

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

**Programa de Doctorado en Administración de Empresas**



**MODELOS PARA LA DETECCIÓN DE DESVIACIONES DE  
VALOR SISTEMÁTICAS EN LAS TASACIONES DE  
VIVIENDAS Y SUS CAUSAS.**

Autor:  
MIGUEL ÁNGEL LÓPEZ GÓMEZ

Directora:  
Dra. NATIVIDAD GUADALAJARA OLMEDA

mayo de 2019

## **FINANCIACIÓN**

Este trabajo no ha sido financiado por ninguna entidad pública o privada.

## **CONFLICTO DE INTERÉS**

En todo momento de la investigación, se ha cumplido con lo dispuesto en el Reglamento UE 679/2016, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos, la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, así como de las normativas autonómicas específicas.

Las opiniones expresadas en esta tesis doctoral son responsabilidad exclusiva del autor.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quisiera agradecer el apoyo y paciencia de mi mujer Elena y mis hijas por el tiempo que no les he podido dedicar mientras estaba concentrado en la elaboración de esta Tesis.

Gracias a mi directora de Tesis Naty por su dedicación y comprensión durante la elaboración y gestación de la Tesis.

Y por último, aunque no menos importante, muchas gracias a mis compañeros de trabajo, jefes y colaboradores que me han apoyado durante los años de elaboración de la Tesis. Ángel, sin cuyo empuje esto no hubiera empezado y Fernando y Diana, compañeros de viaje imprescindibles y a todos los compañeros del GACIC por el intercambio de ideas tan enriquecedor que mantuvimos y que sin duda ha supuesto una aportación intelectual al resultado final de esta Tesis. Espero que a ellos también les haya sido de utilidad.

**INDICE**

**MODELOS PARA LA DETECCIÓN DE DESVIACIONES DE VALOR SISTEMÁTICAS EN LAS TASACIONES DE VIVIENDAS Y SUS CAUSAS.**

Índice de tablas .....	7
Índice de gráficos.....	9
Índice de ilustraciones.....	10
Listado de abreviaturas y acrónimos.....	12
<b>BLOQUE 1 .....</b>	<b>24</b>
<b>Capítulo 1 PLANTEAMIENTO Y OBJETIVOS .....</b>	<b>24</b>
1.1 Introducción.....	25
1.2 Objetivo Principal .....	27
1.3 Objetivos complementarios .....	28
1.4 Estructura de la Tesis Doctoral .....	28
<b>Capítulo 2 LA INTERRELACIÓN DE LOS MERCADOS INMOBILIARIOS Y FINANCIEROS EN LAS CRISIS BANCARIAS .....</b>	<b>30</b>
2.1 Burbujas inmobiliarias.....	31
2.1.1. La definición de burbuja inmobiliaria.....	34
2.1.2. Medición de burbujas inmobiliarias.....	35
2.1.3. Resultados empíricos internacionales .....	37
2.1.4. La burbuja en España.....	40
2.2. Las malas prácticas durante y después de la burbuja inmobiliaria. ....	45
2.3 El riesgo inmobiliario bancario.....	47
<b>Capítulo 3 EVIDENCIAS DE PRESIÓN SOBRE LOS TASADORES .....</b>	<b>52</b>
3.1. Estudios empíricos sobre las presiones efectuadas a los tasadores.....	53
3.2. El papel de las garantías hipotecarias a efectos regulatorios. ....	59
<b>Capítulo 4 MODELOS DE COMPORTAMIENTO Y FACTORES QUE AFECTAN A LA CALIDAD DE LAS TASACIONES .....</b>	<b>63</b>
4.1 El problema agente-principal.....	64
4.2. Comportamiento adaptativo al mercado. ....	65
4.3. Procesos de selección adversa e información asimétrica.....	68
4.4. El riesgo moral (moral hazard). ....	69
4.5. La influencia sobre los tasadores: Modos de presión y factores de reducción.....	71
<b>Capítulo 5 SISTEMAS DE VALORACIÓN INMOBILIARIA. ....</b>	<b>76</b>
5.1. Sistemas de valoración inmobiliaria. ....	77
5.1.2 Procedimientos de homologación y certificación de los agentes.....	80
5.1.1. Estándares y metodologías de valoración. ....	83
5.1.3 Modelos de informe de las valoraciones.....	89

5.2. Supervisión de la actividad de tasación .....	91
5.2.1 Agencias de supervisión de la actividad de tasación .....	91
5.2.2 Control de la calidad de las tasaciones.....	92
BLOQUE 2 .....	94
<b>Capítulo 6 METODOLOGÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN .....</b>	<b>94</b>
6.1 Metodología.....	95
6.2 Fase 1: Modelos empíricos .....	99
6.2.1 Modelo empírico de regresión por mínimos cuadrados ordinarios.....	99
6.2.2 Interpretación de los coeficientes de la regresión como parámetros de homogeneización de mercado.....	107
6.2.3 Análisis factorial .....	110
6.2.4 Modelos de regresión espacial .....	113
6.2.5 Otras metodologías: Inteligencia Artificial: Redes Neuronales Artificiales.	136
6.2.6 Análisis de ratios.....	138
6.3 Fase 2: Sesgos de valoración en tasadoras.....	141
6.4 Fase 3: Medición de las diferencias de valoración por interacción de los diferentes agentes: modelo univariante de más de un factor.....	143
<b>Capítulo 7 FUENTES DE INFORMACIÓN.....</b>	<b>149</b>
7.1 Datos .....	150
7.2 Descripción de las variables del modelo.....	153
7.3 Análisis exploratorio de los datos .....	156
BLOQUE 3 RESULTADOS .....	162
<b>Capítulo 8 RESULTADOS DE LOS MODELOS BÁSICOS. ....</b>	<b>162</b>
8.1 Modelo de regresión por mínimos cuadrados ordinarios.....	163
8.2 Análisis factorial.....	174
8.3 Modelo explicativo por mínimos cuadrados ordinarios con variables “dummies” de sociedades .....	177
8.4 Obtención empírica de los parámetros de homogeneización en el método de valoración por comparación.....	183
<b>Capítulo 9 CORRELACION ESPACIAL .....</b>	<b>185</b>
9.1 Medición de la correlación espacial: Moran I.....	186
9.2 Clusters. Análisis LISA (Local indicator of Spatial Analysis). .....	190
9.3 Selección de la matriz de pesos.....	192
<b>Capítulo 10 RESULTADOS DE LOS MODELOS ESPACIALES.....</b>	<b>194</b>
10.1 Introducción.....	195
10.2 Modelos MCO, y SLM y SEM estimados por ML con matrices de contigüidad de grado 1. ....	197

10.3 Modelos SLM, SEM y SLM+SEM estimados por GMM, con matrices de contigüidad de grado 1.....	200
10.4 Modelos de SLM, SEM y SLM+SEM estimados por GMM, con matrices de K-vecinos.....	203
10.5 Modelo de regresión ponderada geográficamente. ....	205
10.6 Correlación en los modelos espaciales.....	208
10.7 Clusters. Análisis LISA (Local indicator of Spatial Analysis). ....	209
10.8 Selección del Modelo: Análisis de ratios.....	211
<b>Capítulo 11 DETECCIÓN Y ANÁLISIS DE LAS DIFERENCIAS DE VALORACIÓN. ENTRE DIFERENTES SOCIEDADES.....</b>	<b>219</b>
11.1 Fase 2. Inferencia de las diferencias de valoración entre sociedades.....	220
11.1.1. Resultados de diferencias de valor obtenido por los modelos explicativos.....	220
11.1.2 Resultados de diferencias de valor obtenidos por el modelo predictivo estimado por mínimos cuadrados ordinarios (MCO).....	223
11.1.3 Resultados de diferencias de valor obtenidos por el modelo predictivo de error espacial (SEM).....	224
11.1.4 Resultados de diferencias de valor obtenidos por el modelo predictivo de regresión ponderada geográficamente de 5 factores (GWR_F5).....	226
11.1.5 Conclusiones sobre las diferencias de tasación detectadas en cada uno de los modelos: análisis comparativo. ....	226
11.2. Fase 3. Influencia del tamaño relativo de las sociedades de tasación, de los mandatarios o de los tasadores en la sobretasación de los inmuebles.....	229
11.7.1 Efectos principales.....	230
11.7.2 Interacciones.....	232
11.7.3 Conclusiones sobre las interacciones entre agentes.....	238
BLOQUE 4.....	240
DISCUSION.....	240
<b>Capítulo 12 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>240</b>
12.1 Discusión.....	241
El problema de la valoración inmobiliaria.....	241
Modelos.....	244
Resultados.....	249
Conclusiones.....	256
Limitaciones.....	257
Futuras líneas de investigación.....	259
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>260</b>
Capítulo 1 Introducción.....	260
Capítulo 2. Mercados inmobiliarios y financieros.....	260

Capítulo 3. Valoración inmobiliaria.....	265
Capítulo 4. Modelos de comportamiento y factores que afectan a la calidad de las tasaciones.....	268
Capítulo 5. Sistemas de valoración inmobiliaria .....	268
Capítulo 6. Metodología .....	273
Capítulo 7 Fuentes de información.....	285
Capítulo 8 Resultados de los modelos básicos.....	285
Capítulo 9. Correlación especial .....	286
Capítulo 10 Resultados de los modelos predictivos.....	287
Capítulo 11 Detección y análisis de las diferencias de valoración entre diferentes sociedades.....	287
Capítulo 12 Discusión.....	288
<b>ANEJOS.....</b>	<b>292</b>
Anejo 6.1: Estimación de los coeficientes de homogeneización: .....	293
Anejo 7.1: Variables de las rejillas del INE/EUROSTAT .....	298
Anejo 7.2. Gráficos de las variables socio-económicas:.....	301
Anejo 8.1. Correlación entre las variables del modelo .....	305
Anejo 8.2 Análisis factorial .....	306
Anejo 8.3. Gráficos de los valores de los factores agrupados por secciones censales.....	308
Anejo 9.1.: Resumen del índice global I de Moran: Modelos MCO .....	312
Anejo 10.1. RESULTADOS DE LOS MODELOS ESPACIALES SLM, SEM Y SLM-SEM EN EL MODELO SIN MULTICOLINEALIDAD.....	313
ANEJO 10.2: ANÁLISIS DE RATIOS: CONTRASTE DE LOS RESULTADOS DE LOS MODELOS CON TASACIONES DE INMUEBLES IGUALES REALIZADOS EN 2014. ....	314
ANEJO 11.1 RESULTADOS DEL ANALISIS DE LA VARIANZA ENTRE SOCIEDADES: PRUEBAS POST-HOC HSD TUKEY .....	316
ANEJO 11.2: RESULTADOS DEL ANÁLISIS UNIVARIANTE. ....	318
ANEJO 11.3 ANALISIS DE LA VARIANZA DE FACTORES: PRUEBAS POST-HOC HSD TUKEY.....	322

**Índice de tablas**

Tabla 2.1: Variaciones anuales de principales indicadores de la vivienda .....	41
Tabla 3.1: Agentes que presionan a los tasadores .....	54
Tabla 5.1: Modelos de valoración en países de nuestro entorno ( nota ) .....	79
Tabla 5.2: Ejemplos de Objeciones específicas al HVCC (nota ).....	82
Tabla 6.1: Transformaciones posibles de las variables .....	109
Tabla 6.2: Selección de modelos y estadísticos utilizados.....	136
Tabla 7.1: Ejemplo de medias repetidas .....	152
Tabla 7.2: Estadísticos del valor del inmueble por tasadora .....	153
Tabla 7.3: Variables utilizadas en los modelos.....	156
Tabla 7.4: Estadísticos básicos de las variables .....	157
Tabla 8.1: Resultados de la regresión por MCO, para los años 2014, 2015, y ambos .....	163
Tabla 8.2: Diagnósticos del modelo por MCO para los años 2014-2015 .....	164
Tabla 8.3 Resumen de los modelos MCO 2014-2015 .....	166
Tabla 8.4: Coeficientes de correlación de Pearson entre los coeficientes de los modelos.....	171
Tabla 8.5 Modelo de regresión lineal sin multicolinealidad en 2015 .....	173
Tabla 8.6: Diagnósticos del modelo por MCO para 2015 sin multicolinealidad .....	173
Tabla 8.7: Prueba de KMO y Bartlett .....	174
Tabla 8.8: Matriz de componentes rotados .....	175
Tabla 8.9: Ajuste de los modelos de regresión con los factores.....	176
Tabla 8.10: Diagnostico de la regresión MCO Factorial. ....	177
Tabla 8.11. Modelo MCO con variables dummy de sociedades.....	178
Tabla 8.12. Diagnósticos del modelo por MCO con sociedades.....	179
Tabla 8.13: Propuesta de ejemplo de coeficientes de homogeneización subjetivos en el método de comparación .....	181
Tabla 8.14: Coeficientes de homogeneización de acuerdo con el modelo MCO para el año 2015.....	182
Tabla 8.15. Comparación de los coeficientes de homogeneización obtenidos por MCO y “a juicio” .....	183
Tabla 9.1: Índice de Moran para el logaritmo natural valor total del inmueble.....	186
Tabla 9.2: Tests de dependencia espacial de los residuos del modelo por MCO sin sociedades de tasación .....	188
Tabla 9.3: Estimación de bandas de distancia.....	192
Tabla 10.1: Modelos MCO, y modelos SLM y SEM estimados por ML con matrices de contigüidad de grado 1.....	196
Tabla 10.2: Modelos MCO, y modelos SLM y SEM con sociedades, estimados por ML con matrices de contigüidad de grado 1.....	197
Tabla 10.3: Modelos SLM, SEM y SLM+SEM estimados por GMM, con matrices de contigüidad de grado 1.....	198
Tabla 10.4: Modelos SLM, SEM y SLM+SEM con sociedades estimados por GMM,	

con matrices de contigüidad de grado 1.....	199
Tabla 10.5: Modelos SLM, SEM y SLM+SEM estimados por GMM, con matrices de 6-vecinos.....	201
Tabla 10.6: Modelos SLM, SEM y SLM+SEM con sociedades estimados por GMM, con matrices de 6-vecinos.....	202
Tabla 10.7:Ajuste de modelos factoriales al aplicar la GWR .....	204
Tabla 10.8: Resumen del modelo de regresión ponderada geográficamente .....	205
Tabla 10.9: Tests de dependencia espacial de los residuos del modelo por MCO y de los modelos espaciales, sin incluir la sociedades de tasación.....	206
Tabla 10.10: Análisis de ratios de los modelos.....	211
Tabla 11.1. Coeficientes de las variables de tasadoras estimados por el modelo MCO y SEM realizado por ML .....	221
Tabla 11.2: Coeficientes de sobretasación relativa estimados con el modelo MCO y análisis de la varianza (HSD de Tukey).....	222
Tabla 11.3: Coeficientes de sobretasación estimados del modelo SEM y HSD de Tukey. ....	224
Tabla 11.4: Coeficientes de sobretasación estimados del modelo GWR y HSD de Tukey.....	225
Tabla 11.5: Correlación de los coeficientes de los modelos .....	226
Tabla 11.6: Orden de sociedades por nivel de sociedad y modelo.....	228
Tabla 11.7: Agrupaciones de los agentes y número de viviendas tasadas .....	229
Tabla 11.8: Resultados del análisis univariante: Pruebas de significatividad de efectos inter-agentes .....	230
Tabla 11.9 medias marginales estimadas de error de las agrupaciones de factores .....	231
Tabla 11.10 Medias marginales estimadas de error de interacción Sociedad- Profesional .....	234
Tabla 11.11 Medias marginales estimadas de error de interacción Sociedad- Mandatario .....	235
Tabla 11.12 Medias marginales estimadas de error de interacción Profesional- Mandatario.....	236
Tabla 11.13: Medias marginales estimadas de error de interacción Profesional- Mandatario-Sociedad.....	238
Tabla A6.1: Variables y coeficientes de homogeneización .....	291
Tabla A6.2: Homogeneización de superficies .....	294
Tabla A6.3: Procedimiento de homogeneización a partir de coeficientes del modelo.....	297
Tabla A7.1: Relación de tablas disponibles .....	298
Tabla A7.2: Indicadores.....	299
Tabla A.8.1 Correlación de Pearson de las variables independientes .....	305
Tabla A8.2.1: Comunalidades.....	306
Tabla A8.2.2: Varianza total explicada.....	307
Tabla A9.1 Índice global I de Moran por variables. Modelo completo y factorial. ....	312



Tabla 10.1 Resultados de los modelos espaciales SLM, SEM Y SLM-SEM en el modelo sin multicolinealidad .....	313
Tabla A10.2: Ratios de modelos con contrastados con inmuebles valorados en 2014 .....	314
Tabla A 11.1 Resultados del analisis de la varianza entre sociedades: pruebas post-hoc hsd tukey .....	316
Tabla A 11.2: Agrupaciones de agentes.....	318
Tabla A11.3: PRUEBAS POST-HOC HSD TUKEY .....	322

**Índice de gráficos**

Gráfico 6.1: Funciones de pesos Kernel .....	125
Gráfico 7.1: Función de densidad del valor total de inmuebles plurifamiliares en la provincia de Valencia .....	158
Gráfico 7.2: Función de densidad del valor unitario de las viviendas en la provincia de Valencia .....	159
Gráfico 7.3: Función de densidad de la antigüedad de las viviendas plurifamiliares en la provincia de Valencia, corregida con las reformas.....	160
Gráfico 7.4: Función de densidad de la superficie de las viviendas en la provincia de Valencia .....	161
Gráfico 8.1 Relación entre el IC y la bondad del ajuste de los modelos MCO.....	168
Gráfico 9.1: Número de vecinos - contigüidad grado 1 .....	191
Gráfico 9.2: Autocorrelación espacial incremental.....	192
Gráfico 10.1: Ajuste del modelo Factorial GWR: R2 y AICc .....	204
Gráfico 10.2: Estacionariedad de los coeficientes factoriales, y de R2 del modelo GWR.....	206
Gráfico 11.1: Sobrevaloraciones relativas de las Sociedades en los modelos seleccionados MCO, SEM, GWR5 y MCO_M24 , SEM_M24 .....	227
Gráfico 11.2: Medias marginales del residuo de los agentes .....	231
Gráfico 11.3: Medias marginales interacción Sociedad- Profesional .....	233
Gráfico 11.4: Interacción Sociedad-Mandatario .....	235
Gráfico 11.5: Interacción profesional-Mandatario.....	236
Gráfico 11.6: Interacciones Sociedad-Mandatario-Profesional .....	237
Gráfico A2.1: Coeficiente de homogeneización de superficie.....	296
Gráfico A6.1.1: Sedimentación por componentes del modelo factorial .....	307
Gráfico A10.1: Posición en rangos de las diferencias de valoración de los modelos .....	315
Gráfico A11.2.1 EFECTOS SIMPLES.....	319
Gráfico A11.2.2 EFECTOS POR PAREJAS DE AGENTES .....	320
Gráfico A11.2.3 EFECTOS MÚLTIPLES .....	321

**Índice de ilustraciones**

Ilustración 4.1: Poderes de presión y factores de regulación del proceso de valoración....	73
Ilustración 6.1: Esquema de desarrollo del modelo .....	96
Ilustración 6.2: Función de distribución del Coeficiente de Concentración.....	140
Ilustración 7.1: Localización de la provincia de Valencia .....	150
Ilustración 7.2: Distribución espacial del valor total de las viviendas plurifamiliares, en la provincia (izquierda) y en la ciudad (derecha) de Valencia.....	158
Ilustración 7.3: Distribución espacial del valor unitario de las viviendas plurifamiliares, en la provincia (izquierda) y en la ciudad (derecha) de Valencia .....	159
Ilustración 7.4: Distribución espacial de la antigüedad de las viviendas plurifamiliares, en la provincia (izquierda) y en la ciudad (derecha) de Valencia .....	160
Ilustración 7.5: Distribución espacial de la superficie de las viviendas plurifamiliares, en la provincia (izquierda) y en la ciudad (derecha) de Valencia.....	161
Ilustración 9.1: Distribución de los residuos y clusters del modelo MCO y nivel de Significación .....	189
Ilustración 9.2: Cluster de error estandarizado del modelo MCO agrupado por secciones censales .....	190
Ilustración 10.1: Distribución de los residuos y clusters del modelo SEM y nivel de Significación .....	207
Ilustración 10.2: Distribución de los residuos y clusters del modelo GWR y nivel de Significación .....	208
Ilustración 10.3: Significatividad de los cluster de error de los modelos MCO, SEM y GWR_F5, y detalle de los Cluster de error estandarizado del modelo MCO. ....	209
Ilustración 10.4: Distribución del COD del modelo MCO .....	213
Ilustración 10.5: Distribución del COD del modelo SEM .....	213
Ilustración 10.6: Distribución del COD del modelo GWR5 .....	214
Ilustración 10.7: Distribución espacial del R2 en el modelo GWR5 .....	214
Ilustración 10.8 Distribución espacial del IC en el modelo GWR5 .....	215
Ilustración 10.9 Calidad de las viviendas: F1 Factor Jerarquía:.....	215
Ilustración 10.10: F2 Factor entorno social.....	216
Ilustración 10.11: F3 factor servicios. Piscina y zonas verdes. Densidad poblacional.....	216
Ilustración 10.12: Detalle zona Capital Valencia F3.....	217
Ilustración 10.13: f4 Tamaño .....	217
Ilustración 10.14: Factor 5 acondicionamiento vivienda .....	218
Ilustración 12.1 Densidad de viviendas en Alquiler por secciones censales en Valencia .....	251
Ilustración A3.1: Rejillas censo INE 2011.....	301
Ilustración A3.2: porcentaje de inmigrantes .....	301
Ilustración A3.3: porcentaje de población extranjera europea.....	302

Ilustración A3.4 población extranjera europea en zona de Gandía.....	302
Ilustración A3.5:Porcentaje de nivel de estudios altos.....	303
Ilustración a3.6: Viviendas vacías .....	303
Ilustración A3.7:Viviendas en alquiler .....	304
Ilustración A3.8: Habitantes por vivienda .....	304
Ilustración A8.3.1 : FACTOR 1. JERARQUIA.....	308
Ilustración A8.3.2 FACTOR 2. ENTORNO SOCIAL.....	308
Ilustración A8.3.3: FACTOR 3. SERVICIOS .....	309
Ilustración A8.3.4 : FACTOR 4 TAMAÑO .....	309
Ilustración A8.3.5 : FACTOR 5. ACONDICIONAMIENTO .....	310
Ilustración A8.3.6 : FACTOR 6.OCUPACIÓN.....	310
Ilustración A8.3.7: FACTOR 7.TERRAZAS .....	311

### VERSION NO COMPLETA DE LA TESIS

La motivación de la no publicación es debido a que, de acuerdo con el artículo 3.3 del Código de Conducta del Banco de España, deberá ser autorizada con carácter previo la publicación de las actividades de producción y creación literaria, artística, científica y técnica, cuando versen sobre cuestiones económicas, financieras, bancarias o cualesquiera otras relacionadas con las funciones del Banco de España.

Asimismo señala que se entenderá por publicación la difusión de la producción y creación literaria, artística, científica y técnica, que verse sobre las cuestiones referidas en el párrafo anterior, a través de soportes de comunicación, propios o de terceros, entendiendo por estos los medios impresos tradicionales —como libros, periódicos y revistas— o los medios digitales —como páginas web, redes sociales y blogs—.

Finalmente indica que la autorización podrá denegarse en los casos en que la actividad pretendida ... pueda poner en riesgo su imparcialidad o independencia, originar un conflicto de intereses o pueda suponer un perjuicio para los intereses o imagen del Banco de España.

La relación de partes eliminadas en cada capítulo se indica en la página 325 para no alterar la paginación original.

**Listado de abreviaturas y acrónimos:**

AEDE: Análisis exploratorio de datos espaciales

AHE: Asociación Hipotecaria Española

AIC: Es un estimador de la calidad relativa de un modelo estadístico para unos determinados datos. (Akaike Information Criteria)

AICc: Es el estimador AIC, corregido para muestras pequeñas..

AMC: Sociedades de gestión de tasaciones de EEUU (Appraisal Management Company). Las AMC cumplen una función administrativa en el proceso de evaluación, incluida la selección de un tasador y la entrega del informe de evaluación al prestamista. Los tasadores individuales que trabajan para AMC brindan los servicios de valoración de la propiedad real.

ANN: Modelos de inteligencia artificial basados en redes neuronales artificiales (Artificial neural network).

ANOVA: Análisis de la varianza

ANT\_C: Variable del modelo que corresponde a la antigüedad del inmueble corregida por reformas integrales efectuadas

API: Agente de la propiedad inmobiliaria

ArcMap: Software de GIS

ARIMA: modelo autorregresivo integrado de promedio (Autoregressive Integrated Moving Average)

ASC: Subcomité de Evaluación (EEUU). La misión del Subcomité de Evaluación es garantizar que los tasadores de bienes raíces, que realizan evaluaciones en transacciones de bienes raíces que podrían exponer al gobierno de los Estados Unidos a pérdidas financieras, tengan la suficiente capacitación contrastada para asegurar su competencia e independencia de acuerdo con los mejores estándares profesionales.

C1: Variable dummy del modelo que corresponde a las viviendas que se ubican en el entorno de 500 ms del centro

C2: Variable dummy del modelo que corresponde a las viviendas que se ubican en el entorno de >500 y < 2000 ms del centro

CALI: Variable del modelo que corresponde a la calidad de la construcción, toma valores de 4 a 1 (peor a mejor)

CBD: Centro de negocios de la ciudad (City Business Center)

CLTV: Relación préstamo valor actual (Current loan to value).

CMVM: Comisión del mercado de valores de Portugal. (Comissão do Mercado de Valores Mobiliários).

COC: Coeficiente de concentración. Ratio que mide la uniformidad de los resultados del modelo.

COD: Coeficiente de dispersión. Ratio que mide la variabilidad de los resultados del modelo.

CONS: Variable del modelo que corresponde a la conservación de la vivienda, toma valores de 4 a 1 (peor a mejor)

COST: Variable del modelo que corresponde a los costes de construcción estimados por el tasador

COV: Coeficiente de variación. Ratio que mide la variación de los resultados del modelo.

DSTI: Relación del servicio de la deuda sobre los ingresos del deudor. (Debt service to income).

DTI: Relación del importe de la deuda sobre los ingresos del deudor. (Debt to income).

DW: test de Durbin\_Watson para medir la autocorrelación entre los residuos.

ECO/805/2003: Orden ministerial sobre normas de valoración de bienes inmuebles y de determinados derechos para ciertas finalidades financieras

ENTI\_C: Variable dummy del modelo que corresponde a la Sociedad de tasación que ha realizado la valoración

ESDA: análisis exploratorio espacial

EUROSTAT: Oficina Europea de Estadística

EVS: Estándares de Valoración Europeos. (European Valuation Standards).

Fannie Mae: Asociación Federal Nacional Hipotecaria. Se trata de una empresa patrocinada por el gobierno de los Estados Unidos, cuya misión es ampliar el mercado secundario de hipotecas mediante su titulización. (Federal National Mortgage Association). EEUU.

FCSA: Red agrícola que brinda servicios de crédito y afiliados a operadores de granjas y ranchos en todo Estados Unidos. (Farm Credit Services of America).

FHFA: La Agencia Federal de Financiamiento de Vivienda es una agencia federal independiente de vivienda de los Estados Unidos. (Federal Housing Finance Agency).

FIRREA: La Ley de Reforma, Recuperación y Cumplimiento de las Instituciones Financieras de 1989 es una ley federal de los Estados Unidos promulgada a raíz de la crisis de ahorro y préstamo de los años ochenta. (Financial Institutions Reform, Recovery and Enforcement Act).

Freddie Mac: Es una empresa patrocinada por el gobierno de los Estados Unidos, autorizada para conceder y garantizar préstamos hipotecarios. (Federal Home Loan Mortgage Corporation).

FSD: Ratio que mide la desviación estándar de los porcentajes de error de estimación. (Forecast Standard Desviation)

GAO: La Oficina de Responsabilidad Gubernamental es una agencia gubernamental que realiza servicios de auditoría, evaluación e investigación para el Congreso de los Estados Unidos. Es la institución de auditoría suprema del gobierno federal de los Estados Unidos. (Government Accountability Office).

GEODA: Paquete de software libre que realiza análisis de datos espaciales, geovisualización, autocorrelación espacial y modelado espacial.

GeodaSpace: Software de regresión espacial

GIS: Sistemas de información Geográfica

GMM: Metodo de los momentos generalizado.

GS2SLS: mínimos cuadrados generalizados espaciales en dos etapas

GSE: Sociedades patrocinadas por el gobierno de Estados Unidos tales como Fannie Mae y Freddie Mac. (Government sponsored Entities).

GSM: modelo general espacial

GWR: Regresion ponderada geográficamente.

HAC: Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent Standard Errors.

HAVI: Variable del modelo que corresponde al número de habitantes por vivienda

HDB: La Junta de Vivienda y Desarrollo (HDB) es la autoridad de vivienda pública de Singapur.(Housing Development Board).

HSD: Test de comparaciones múltiples de Tukey. (Honestly Significant Differences).

HVCC: Es un conjunto de pautas federales de Estados Unidos, diseñadas para hacer que el proceso de evaluación de la vivienda sea más confiable. (Home valuation code of conduct).

Hypothekbankgesetz : Ley de Banca Hipotecaria de Alemania de 1899.

IAAO: Es una asociación sin fines de lucro, educativa y de investigación. Es una organización profesional de funcionarios de valoración del gobierno y de otras personas interesadas en la administración del impuesto a la propiedad. Se fundó en 1934 y ahora cuenta con más de 7.000 miembros en todo el mundo, provenientes de comunidades gubernamentales, empresariales y académicas. (International Association of Assessing officers).

IAIR: Variable dummy del modelo que corresponde a la existencia de aire acondicionado

IAS40: International Accounting standards. Investment Property

IASC: Variable dummy del modelo que corresponde a la existencia de ascensor

ICAL: Variable dummy del modelo que corresponde a la existencia de calefacción

IECO: Variable dummy del modelo que corresponde a la valoración de finalidad hipotecaria  
índice NPI: (NCREIF Property Index), R.U.  
INE: Instituto Nacional de Estadísticas  
IPD Índice de precios reino unido  
IPIS: Variable dummy del modelo que corresponde a la existencia de piscina  
ITRA: Variable dummy del modelo que corresponde a la existencia de trastero  
IVPI (Independent Valuation Protection Institute)  
IVSC: International Valuation Standards committee.  
IZDE: Variable dummy del modelo que corresponde a la existencia de zonas deportivas  
IZVE: Variable dummy del modelo que corresponde a la existencia de zonas verdes  
KMO: medida de adecuación muestral KMO (Kaiser-Meyer-Olkin)  
KNN: Método K-vecinos  
LISA: local indicators of spatial Association  
LM: multiplicador de Lagrange.  
LTV: Loan to Value  
MAPE: error porcentual absoluto medio  
MBA modelos basados en agentes .  
MBS: Mortgage backed securities  
MCO: Mínimos cuadrados ordinarios  
MCTC: Variable del modelo que corresponde a la superficie de terraza cubierta  
MCTD: Variable del modelo que corresponde a la superficie de terraza descubierta  
MISMO (Mortgage Industry Standards Maintenance Organization). EEUU.  
ML: Método de máxima verosimilitud  
NCREIF (National Council of Real Estate Investment Fiduciaries) R.U.  
NEALT: Variable del modelo que corresponde al porcentaje de población con nivel de estudios alto  
NGAR: Variable dummy del modelo que corresponde a la existencia de plaza de garaje  
NIIF: Normas internacionales de información financiera  
NPLA: Variable del modelo que corresponde al número de planta  
NUBA: Variable del modelo que corresponde al número de baños  
NUDO: Variable del modelo que corresponde al número de dormitorios  
OCDE Organización para la cooperación y el desarrollo económico  
OFHEO: Office of Federal Housing Enterprise Oversight. EEUU.  
OGAS: otros gastos necesarios para la edificación  
OSCRE (Open Standards Consortium for Real Estate).

- P1: Variable dummy del modelo que corresponde a si la vivienda está a menos de 100 m de la playa
- P1: Variable dummy del modelo que corresponde a si la vivienda está a menos de 100 ms de línea de costa
- P2: Variable dummy del modelo que corresponde a si la vivienda está a menos de 100 ms y a más de 2000 ms de línea de costa
- P2: Variable dummy del modelo que corresponde a si la vivienda está a menos de 2 Km de la playa y a más de 100 m.
- PEXE: Variable del modelo que corresponde al porcentaje de Población extranjera comunitaria
- PEXN: Variable del modelo que corresponde al porcentaje de población extranjera que han nacido en África, América Central, del Sur o Caribe, Asia u Oceanía
- Pfandbriefgesetz: Ley de cédulas hipotecarias de Alemania de 2005.
- PIB: Producto Interior Bruto
- PRD: Ratio diferencial de precios relativos. (Price-Related Differential Ratio).
- PSY: metodología para la detección de burbujas de activos, que corresponde a las siglas de Phillips, P. C. B., S. Shi, y J. Yu (2013b), coautores del artículo "*Testing for multiple bubbles 1: Historical episodes of exuberance and collapse in the S&P 500*".
- PYSAL(Series 2013): Software de regresión espacial
- R<sup>2</sup> ajustado: Coeficiente de regresión ajustado
- RERSAT: Agencia de supervisión y regulación inmobiliaria de Turquía (Real Estate Regulation and Supervision Agency of Turkey)
- RICS: Royal Institution of Chartered Surveyors. R.U.
- RMSE: Ratio que mide el error cuadrático medio.
- SADO: Variable del modelo que corresponde a la superficie adoptada ajustada
- SAR: Modelo autorregresivo espacial (Spatial Autorregresive Model)
- SEM: Modelo de error espacial (Spatial Error Model).
- SHF: Sociedad hipotecaria Federal. Es una de las principales instituciones de la banca de desarrollo perteneciente al sistema bancario mexicano. Su objetivo es la promoción del desarrollo en el mercado de crédito a la vivienda en México.
- SISV: Asociación profesional de tasadores y valoradores inmobiliarios de Singapur (Singapore Institute of Surveyors and Valuers).
- SLM: Modelo de retardo espacial (Spatial Lag Model).
- SPSS: Statistical Package for the Social Sciences.
- STD: Ratio que mide la desviación estándar de las diferencias de valor
- TECNOBORSA: Es una empresa sin ánimo de lucro, constituida por las Cámaras de Comercio, Industria, Artesanía y Agricultura, de Italia, fundada en 1997 para



contribuir al desarrollo, la regulación y la transparencia del mercado inmobiliario italiano. Emite los estándares de valoración inmobiliaria de Italia.

TEGOVA: Asociación de valoradores de Europa. (The European Group of Valuers' Associations).

Test KP-HET: Test que infiere estimadores robustos en presencia de heterocedasticidad y autocorrelación,

UAD: El Conjunto de Datos de Evaluación Uniforme, es un componente del Programa de Datos de Hipotecas Uniformes (UMDP), establecido conjuntamente por Fannie Mae y Freddie Mac en EEUU.. (Uniform Appraisal Dataset).

UMDP: Es una empresa conjunta de Fannie Mae, Freddie Mac, y la Agencia Federal de Financiación de la Vivienda de EEUU, para mejorar la calidad de los datos y su estandarización. (Uniform Mortgage Data Program).

USPAP: Estándares profesionales de valoración de EEUU. (Uniform Standards of Professional Appraisal Practice).

VALQ: Variable del modelo que corresponde al porcentaje de viviendas en alquiler

VAR: modelo de proceso estocástico utilizado para capturar las interdependencias lineales entre múltiples series de tiempo. (Vector autoregresion)

VINM: Variable del modelo que corresponde al valor total del inmueble

VUNI: Variable del modelo que corresponde al valor unitario del inmueble

VVAC: Variable del modelo que corresponde al porcentaje de viviendas vacías

WaMu: Washington Mutual fue la asociación de cajas de ahorros más grande de los Estados Unidos. A pesar de su nombre, no era una cooperativa de ahorro y crédito, ya que dejó de ser una mutualidad en 1983. Se negociaba públicamente en la Bolsa de Nueva York. Fue adquirida por J.P. Morgan el 26 de septiembre de 2008.

# Resumen

## **Antecedentes:**

En España, las valoraciones con finalidad hipotecaria tienen que ser realizadas por las sociedades de tasación homologadas por el Banco de España, y de acuerdo con la Orden ECO 805/2003. Durante la pasada crisis, la existencia de incentivos por parte de los diferentes agentes actuantes en el circuito financiero-inmobiliario, provocó que se generara un elevado número de tasaciones infladas, con los consecuentes efectos negativos posteriores para los bancos, al resultar menores a los esperados los importes a recuperar de los créditos mediante los procesos de adjudicación de los inmuebles.

## **Objetivo:**

## **TEXTO INHIBIDO**

## **Fuentes de información y Metodología:**

Se ha dispuesto de datos sobre un total de 18.089 y 17.007 tasaciones de viviendas plurifamiliares, realizadas en la provincia de Valencia, en los años 2014 y 2015, respectivamente, por 34 sociedades de tasación españolas. Para cada uno de los valores, se ha dispuesto de las características intrínsecas de las viviendas y socioeconómicas de la zona, así como de sus coordenadas geográficas.

La metodología utilizada ha sido el análisis de regresión. En primer lugar, se ha obtenido un modelo de regresión por mínimos cuadrados ordinarios (MCO). A continuación, se ha analizado la correlación espacial entre los valores de tasación y se han obtenido diversos modelos de regresión espaciales: de retardo espacial, de error espacial, mixto y de regresión ponderada geográficamente.

En todos los modelos se utilizaron como variables explicativas las características de las viviendas y las socioeconómicas. Para detectar diferencias entre tasadoras, en unos modelos se introdujeron además las sociedades como variables dummy, mientras que en otros estas variables dummy se utilizaron para explicar los errores de los modelos.

Cabe indicar que, los modelos desarrollados, a partir del modelo inicial de MCO, adolecen de ciertas limitaciones respecto al cumplimiento de los supuestos básicos de los modelos clásicos de regresión, tales como la no normalidad o

heterocedasticidad de la varianza de los errores, que se palian mediante el uso de estimadores insesgados, la aplicación de metodologías como la de máxima verosimilitud o de los momentos generalizados, y por el elevado número de observaciones dispuestas.

**Resultados:**

Tanto las características de las viviendas como los factores socioeconómicos y de ubicación explican los valores hipotecarios.

**TEXTO INHIBIDO**

**Conclusiones:**

La validez de los modelos espaciales para valorar las viviendas con fines hipotecarios ha sido demostrada para la provincia de Valencia.

**TEXTO INHIBIDO**

# Abstract

**Background:**

In Spain, the appraisals for mortgage lending purposes must be performed by Bank of Spain's certified appraisal companies, and in accordance with Order ECO 805/2003 methodology. During the past crisis, the incentives pertaining to different agents involved in the financial-real estate circuit, caused a high number of inflated

appraisals, with the resulting negative effects to the banks, as foreclosures assets value was less than the expected, according to the loan collaterals valuations.

**Objective:**

**TEXTO INHIBIDO**

**Information sources and Methodology:**

the available data were a total of 18,089 and 17,007 appraisals of multi-family dwellings, carried out in the province of Valencia by 34 Spanish appraisal companies, in 2014 and 2015, respectively. For each of the values, was provided information concerning to the intrinsic characteristics of the dwellings and socioeconomic data of the area, as well as their geographic coordinates.

The methodology used was the regression analysis. Firstly, a regression model by ordinary least squares (OLS) was performed. Secondly, the spatial correlation between the appraisal values was analyzed and several spatial regression models were obtained: spatial lag, spatial error, mixed spatial error-lag, and geographically weighted regression.

In all the models, the intrinsic characteristics of the houses and the socioeconomic ones were taken as explanatory variables. To detect differences between appraisal companies, in some of the models companies were also introduced as dummy variables, while in others these dummy variables were used to explain the errors of the models.

It should be noted that the models developed, based on the initial OLS model, suffer from certain limitations with respect to compliance with the basic assumptions of classical regression models, such as the non-normality or heterocedasticity of the error variance, which are mitigated by the use of unbiased estimators, the application of methodologies such as maximum likelihood or generalized moments, and the high number of observations provided.

**Results:**

Both the characteristics of the housing and the socioeconomic and location factors explain the mortgage values. The results show the existence of high spatial

correlation in the appraisal values, so that the spatial models became more appropriate than the hedonic model.

## **TEXTO INHIBIDO**

### **Conclusions:**

The soundness of the spatial models to value housing for mortgage purposes in the province of Valencia has been demonstrated.

## **TEXTO INHIBIDO**

# Resum

### **Antecedents:**

En Espanya, les valoracions amb finalitat hipotecària han de ser realitzades per les societats de taxació homologades pel Banc d'Espanya, i d'acord amb l'Ordre ECO 805/2003. Durant la passada crisi, l'existència d'incentius per part dels diferents agents actuant en el circuit financer-inmobiliari, va provocar que es generara un elevat nombre de taxacions inflades, amb els conseqüents efectes negatius posteriors per als bancs, al resultar menors als esperats els imports a recuperar dels crèdits mitjançant els processos d'adjudicació dels immobles.

### **Objectiu:**

## TEXTO INHIBIDO

### **Fons d'informació i Metodologia:**

S'ha disposat de dades sobre un total de 18.089 i 17.007 taxacions de vivendes plurifamiliars, realitzades a la província de València, als anys 2014 i 2015, respectivament, per 34 societats de taxació espanyoles. Per a cadascun dels valors, s'ha disposat de les característiques intrínseques de les vivendes i socioeconòmiques de la zona, així com de les seues coordenades geogràfiques.

La metodologia utilitzada ha sigut l'anàlisi de regressió. En primer lloc s'ha obtés un model de regressió per mínims quadrats ordinaris (MCO). A continuació, s'ha analitzat la correlació espacial entre els valors de taxació i s'han obtés diversos models de regressió espacials: de retard, d'error espacial, mixte i de regressió ponderada geogràficament.

En tots els models s'han utilitzat com a variables explicatives les característiques de les vivendes i les socioeconòmiques. Per detectar diferències entre taxadores, en uns models s'introduïren a més les societats com a variables dummy, mentrestant en altres estes variables dummy s'utilitzaren per explicar els errors dels models.

Cal indicar que, els models desenvolupats, a partir del model inicial de MCO, pateixen de certes limitacions pel que fa al compliment dels supòsits bàsics dels models clàssics de regressió, com ara la no normalitat o heterocedasticitat de la variància dels errors, que es solucionen mitjançant l'ús d'estimadors no esbiaixats, l'aplicació de metodologies com la de màxima versemblança o dels moments generalitzats, i per l'elevat nombre d'observacions disposades.

### **Resultats:**

Tant les característiques de les vivendes com els factors socioeconòmics i d'ubicació expliquen els valors hipotecaris. Els resultats demostren l'existència d'elevada correlació espacial en els valors de taxació, per la qual cosa els models espacials resultaren ser més apropiats que el model per MCO.

## TEXTO INHIBIDO

**Conclusions:**

La validesa dels models espacials per valorar les vivendes amb fins hipotecaris ha sigut demostrada per a la província de València.

**TEXTO INHIBIDO**

# **BLOQUE 1**

## **Capítulo 1**

# **PLANTEAMIENTO Y OBJETIVOS**

“En cada cadena de razonamiento, la evidencia de la última conclusión no puede ser mayor que el eslabón más débil de la cadena, sin importar la fuerza del resto.”

Thomas Reid: “Ensayos en los Poderes Intelectuales del Hombre”.



## 1.1 Introducción

La valoración inmobiliaria es una materia compleja debido a que el mercado inmobiliario presenta una gran heterogeneidad de las características de los activos que lo componen. Esto hace difícil establecer un sistema de valoración global.

Por otro lado, los tasadores han sido muy cuestionados en su independencia, tanto en España como en el resto del mundo, de un modo recurrente cada vez que se produce una caída en los precios de los inmuebles. En España, de un modo muy generalizado, se les ha considerado colaboradores necesarios para la formación de la burbuja inmobiliaria generada en la pasada década.

En términos relativos, el peso del mercado hipotecario, de la financiación hipotecaria y del sector de la promoción inmobiliaria en nuestro país con respecto al PIB, es muy importante. Según datos del boletín económico del Banco de España, el importe total de crédito hipotecario a los hogares españoles para la adquisición y rehabilitación de viviendas no dejó de crecer hasta finales del 2010, en el que alcanzó la cifra máxima de 620.433 millones de euros (**Banco de España, 2016**). En el año 2013, el crédito hipotecario representaba el 65% del PIB, muy por encima de Italia (22%); Francia (41%) o Alemania (46%), pero por debajo de Holanda (107%); Dinamarca (101%) o Reino Unido (85%). Junto a estos datos hay que añadir que el número total de hipotecas vivas a finales de 2012 se estimaba en más de 6 millones.

En marzo del año 2015, tras el estallido de la burbuja inmobiliaria, el mercado de títulos hipotecarios (fundamentalmente cédulas), suponía el 32% del PIB y la financiación hipotecaria el 51% del PIB. AHE (2015).

La tasación, que está presente en todas estas operaciones al objeto de determinar el correcto valor de la garantía, es, por tanto, muy relevante para el sistema financiero y el mercado hipotecario.

Por un lado, en el origen de las operaciones hipotecarias, la tasación sirve para fijar un ratio relevante desde el punto de vista de gestión y control del riesgo: la relación entre el importe prestado y el valor de la garantía (LTV - *Loan to Value*). Mientras el importe prestado no presenta problemas de estimación, el valor de la garantía ha de realizarse mediante una estimación que calcula el tasador.

Igualmente, a efectos de la regulación prudencial, se requiere una valoración periódica de la cartera hipotecaria de las entidades financieras al objeto de determinar las necesidades de capital, que dependen del tipo de garantía y del nivel de LTV: por ejemplo, para viviendas si la relación LTV es inferior al 80%, dichos préstamos consumen menos recursos propios que si dicha relación es superior (LTV>80%).

Asimismo, es necesaria la realización de valoraciones al objeto de determinar la pérdida esperada de las operaciones en *default* o el deterioro del valor de los inmuebles adjudicados.

Finalmente, los inmuebles propios de las entidades de crédito han de ser valorados por su valor razonable, de acuerdo con las Normas Internacionales de Información Financiera.

Para un banco, disponer de buenas tasaciones supone una información valiosa en la formación de préstamos hipotecarios, de modo que, en el caso de deterioro de la solvencia del deudor, las pérdidas se minimicen (la propia tasación puede dar información sobre la probabilidad de *default*). Dependiendo del coste de la información y de la minoración de pérdidas que facilite la tasación, el mercado determinará el precio óptimo de la valoración.

De los distintos tipos de inmuebles sobre los que puede recaer una tasación y una hipoteca, la correspondiente a las viviendas en inmuebles plurifamiliares resulta ser la más relevante para el análisis a realizar dado que es la tipología de vivienda más frecuente y más homogénea.

La falta de datos públicos y transparentes del importe de las transacciones reales<sup>1</sup>, hace que el grueso de las valoraciones se base en precios de oferta, lo cual implica que, sobre todo en fases de caída de precios, se genere una elevada incertidumbre respecto a los valores de tasación.

---

<sup>1</sup> Desde el año 2007 se dispone de datos proporcionados por el Consejo General del Notariado, a través de la Agencia Notarial de Certificación (ANCERT), empresa constituida por el Consejo con el objeto de informatizar las operaciones realizadas habitualmente por los notarios españoles, si bien estos no son individualizados, sino muy globales. Asimismo el Centro de Procesos Estadísticos del Colegio de Registradores de la Propiedad, Bienes Muebles y Mercantiles de España, con la colaboración del Grupo de Análisis del Mercado Inmobiliario de la Universidad de Zaragoza (GAMERIN), vienen publicando desde 2004 datos sobre constitución de hipotecas y transacciones de viviendas inscritas en el registro.

Lo anterior, junto a la comentada heterogeneidad del producto inmobiliario, hace que resulte complicado desarrollar un mercado organizado por el cual se fijen los precios de los inmuebles, de modo que se hace necesaria la presencia de un valorador independiente que determine un precio de mercado de compraventa objetivo y ajeno a los intereses de las múltiples partes que participan en la transacción: agente inmobiliario, vendedor, comprador, hacienda pública y financiador.

Por lo tanto, es importante, por un lado, describir la problemática que existe para que los valores de tasación sean los que objetivamente determinaría un mercado perfecto, sin información asimétrica y sin procesos de selección adversa, y otro lado, plantear posibles soluciones para resolver, o al menos paliar, las debilidades y sesgos que se presentan con cierta regularidad en las valoraciones inmobiliarias.

En un sistema de valoración desarrollado, estas soluciones forzosamente pasan por establecer un sistema de supervisión de las valoraciones que permita realizar un seguimiento continuado de la actividad.

**TEXTO INHIBIDO**

## 1.2 Objetivo Principal

**TEXTO INHIBIDO**

Esta metodología es de aplicación fundamentalmente en mercados con un elevado número de valoraciones. En aquellos mercados con pocas valoraciones, se pueden utilizar otras técnicas más rudimentarias, aunque la escasez de información significará una menor precisión en el conocimiento de los valores de mercado.

La importancia de poder discriminar si hay tasadores que están tasando por encima de la media, es relevante desde un punto de vista de la supervisión bancaria, puesto que estos casos estarían afectando a la imagen fiel del riesgo hipotecario de las entidades de crédito financiadoras de hipotecas, y por otro lado, podrían potenciar una sistemática de incentivos perversos para la estabilidad del sistema.

### 1.3 Objetivos complementarios

Para la consecución del objetivo principal, son necesarios los siguientes objetivos complementarios:

1. Realizar una revisión bibliográfica de los estudios publicados hasta la fecha, relativos a la valoración inmobiliaria en el ámbito financiero y la casuística que influye en el comportamiento de los distintos agentes que intervienen en el proceso de valoración de garantías de préstamos hipotecarios.
2. Analizar la interrelación de los mercados inmobiliarios y financieros en las crisis bancarias.
3. Determinar la relevancia de la valoración inmobiliaria en los procesos de generación de burbujas económicas.
4. Estudiar las diferentes formas de presión sobre los tasadores, de acuerdo a las evidencias internacionales descritas en la literatura.
5. Analizar diferentes modelos de comportamiento entre los tasadores, los clientes, los bancos y otros intermediarios.
6. Describir los diferentes sistemas de valoración inmobiliaria existentes en el mundo
7. Estudiar la metodología de los diferentes modelos de análisis espacial
8. Determinar la existencia de correlación espacial en los precios de tasación de las viviendas para la justificación de los modelos a utilizar
9. Desarrollar una serie de modelos predictivos del valor de la vivienda y seleccionar el que ofrezca mejores resultados.
10. Descripción de las viviendas en edificios plurifamiliares en la provincia de Valencia
11. Obtención de los parámetros de homogeneización en el método de comparación, al objeto de contrastar la correcta aplicación del método.
12. Desarrollo de un modelo de inferencia de los errores estadísticos de los modelos para detectar diferencias de valoración entre sociedades.

## 1.4 Estructura de la Tesis Doctoral

La presente Tesis Doctoral se ha estructurado en 4 bloques claramente diferenciados. En el primero correspondiente al planteamiento y objetivos se incluyen 5 capítulos en los que se describen los objetivos de la Tesis, la interrelación de los mercados inmobiliarios y financieros, las evidencias de presión de los tasadores, los modelos de comportamiento y factores que afectan a la calidad de las tasaciones, así como los sistemas de valoración inmobiliaria.

Una vez establecido si existe o no un problema generalizado en cuanto a la certificación de los valores de tasación para las finalidades financieras, en el bloque segundo se describe en un capítulo la fuente de información utilizada y en otro metodología a seguir para desarrollar modelos que permitan detectar cómo afectan esas presiones a las valoraciones realizadas por diferentes sociedades de tasación en el ámbito de la provincia de Valencia. Para ello se ha realizado el trabajo en dos fases: en una primera fase, el objetivo buscado consiste en especificar el mejor modelo posible para estimar los valores totales de los inmuebles.

El análisis realizado ha consistido inicialmente en la especificación de un modelo de regresión hedónica, cuya metodología y aplicación para el mercado de la vivienda por diferentes autores ha sido analizada por **Thanasi (2015)**.

Para la obtención del modelo, se parte de un desarrollo inicial del método de MCO (Mínimos Cuadrados Ordinarios), en el que no se contemplan la autocorrelación espacial del valor de las viviendas, para posteriormente realizar modelizaciones más avanzadas, mediante la aplicación del método de los momentos o del método de máxima verosimilitud, y desarrollando diferentes modelos de econometría espacial, hasta alcanzar el mejor modelo predictivo.

Una vez que se ha dispuestos de este modelo, se obtienen los errores estadísticos del modelo seleccionado y del resto de modelos, y se pasa a la siguiente fase de inferencia.

Esta segunda fase tiene por objetivo determinar mediante diferentes modelos de regresión espacial, los coeficientes de cada sociedad (como variables independientes), tomando como variable dependiente los errores obtenidos en la fase anterior.

A continuación, en el bloque tres se recogen los resultados describiendo los modelos obtenidos y su selección, y el bloque 4 las conclusiones y discusión.

## Capítulo 2

# LA INTERRELACIÓN DE LOS MERCADOS INMOBILIARIOS Y FINANCIEROS EN LAS CRISIS BANCARIAS

“Sin dinero, no hay burbuja” Leo Grebler (fundador del Housing Economics, 1956).

## 2.1 Burbujas inmobiliarias

“Los ciclos de auge y caída en los mercados inmobiliarios han sido factores importantes en las crisis financieras sistémicas y, por lo tanto, deben estar a la vanguardia de la política macroprudencial. La naturaleza geográficamente diferenciada de las fluctuaciones del mercado inmobiliario, implica que estas políticas deben ser granulares entre regiones y países” (**Hartmann, 2015**).

**Kindleberger y Aliber (2005)** realizan un detallado repaso de las diferentes crisis acaecidas en el mundo occidental, desde la burbuja holandesa de los bulbos de tulipán de 1636 hasta nuestros días, adentrándose en los aspectos psicológicos que mueven a los agentes económicos a actuar de un modo tan poco racional.

De las 10 crisis que citan, 3 se corresponden con el mercado inmobiliario:

6ª. La burbuja inmobiliaria de Japón de 1985–1989

7ª. Las burbujas inmobiliarias de 1985–1989 en Finlandia, Noruega y Suecia, y

8ª. Las burbujas inmobiliarias de 1992–1997 en Tailandia, Malasia, Indonesia y otros países asiáticos.

No cita, pues ha sido con posterioridad, la mayor burbuja inmobiliaria de la historia generada entre 2000-2007 en EE.UU., Reino Unido, Irlanda, Portugal o España, entre otros.

**Leung (2004)** realiza una exposición de diferentes estudios realizados que vinculan el mercado inmobiliario con la macroeconomía (recaudación impositiva, ciclos de vivienda y ciclos de negocios). Observa que, a pesar de tratarse de una crisis global, en 9 países analizados se muestra una evidencia débil sobre la existencia de un mercado de vivienda global, en el sentido de que la respuesta en dichos países sea similar a largo plazo a cambios macroeconómicos similares. **Adams y Fuss (2010)** han analizado, mediante datos de panel, en Australia, Bélgica, Canadá, Dinamarca, Finlandia, Francia, Reino Unido, Irlanda, Italia, Holanda, Nueva Zelanda, España, Estados Unidos, Noruega y Suecia, cómo las variables macroeconómicas afectan significativamente a los precios de la vivienda. En particular, un aumento del 1% en

la actividad económica eleva la demanda de viviendas y, por tanto, los precios de la vivienda a largo plazo en un 0,6%. Un aumento en los costes de construcción tiene un impacto medio a largo plazo del 0,6% sobre los precios de la vivienda, al reducir el suministro de viviendas, lo que conduce a un aumento de los alquileres y, por tanto, de los precios de la vivienda. Por último, un aumento de la tasa de interés a largo plazo hace que otros activos de renta fija sean más atractivos en relación con la inversión inmobiliaria residencial, reduciendo la demanda de este tipo de inversión, que a su vez reduce los precios de la vivienda en el largo plazo.

Además, señalan que la velocidad de ajuste al equilibrio puede ser realmente mucho más lento de lo que se ha sugerido anteriormente, y estiman en 14 años un tiempo razonable, teniendo en cuenta la rigidez de los precios de la vivienda residencial. Es por ello que la globalidad de la crisis, es más bien atribuible a las interconexiones de los mercados financieros.

El sector inmobiliario y el financiero han estado siempre estrechamente relacionados con las crisis bancarias. El sector inmobiliario ha sido el detonante de las crisis más severas posteriores a la segunda guerra mundial, aunque también influyó en las que precedieron a la gran depresión (**Daher, 2013**).

**Agnello y Schuknecht (2011)** señalan que el boom reciente de la vivienda ha sido el más largo en las últimas cuatro décadas y sugieren que los créditos a las familias han podido tener una influencia significativa en los auges y caídas de los precios de la vivienda durante el periodo 1980-2007. También analizan, a partir de datos de precios de los principales países desarrollados, los determinantes e implicaciones de las subidas y caídas en los ciclos económicos. Observan que el ciclo de subida es, de media, de 7 años, al igual que la fase del ciclo de bajada. Las variables que consideran en su modelo para explicar las subidas y caídas de los precios de la vivienda son: crecimiento de la renta real per cápita, nivel de intereses a corto plazo, crecimiento del crédito al sector privado y la tasa de crecimiento de la población activa. Finalmente observan que la desregulación favorece la generación de crisis bancarias

**Klotz et al (2016)** analizan la importancia de las condiciones financieras para la formación de burbujas en Grecia, Irlanda, Portugal y España. En particular, resaltan la importancia de los tipos de interés y del volumen de hipotecas para adquisición de viviendas. Igualmente **Cerruti et al (2017)** observaron una estrecha relación dinámica entre el crédito de los hogares y el auge de los precios de las viviendas.



La mayor facilidad en el movimiento de capitales unido a los procesos de titulización, han propiciado la transmisión de las crisis por todo el mundo. Señala **Daher (2013)** que la titulización, incrementando su “transabilidad” y liquidez, “financiarizó” al sector inmobiliario a la vez que “inmobiliarizó” al sector financiero, que ha acusado, demostrada y recurrentemente, una mayor vulnerabilidad a los ciclos de precios de la vivienda y a las burbujas inmobiliarias que a las bursátiles.

**Wachter (2015)** resalta, no obstante, que ha habido diferencias en la financiación de la burbuja de crédito europea y americana. Mientras la primera se basó en el riesgo bancario, principalmente financiado mediante emisiones de “covered bonds” (cédulas hipotecarias fundamentalmente en España), en EE.UU., la financiación se obtuvo principalmente por el mercado de capitales mediante MBS (Mortgage backed securities).

La relevancia macroeconómica del sector inmobiliario en la generación de empleo, en la interconexión con otros sectores y en el peso en la economía, ha agravado aún más estos efectos. La expansión del sector inmobiliario produce notables incrementos sobre el PIB. Los precios de la vivienda pueden constituirse en los primeros y más asertivos indicadores de alerta temprana de las crisis bancarias.

El informe sobre la crisis financiera y bancaria en España, 2008-2014 (**Banco de España, 2017**), señala que *“el sustancial aumento de la demanda de viviendas que se observó durante esos años, estuvo favorecido por la existencia de unas perspectivas de rentas futuras elevadas, la mejora de la accesibilidad al crédito hipotecario —gracias, entre otros factores, a los reducidos tipos de interés y a la ampliación de los plazos de vencimiento— y el notable aumento de la población. La consiguiente dinámica alcista de los precios contribuyó también al dinamismo de la demanda, propiciando unas mayores expectativas de revalorización de los inmuebles y facilitando un incremento de la oferta de crédito respaldada por esa evolución de los precios y de los activos inmobiliarios”*.

*La oferta de viviendas respondió, con cierto retraso pero notable intensidad, a ese incremento de la demanda, favorecida igualmente por la holgura en las condiciones de acceso al crédito por parte de los sectores de promoción inmobiliaria y construcción, la disponibilidad de suelo urbanizable, que se vio impulsada por varios cambios normativos introducidos a partir de finales de la última década del siglo pasado, y por la abundante oferta de mano de obra, alimentada por los fuertes*

*flujos migratorios. Todos estos factores permitieron, en el contexto que se ha descrito de notable fortaleza de la demanda, un aumento muy acusado de la inversión en vivienda. De hecho, en porcentaje del PIB, ésta casi se dobló durante los años 2000-2007, hasta alcanzar un máximo del 12 % (más de 5 pp por encima del registrado en el área del euro). La inversión en construcción no residencial (obra pública y obra civil) se incrementó en 1,4 pp. , mientras que el número de trabajadores afiliados a la Seguridad Social en el sector de la construcción creció en más de un millón y las viviendas iniciadas en 2007 superaron las 600.000”.*

En definitiva, el aumento de la demanda de viviendas se produce favorecido por factores financieros y no financieros; pero dicho incremento auspicia, a su vez, las expectativas de incrementos de precios y, por lo tanto, acaban generando una burbuja especulativa.

### **2.1.1. La definición de burbuja inmobiliaria**

En consecuencia, el estudio y análisis de la formación de burbujas inmobiliarias ha sido objeto de un profundo análisis por muchos autores a partir del segundo lustro de la década pasada. En todos los casos, la interrelación sector inmobiliario/sector bancario-financiero está presente.

Pero ¿Qué se entiende por burbuja inmobiliaria? La pregunta puede parecer sencilla, pero durante los años en los que las economías vivían envueltas en la burbuja, no se identificaba ésta con claridad y fue negada por instituciones, prensa y gobiernos.

Un episodio de auge y recesión (boom and boost), no necesariamente supone una burbuja; el auge de precios en sí mismo no es un fenómeno negativo, y la recesión que le sigue es natural dentro de los ciclos de los negocios.

Se entiende que la burbuja de un activo supone un incremento de su precio y de su nivel de ventas continuado y desproporcionado, que sufre un proceso de aceleración que finaliza de forma abrupta, colapsando el precio del activo (este colapso puede retrasarse si el número de operaciones de venta se reduce debido a que los activos están en manos de pocos oferentes, o si se arbitran soluciones tipo “banco malo”).

Una vez definido el concepto de burbuja, cabe preguntarse ¿es posible obtener una medición de la burbuja en las fases de recuperación o de auge? ¿Es posible

cuantificar el efecto de la burbuja sobre la economía en la fase de recesión y estancamiento?

### *2.1.2. Medición de burbujas inmobiliarias*

Se dice que hay una burbuja si el precio del activo es mayor que lo que puedan justificar los fundamentales. Para ello, y para su medición, es necesario identificar qué parte del precio se justifica por los fundamentales. Un primer problema, consecuentemente, es establecer cuáles son los precios determinados por dichos fundamentales.

**Bellod (2011)** clasifica los modelos de detección de burbujas como estructurales y no estructurales. Los primeros parten de la idea de que en los mercados de activos la detección de una burbuja puede abordarse descomponiendo el precio en dos elementos: una parte “fundamental”  $f_t$  y una “burbuja”  $b_t$ , de modo que el precio es  $p_t = f_t + b_t$ .

Como los términos  $f_t$  y  $b_t$  no son variables observables, lo habitual ha sido tratar de estimar  $f_t$ , obteniendo como residuo  $b_t$ , en caso de existir la burbuja. A partir de aquí surgen enfoques alternativos para la estimación de  $f_t$ , el “macroeconómico” y el “financiero”.

En el “enfoque macroeconómico” se entiende por precio fundamental aquel que es consistente con variables macroeconómicas típicas, como la evolución del PIB, la población o los tipos de interés. Más concretamente, sería el que viene determinado en una relación de largo plazo por tales variables.

Las burbujas especulativas racionales ocurren cuando hay unas excesivas expectativas de crecimiento de precios, que conducen a rápidas sobrevaloraciones de los activos. En el caso del sector inmobiliario, los inversores continúan en el mercado porque esperan mayores incrementos de precios, no por su rentabilidad intrínseca.

En esta estrategia subyace el supuesto de que la especulación sobre un activo afecta a la evolución de su precio, pero no a la economía en su conjunto, lo cual nos permite aislar esas variables que se han denominado “fundamentales”. A este

enfoque pertenecen trabajos como los de **Levin y Wright (1997 a, b)**, **Muellbauer y Murphy (1997)**, **Riddel (1999)** ó **Case y Shiller (1989)**. Los modelos de cointegración son los más comunes en este enfoque.

El modelo de cointegración se basa en que, si dos o más series se mueven conjuntamente a lo largo del tiempo y las diferencias entre ellas son estables (es decir estacionarias), aun cuando cada serie en particular contenga una tendencia estocástica y sea por lo tanto no estacionaria, se dice que están cointegradas. De aquí que la cointegración refleja la presencia de un equilibrio a largo plazo hacia el cual converge el sistema económico a lo largo del tiempo. Las diferencias (o término de error) en la ecuación de cointegración se interpretan como el error de desequilibrio para cada punto particular de tiempo. **Campbel y Schiller (1987)** introdujeron los test de cointegración.

En lo que respecta al “enfoque financiero”, también en el ámbito de los modelos estructurales, considera que el “precio fundamental” es el que resulta consistente con el valor presente descontado del flujo esperado de dividendos (rentas de alquiler) que obtiene el propietario de un activo (en este caso la vivienda). De este modo se establece la existencia de una burbuja basándose en la desviación de las relaciones precio/renta o precio/ingreso, de su tendencia a largo plazo (**Shiller, 2000; Leamer, 2002; Gallin, 2008**).

Explicados los modelos de detección de burbujas estructurales, los modelos no estructurales nos remiten directamente a la definición más o menos formal de burbuja y al papel clave que juega la información en la formación de los precios del activo. Se trata de un enfoque vinculado estrechamente a la “Teoría de las Expectativas Racionales”, y cuyos principales exponentes son los trabajos de **Shiller (1981, 2000)**, **LeRoy y Porter (1981)**, **Blanchard y Watson (1982)** ó **West (1987)**. En este ámbito considera **Bellod (2011)** de especial interés el Test de Límite de la Varianza y el Test de Supervivencia (Test de Rachas).

El Test de Límite de la Varianza (Variance Bounds Test) (**Shiller, 1981; LeRoy y Porter, 1981; Blanchard y Watson, 1982**) se basa en la idea de que la ausencia de burbujas especulativas limita el posible valor de la varianza de la serie de precios de un activo.

El Test de Supervivencia o Test de Rachas (Duration Dependence Test) aplicado a las burbujas racionales ha ganado gran popularidad a partir del trabajo de **McQueen**

y **Thorley (1994)**. En general, una racha es un conjunto de observaciones o realizaciones del mismo signo. Según estos autores, es de esperar que cuando una burbuja se gesta y se expande, se observe que el activo arroja una racha de rentabilidades “excesivas” o “anormalmente elevadas”, racha que se trunca cuando la burbuja se colapsa. Esta formulación conecta con el concepto de burbuja popularizado por **Kindleberger y Aliber (2005)**: las burbujas no sólo implican el crecimiento sino el crecimiento acelerado del precio de los activos. En términos más formales, si el precio de un activo contiene burbujas, la probabilidad condicionada de que una racha finalice, dada su duración, será función decreciente de la duración de la racha.

### *2.1.3. Resultados empíricos internacionales*

A continuación, se realiza un repaso de los diferentes países en los que se han detectado burbujas, utilizando las herramientas anteriormente referidas.

En Hong Kong, que es considerado como uno de los mercados inmobiliarios más volátiles del mundo, **Yiu et al. (2013)** aplican el denominado modelo PSY, desarrollado por **Phillips, Shi y Yu (2012)**. El modelo se basa en considerar que los incrementos de valor son debidos a la relación entre el precio del inmueble y el valor en renta de años anteriores, y se incluiría entre los modelos estructurales financieros. Definen la burbuja inmobiliaria como una diferencia significativa entre el precio pagado y el valor por fundamentales del inmueble, obtenido por descuento de flujos futuros. En estos casos, se dice que la burbuja racional está presente y el precio del activo se descompone en un componente fundamental y otro componente especulativo. El modelo identificó la conocida burbuja inmobiliaria de 1997 y además identificó otras 9 burbujas entre 1994 y 2011, incluyendo 2 periodos de burbujas negativas.

Para 6 países emergentes de Asia: Hong Kong, China, Taiwán, Malasia, Corea, y Japón, **Hui, Wang y Wong (2014)** han observado que la integración de los mercados de titulización inmobiliaria propicia la creación de burbujas, medidas dentro de los denominados modelos estructurales, y a través de indicadores de incrementos de los valores esperados y del riesgo esperado en los mercados.

En Brasil se han realizado varios análisis. **Oliveira y Almeida (2014)** realizaron un test de burbuja para la economía brasileña, tomando como variable el índice de precios de FipeZap (un popular portal inmobiliario de Brasil). En concreto aplican

tests de la raíz común y de cointegración avanzados, basados en la “Teoría de las Expectativas Racionales”, que, de acuerdo con la categorización señalada, entraría en los denominados modelos no estructurales. La ventaja es que se puede establecer el origen y el final de las burbujas, que en Rio de Janeiro identifican entre 2010 y finales de 2012, y en Sao Paulo comienza a partir de 2009, sin que en 2014 hubiese finalizado.

Para igual periodo, **Netto et al. (2015)**, realizan un análisis a largo plazo de los índices de precios de vivienda en Brasil, aplicando el modelo de cointegración de Johansen, a partir del referido índice de precios de FipeZap. Se contrastaron las variables del mercado inmobiliario con el referido índice, y se aplicó el modelo para evaluar la existencia de burbujas en el mercado en Sao Paulo y Rio de Janeiro. En esta última se detectó una burbuja para el periodo analizado (2008-2013), algo más amplia que la detectada por **Oliveira y Almeida (2014)**.

**Bianconi y Yoshino (2010)**, en un estudio realizado sobre sociedades inmobiliarias cotizadas en Brasil, entre 2006 y 2010, que se puede englobar entre la metodología no estructural, encuentran una relación negativa entre la prima (rentabilidad) y la volatilidad (riesgo) en el mercado inmobiliario para el período analizado, lo que indica que a diario el mercado tiene, en promedio, oportunidades adicionales para el arbitraje a corto plazo. Esta circunstancia, señalan que puede favorecer la dinámica del mercado de creación de burbujas, de modo que cuando la rentabilidad de una empresa se aparta de los límites normales, se favorece la existencia de auges o de caídas en los valores de dicha sociedad.

En Nueva Zelanda, **Greenaway-McGrevy y Phillips (2016)** han aplicado también la metodología el modelo de cointegración de Johansen, y observan evidencia de burbujas episódicas en su mercado inmobiliario durante las últimas dos décadas. Los resultados muestran evidencia clara de una burbuja inmobiliaria neozelandesa de base amplia, que comenzó en 2003 y se derrumbó a mediados de 2007, con el inicio de la recesión mundial y la crisis financiera. También se desarrollan nuevos métodos de análisis del contagio del mercado. Una de sus principales conclusiones es: que la carestía de los inmuebles neozelandeses en relación con los ingresos potenciales en los alquileres, es, en parte, debido a la sostenida exuberancia del mercado que produjo la prolongada burbuja generada en los precios de la vivienda durante la última década y que ha continuado a través de más recientes burbujas locales acaecidas desde 2013 (región de Auckland).

En EE.UU., **Nneji et al. (2013)** señalan dos tipos de burbujas durante el último ciclo: burbujas intrínsecas (si el precio se aparta del valor por renta del inmueble) y burbujas especulativas racionales (el componente especulativo del precio se dispara). Revelan la evidencia de una burbuja intrínseca en el mercado pre-2000, de modo que una sobre-reacción a cambios en las rentas contribuyó a una sobrevaloración de los precios del mercado inmobiliario. Asimismo, encuentran evidencias de burbujas periódicas colapsando el mercado post-2000.

Por otro lado, apuntan a que hay implicaciones políticas que influyen localmente sobre los mercados. Así, algunos estados, como Texas, han adoptado políticas fiscales que desincentivan las actividades especulativas. No obstante, ni todos los estados ni todos los individuos muestran iguales comportamientos. Para analizar estos diferentes comportamientos, se desarrollaron los modelos basados en agentes (MBA).

Un MBA es un tipo de modelo computacional que posibilita la simulación de acciones e interacciones de individuos autónomos dentro de un entorno, y permite determinar qué efectos producen en el conjunto del sistema. **Takahashi (2012)** analizó la influencia de la dispersión de las valoraciones en los mercados financieros, teniendo en cuenta varios aspectos del mercado financiero real (restricciones financieras, estrategias de inversión, etc.). Como resultado de experimentos intensivos en el mercado, llega a la conclusión de que la dispersión de las valoraciones de los fundamentales tiene poco efecto en el mercado cuando no existen restricciones financieras.

En cuanto a la formación de la burbuja china, **Howden y Li (2015)** indican que la coexistencia de una política monetaria débil y tasas de interés artificialmente bajas, han hecho que el mercado inmobiliario sea bastante tentador para los promotores inmobiliarios. La sobreconstrucción y el exceso de consumo en el sector de la vivienda coinciden con el análisis de la estructura de capital que los economistas austríacos tratan como el núcleo de su Teoría del ciclo económico. Junto con el crecimiento del sector financiero que facilita el crédito, el reciente patrón de crecimiento económico de China es, en gran medida, compatible con un auge de estilo austríaco (una expansión artificial del crédito, es decir, no respaldada por ahorro voluntario previo y, mediante la manipulación a la baja del tipo de interés, tiende a aumentar la inversión y a crear un falso auge económico, dado que los precios relativos han sido distorsionados por la mayor masa de dinero circulante en la economía) y puede ciertamente ser descrito como insostenible.

Más cercano es el caso de Irlanda. **O’Riain (2012)** considera que “la crisis económica de Irlanda es fundamentalmente una crisis financiera, originada en una burbuja crediticia y de activos que derrumbó el sistema bancario y trajo consigo crisis fiscal, económica y social”. La entrada en el Euro, propició la entrada de inversión extranjera directamente a los bancos irlandeses, que facilitó la financiación inmobiliaria y la consiguiente creación de la burbuja.

Para analizar estadísticamente la burbuja, **Gallagher et al. (2014)** han aplicado la metodología PSY, indicada anteriormente, a Irlanda del Norte y la República de Irlanda, y señalan cómo el modelo permite detectar las burbujas en ambos países. En Irlanda, entre el segundo trimestre de 1996 e igual periodo de 2007, se observa una fase de fuerte intensidad de la burbuja, si bien hay efectos mayores detectados a finales de 1990, y en los primeros 2000. Para Irlanda del Norte se detecta una intensa burbuja entre el tercer trimestre de 2005 y el primero de 2009, alcanzando la máxima intensidad en el segundo trimestre de 2007.

Un aspecto interesante, y poco estudiado, es el del papel de los medios de comunicación respecto a la información de la burbuja inmobiliaria. Para el periodo comprendido entre 1999 y 2011, **Mercille (2013)** ha examinado el papel de los medios en Irlanda, y llega a la conclusión de que los medios Irlandeses, como parte del sistema político e institucional, arroparon bajo la figura del Tigre Celta la enorme “financialization” de la economía y la gran burbuja inmobiliaria, envueltas en una implícita ideología neoliberal. Los medios de comunicación, partícipes de este “establishment”, presentaban, en su mayor parte, noticias que sostenían la burbuja. En particular, algunos periódicos fueron parte activa en el apoyo al mercado inmobiliario inflado, adquiriendo sitios web inmobiliarios y recibiendo a cambio ingresos publicitarios vitales desde empresas inmobiliarias. Por otra parte, algunos de sus consejeros eran o habían sido altos funcionarios de la industria financiera y el gobierno, incluidos los bancos profundamente involucrados en la expansión de la burbuja

Finalmente, respecto a España, múltiples autores han analizado las causas y consecuencias de la burbuja inmobiliaria. El ya citado **Bellod (2011)** ha analizado mediante diferentes técnicas si el comportamiento del mercado inmobiliario español entre 1999 y 2007, se debió a una burbuja especulativa. La conclusión es clara: todos los modelos muestran evidentes signos de existencia de burbuja.

#### ***2.1.4. La burbuja en España***



En los últimos años, se han producido 3 burbujas inmobiliarias en España, que **Miralles (2015)** distingue entre fase expansiva y fase recesiva, y establece para los periodos de 1959 a 1972, con fase recesiva de 1972 a 1984; de 1985 a 1990, con fase recesiva de 1991 a 1996, y de 1997 a 2006 con fase recesiva desde 2007 hasta 2013.

Respecto a la última, en 1998 se conjugaban todas las condiciones económicas y financieras necesarias para que se iniciara un nuevo boom inmobiliario en España. En ella se pueden distinguir 4 periodos o fases. La fase de recuperación y de auge, en las que se alimenta la burbuja, y la de recesión y estancamiento en la que se produce el pinchazo de la burbuja, tal como se reflejan en la tabla 2.1.

Tabla 2.1: Variaciones anuales de principales indicadores de la vivienda

FASE DEL CICLO	PERIODOS	PRECIOS VIVIENDA	COMPRA VENTAS DE VIVIENDA	VIVIENDAS TERMINADAS	HIPOTECAS NUEVAS	CREDITO HIPOTECARIO
RECUPERACIÓN	1998-2003	12%	19%	9%	14%	20%
AUGE	2004-2007	11%	5%	9%	6%	24%
RECESION	2008-2010	-4%	-15%	-25%	-20%	1%
ESTANCAMIENTO	2011-2013	-7%	-14%	-51%	-31%	-10%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos INE y Banco de España.

Solo desde 2004, se dispone de estadísticas de compraventas de vivienda e hipotecas, proporcionadas por los registradores.

El periodo 1998-2003 comprende años de gran auge de la demanda de vivienda en propiedad, motivados por la conversión de la vivienda en un activo refugio, unido a la expectativa de obtención de una rápida y elevada plusvalía con la venta del citado activo (lo cual fue profusamente jaleado por la prensa –“la vivienda nunca baja de precio”) y a las grandes facilidades otorgadas por Cajas (fundamentalmente en su etapa inicial) y bancos para financiar la adquisición de una segunda residencia y primeras residencias de colectivos de inmigrantes.

El estallido de la burbuja especulativa de las empresas tecnológicas (abril 2000-diciembre 2002), el atentado de las Torres Gemelas (septiembre 2001), las irregularidades observadas en grandes corporaciones empresariales como Enron y WorldCom (principalmente en 2002) y la expectativa de una guerra contra Irak, hicieron que un elevado número de inversores observaran a las acciones como un

activo de excesivo riesgo (**Escobar, 2014**). Por tanto, desplazaron una elevada proporción de su capital a inversiones alternativas, entre las cuales tuvo gran relevancia la vivienda.

En las fases de recuperación y auge (1998-2007), se produce un sostenido crecimiento de los precios, conjuntamente con una explosión de las compraventas, cuyo ritmo se desacelera en la fase de auge.

En la fase de recesión (2008-2010), se produce una caída sostenida de precios y compraventas, pero mucho mayor en ventas que en precios. Las viviendas terminadas y nuevas hipotecas, tras la fase de subida, sufren un desplome. En la fase de estancamiento (2011-2013), la caída media respecto a la fase anterior es del 51% en viviendas y del 31% en hipotecas. Se genera un desapalancamiento en la fase de estancamiento, con reducción del saldo hipotecario.

En el período 1998-2007, el sistema bancario tuvo una vital importancia en la generación y prolongación de la fase de auge del mercado residencial. Proporcionó abundante crédito a adquirentes y promotores de viviendas y, sin duda, contribuyó de forma decisiva a aumentar, tanto la demanda como la oferta de residencias. La elevada liquidez suministrada fue principalmente consecuencia de tres factores: una gran expansión de las cajas de ahorros, una enorme competencia bancaria y unos tipos de interés muy reducidos.

En este período, la pérdida de soberanía en el ejercicio de la política monetaria contribuyó de forma decisiva a generar una fantástica combinación macroeconómica: un gran crecimiento económico y una escasa cuantía del tipo de interés de referencia.

La combinación de un reducido tipo de interés nominal y una significativa tasa de inflación, convirtió en negativa la tasa de interés real a corto plazo, entre 2002 y 2005.

**Naredo (2010)** considera que el creciente peso del negocio inmobiliario y de la construcción de viviendas e infraestructuras, colaboradora necesaria de ese negocio, corrió en paralelo con el desmantelamiento industrial y agrario observado tras la adhesión de España a la Unión Europea. La construcción se erigió, así, en la verdadera industria nacional, cuyo peso económico se elevaba bien por encima de la media europea, pese a que en España se contara ya con más viviendas y kilómetros

de autopista per cápita que en los otros países de la Unión Europea. Y, finalmente, la sobredimensión de la actividad inmobiliario-constructiva hizo que el pinchazo de la burbuja inmobiliaria fuera mucho más traumático en España que en otros países europeos; pues la financiación de un stock de viviendas tan sobredimensionado exigió tasas de endeudamiento de los hogares y de las empresas del sector muy superiores a las de los países de nuestro entorno.

Según **García Delgado y Martín (2014)**, el fuerte crecimiento del crédito hipotecario para adquisición de viviendas en la fase expansiva del ciclo económico, el actual anclaje del sistema financiero español con el sistema financiero internacional a través de las cédulas y bonos de titulación hipotecaria, el elevado peso de las hipotecas a viviendas en la deuda total de los hogares y los problemas sociales derivados de las ejecuciones hipotecarias por impago, han hecho que el mercado hipotecario de viviendas adquiera una gran importancia en la resolución de la presente crisis económica. Dos son los problemas relevantes: uno, la cantidad de crédito y sus efectos sobre el funcionamiento de la economía española; otro, la calidad de este crédito y sus efectos sobre las entidades financieras y sobre los prestatarios.

**Aspachs-Bracoms y Rabanal (2010)** van más allá de los aspectos financieros señalados, y resaltan como responsables del auge de la vivienda los factores demográficos relacionados con la inmigración y los cambios en la composición de los hogares. Encontraron que la demanda de vivienda y los choques tecnológicos son el principal motor del reciente auge de las viviendas.

El análisis de los parámetros a largo plazo de los mercados, indica la existencia de interdependencia entre los préstamos hipotecarios y los precios de la vivienda en España durante el periodo 1985-2009 (**Gimeno y Martínez-Carrascal, 2010**).

Por su parte, **Jimeno y Santos (2014)** abordan tres características principales de la economía española en el período previo a la crisis:

- 1) Una actividad económica cada vez más sesgada hacia la construcción, el sector inmobiliario y otros sectores no comerciables;
- 2) Un sistema bancario capaz de satisfacer el enorme incremento en la demanda de crédito de los hogares y las empresas, en un contexto de tasas de interés reales muy bajas, con un optimismo excesivo sobre el crecimiento y con grandes facilidades en el empleo de activos reales como garantía de préstamo.

- 3) El recurso a la financiación externa que originó un aumento sin precedentes de las obligaciones con respecto al resto del mundo.

Lo cierto es que durante los pasados lustros, España pasó de una fase de euforia inmobiliaria con crecimientos continuados a tasas exuberantes, para, sin solución de continuidad, acabar realizando un aterrizaje de emergencia en una recesión que dura ya diez años.

De acuerdo a los datos, resulta evidente que en el periodo considerado ha existido una burbuja en el sector residencial en España. El problema surge cuando se trata de medir la referida burbuja en las fases de recuperación y auge.

Las declaraciones públicas de la época muestran, de modo similar a lo señalado para Irlanda por **Mercille (2013)**, el interés en negar la existencia de la burbuja y sus posteriores consecuencias. A modo de ejemplo, se reseñan algunas de ellas, correspondientes al que se ha considerado como período de auge y de inicio de la recesión del ciclo.

2004

María Antonia Trujillo, Ministra de vivienda, “Son unos irresponsables aquellos que piensan que en España existe una burbuja inmobiliaria augurando un brusco descenso en el precio de la vivienda.” [www.abc.es](http://www.abc.es)

2005

Ana Patricia Botín, Presidenta de Banesto, descartó que exista una “burbuja inmobiliaria” en España, y aunque sus previsiones son de una “desaceleración gradual” del precio de la vivienda, indicó que el mercado inmobiliario mantendrá todavía un importante dinamismo apoyado por los bajos tipos de interés y la buena evolución de empleo. [www.finanzas.com](http://www.finanzas.com)

2006

Ángel Gurría, Secretario general de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico), considera que pese a las fuertes subidas del precio de la vivienda en España en los últimos años, no hay ‘ninguna evidencia’ de que los fenómenos especulativos hayan generado una burbuja que amenace con el hundimiento del sector. [www.urbanoticias.com](http://www.urbanoticias.com)

2007

José Luis Malo de Molina, Director del servicio de estudios del Banco de España, descartó de plano que exista el menor riesgo de esa evolución: “Nunca hemos hablado de burbuja inmobiliaria -zanjó-, ni esperamos otra cosa que no sea una suave desaceleración”

2008

Ángel Gurría, Secretario general de la OCDE, señaló hoy que en España “el ‘boom’ inmobiliario está pasando a un aterrizaje mucho más suave que en otros sitios” porque no había “burbuja” especulativa. [www.soitu.es](http://www.soitu.es)

Es evidente que durante la formación de una burbuja hay demasiados intereses coincidentes en que el crecimiento no se frene: promotores, banqueros, ayuntamientos y Gobiernos, e incluso los mismos consumidores-inversores inmobiliarios, y como no, también los tasadores. Todo ello genera vicios en el comportamiento de los agentes involucrados en las áreas relacionadas con la actividad inmobiliaria.

## 2.2. Las malas prácticas durante y después de la burbuja inmobiliaria.

**García Montalvo (2009)** señala que “el factor más importante que explica la intensidad del impacto del pinchazo de la burbuja crediticia en el sistema financiero, está relacionado con los incentivos perversos que plagaban todas las esquinas del sistema de financiación inmobiliaria. El elemento fundamental es el supuesto compartido por todos los participantes en los mercados financieros e inmobiliarios de que los precios nominales de la vivienda no podían caer”. Obviamente, si el mercado empezaba a resentirse comienzan a producirse presiones sobre quienes estiman los valores: los tasadores. **Akin et al. (2014)** detectaron que ante la restrictiva regulación por parte del Banco de España (el LTV no podía superar el 80%), las sociedades de tasación fueron animadas a introducir un sesgo positivo en los valores de tasación para satisfacer a sus propietarios o a sus clientes más importantes (los bancos y las cajas).

**McGreal y Taltavull (2012)** analizan el grado en que los valores de tasaciones hipotecarias reflejan la evidencia del valor de mercado, en pleno boom del mercado inmobiliario español (2005-2006). Si bien detectan elevados niveles de precisión de las valoraciones, se detectan sesgos a la sobrevaloración del inmueble. Observan que, mientras los efectos de las variables intrínsecas de las viviendas tienen un efecto bastante homogéneo sobre el valor, los efectos de las variables de localización y del entorno generan mayores diferencias entre valoraciones.

En EE.UU., **Ben-David (2011)** ha analizado la relación entre las viviendas adquiridas cuando existían restricciones financieras en los compradores y los precios inflados de los hogares, durante el boom inmobiliario de la década del 2000. Durante

el auge de la vivienda, los compradores de vivienda con restricciones financieras inflaban artificialmente los precios de transacción con el fin de obtener hipotecas más grandes.

Algunos trabajos se han centrado en comparar las valoraciones de inmuebles con los precios de compraventa. Así, **Chinloy et al (1997)** observaron unas valoraciones sistemáticamente más altas que los datos de compra, a lo largo del periodo 1975-1993.

Más concretamente, **Bowcock (2015)** señala que las valoraciones hipotecarias han influido sobre el nivel de los precios de la vivienda durante la burbuja de 2000-2008, que ha contribuido enormemente a la siguiente recesión, mucho menor que las anteriores acontecidas en 1972 y 1990. A pesar de una advertencia del Fondo Monetario Internacional en 2004, de que los precios eran demasiado altos y los compradores de viviendas deberían tener especial cuidado, no parece haberse realizado ninguna investigación fundamental sobre la contribución de los responsables de la valoración de la hipoteca. Además, **Agnello y Schuknecht (2011)** constataron que la desregulación de los mercados financieros ha incrementado fuertemente el impacto del sector financiero nacional sobre la aparición de los booms.

A partir de datos de transacciones de Illinois que incluyen ofertas de vendedores para inflar precios, Ben-David (2011) estimó que en 2005-2008, el 16 por ciento de las transacciones apalancadas habían inflado los precios hasta el 9 por ciento. Estas prácticas eran comunes en barrios de bajos ingresos y cuando los intermediarios financieros tenían un mayor interés en la venta.

Distinguen dos tipos de transacciones infladas: la primera, que es legal pero problemática, consiste en que el prestamista permite a las partes incluir “concesiones del vendedor” en el precio de venta que determina la hipoteca a conceder, tales como los costes de venta que son comunicados al prestamista, y afectan entre un 2% y un 6% de la operación. Esto hace que, en la práctica, los precios base de cálculo del valor de tasación estén incrementados en dicho importe.

El segundo tipo de transacciones infladas, consiste en operaciones fraudulentas, más allá de lo que es conocido por el prestamista, puesto que el precio declarado es mayor que la cantidad que recibe el vendedor, e incluyen una transferencia de efectivo o productos del vendedor al comprador (se regala un coche si compra el

piso, se compran los muebles, o se entrega una cantidad para un viaje, por ejemplo). El problema surge si los tasadores hacen “la vista gorda” a estos precios inflados, de modo que los tomen como base para determinar el valor para la concesión de la hipoteca.

**Oliver (2012)** observa cómo sobre datos de 2012, una comparación internacional indica que el ajuste en España ha sido más elevado que en los EE.UU. y Gran Bretaña (con base 100 en el primer semestre de 2007, para España los valores del segundo semestre de 2011 son del 36%, mientras que se sitúan en el 49% para Gran Bretaña; al tiempo que en el primer semestre de 2012 los registros son de 23,5% para España y de 42,4% para los EE.UU.), aunque substancialmente menores que en Irlanda (cuya demanda de vivienda ha caído hasta cerca del 1% de los valores de 2007).

A pesar de ello, en algunos países se empezaba ya a evidenciar el cambio de ciclo. **Chang (2013)** señala que, en un estudio del mercado de Atlanta de 2013, se observan claros síntomas de recuperación, pero que ésta dependerá de los tipos hipotecarios y de la capacidad de compra de futuros propietarios. Una vez más, nos encontramos con las restricciones financieras en la concesión de préstamos, pero se pregunta ¿qué ocurrirá si éstas se levantan?

En EE.UU., **Pavlov y Wachter (2009)**, sobre datos de California, han analizado los mercados subprime y observan que, en los que hay una elevada concentración de prácticas e instrumentos agresivos (tales como préstamos de pago solo del interés, préstamos de amortización negativa, “equity loan” bajos o nulos- siendo la única garantía la vivienda-, y tasa de interés de enganche reducido), muestran riesgos de mayores caídas de precios por caídas superiores de la demanda. Al mismo tiempo, los mercados que disminuyen más después de un shock de demanda negativo tienden a sufrir una mayor retirada de los préstamos agresivos. Estos resultados implican que, la disponibilidad de instrumentos agresivos de préstamos hipotecarios magnifica el ciclo de bienes raíces y los efectos de los choques fundamentales de la demanda.

### 2.3 El riesgo inmobiliario bancario

El riesgo inmobiliario puede definirse como la posibilidad de obtener una pérdida en una determinada posición en inmuebles o garantizada con inmuebles por parte de un Banco.

Dicha pérdida depende por un lado de la probabilidad de impago (*default*), y por otro del valor del inmueble tras dicho impago, adjudicación y posterior venta en su caso.

En el caso de operaciones con garantía de inmuebles, el ratio LTV determinará en un primer análisis las pérdidas posibles, de modo que para unos costes de venta y mantenimiento del 10% por ejemplo, LTVs inferiores al 90% no supondrán pérdida. Sin embargo, dado que no se conoce ni el importe del préstamo en el momento de impago, ni el valor de venta futuro del inmueble, el LTV en el momento de la concesión no permite calcular directamente la pérdida futura.

Dado que las pérdidas van a depender del valor del inmueble en el momento en que se produzca la venta ( $t_v$ ), y ésta se va a producir posiblemente (al menos un porcentaje elevado de las carteras de inmuebles adjudicados) en un momento futuro, para calcular la pérdida, se ha de determinar cuál será el valor del inmueble en ese preciso momento.

La diferencia entre el valor del inmueble en el momento actual ( $t_0$ ), y en ( $t_v$ ), será la pérdida esperada (EL), que a su vez depende de dos factores: la sobrevaloración del mercado (OM), por un lado, y la sobrevaloración de la tasación (OV), por otro.

$$EL = OM + OV \quad [2.1]$$

Las regulaciones que adoptan el valor hipotecario como valor de referencia de las garantías hipotecarias, tratan de minimizar la OM (por ejemplo, la normativa española de valoración ECO/805/2003, establece que dependiendo de las condiciones de mercado, se recorte el valor de mercado hasta un 15%).

El factor de sobrevaloración de mercado puede ser sensiblemente superior al de tasación en las fases de auge y estallido del ciclo, pero este último, sin embargo, puede ser sensiblemente mayor en los periodos de estancamiento, dado que los bancos tratarán de no dañar la imagen de los balances bancarios. El European Systemic Risk Board, estimó para 2007 sobrevaloraciones de mercado para Irlanda del 50% y del 40% para España y Dinamarca.

Consecuentemente, en los momentos de creación de la fase de burbuja es muy relevante el aspecto macro (OM), y en las fases de estancamiento es el aspecto micro el más relevante (OV).



Para determinar las pérdidas sobre primeras hipotecas, **Andersson y Mayock (2014)** han desarrollado estimaciones de severidad de pérdidas esperadas en exposiciones de hipotecas usando datos de Florida durante la Gran Recesión (2007-2012). Es un intento de abordar la selección de la muestra en el contexto de los modelos de pérdida. Su principal contribución consiste en establecer una metodología de valoración diferente a la de aplicar índices a los valores de tasación, dado que éstos recogen situaciones de mercado normales, no aplicables a las situaciones de impago, y tampoco tienen en cuenta las cuestiones idiosincráticas de las propiedades adjudicadas. Adicionalmente, señalan que hay una fuerte correlación positiva entre el periodo de resolución y la pérdida, de modo que, si se tiene en cuenta este aspecto, encuentran severidades de pérdida significativamente más altas y una mayor sensibilidad de la severidad de la pérdida a los valores que lo que reportan otros estudios previos.

**LaCour-Little y Malpezzi (2003)** desarrollaron, a partir de los datos proporcionados por una entidad financiera de Alaska, en los años 80 y 90 del siglo pasado, un modelo de precios hedónicos para estimar el valor “verdadero” de los inmuebles, al objeto de comparar dicho valor con el valor de tasación. Observaron que la sobrevaloración está directamente relacionada con el incremento en la morosidad hipotecaria.

La morosidad (*default*) se define como el incumplimiento del deudor hipotecario de los términos establecidos de tiempo y forma en el contrato. Por ejemplo, el impago de cuotas por más de 90 días. Ante esto, el Banco tiene dos opciones: adjudicarse el inmueble en garantía, o reestructurar los términos de la operación. Si se opta por esta opción, algunos préstamos se “curan”, pero la mayoría acaba en adjudicación por impago.

La pérdida final es el resultado entre el importe de la deuda más los costes de transacción, tales como ingresos perdidos, tasas legales y de comercialización, mantenimiento, etc., que a menudo son relevantes.

Un problema para la determinación de la pérdida es que la tasación que se realizó en el momento de la compraventa y del préstamo, suele estar sesgada por el valor de transacción. Puesto que el tasador suele tener acceso a dicho valor (si su inicial tasación difiere de dicho importe, tanto el banco como el cliente le mostrarán dicho valor como “valor real” del inmueble).

**LaCour-Little y Malpezzi (2003)** consideran que la pérdida en el valor del préstamo es:

$$\Gamma = L - V - i\gamma - C. \quad [2.2]$$

Donde

$\Gamma$  es la pérdida esperada

$L$  es el importe del préstamo

$V$  es el valor de tasación

$i\gamma$  es la pérdida de intereses para el periodo  $\gamma$ , y

$C$  son los costes de transacción y mantenimiento

Para la especificación del modelo de valoración, se utilizó un modelo semilogarítmico, cuya variable dependiente era el LN(valor real de tasación).

Adicionalmente se incluyen variables de *default* como el LTV actual (CLTV), ratio de deuda sobre ingresos (DTI), el ratio de pago sobre deuda (DSTI), y el error de las tasaciones ( $r$ ).

Las conclusiones que obtienen es que, una menor calidad de las tasaciones (un mayor error en la valoración) se asocia con un incremento del riesgo de impago, y que la sobretasación está muy ligada al impago, de modo que cuando se alcanzan niveles de  $CLTV \geq 0,95$  (esto es negative equity, o balance cero, si se quitan en torno al 6% de costes de transacción), resultan impagados el 47% de los préstamos.

**Igan y Pinheiro (2010)** han implementado, a partir del estudio de la base de datos del FMI (International Financial Statistics database), un procedimiento de tres pasos para valorar la exposición al riesgo inmobiliario en bancos comerciales. Primero, se analiza las variables determinantes de la morosidad en los préstamos hipotecarios. Segundo, se adopta una metodología de test de estrés para calcular el impacto sobre la situación de los bancos de cualquier cambio adverso en dichas variables (se calcula que un incremento de 1,3 pp en el interés, supone un descenso del 20% en la distancia para el impago). Finalmente, se realiza un análisis transversal para identificar los bancos más vulnerables. Si bien los resultados no son claramente determinantes de los factores que inciden a la distancia a la quiebra (distance to default-DD), sí concluyen que los bancos con mayor crecimiento y con un mayor

ratio costes/ingresos, son los que parecen experimentar un mayor deterioro de su solvencia.

En relación a la supervisión macroprudencial (sobrevaloración del mercado, OM), **Hartmann (2015)** señala que, dado el importante papel que han desempeñado los mercados inmobiliarios en crisis financieras sistémicas pasadas, éstos necesitan ser objeto de mucha atención por parte de los responsables de la política macroprudencial. El análisis indica que han de ser lo suficientemente granulares como para afrontar el hecho de que los ciclos de crédito inmobiliario pueden exhibir fuertes componentes regionales. Cada vez hay más apoyo teórico y evidencia empírica de que las políticas reguladoras basadas en el prestatario pueden ser eficaces, disminuyendo la credibilidad de las afirmaciones de que no hay suficiente experiencia para aplicar prácticamente dichos instrumentos. En el caso de la UE o la zona del euro, puede haber espacio en un número significativo de países para poner estos instrumentos más claramente en manos de autoridades de política macroprudencial recién creadas, y para crear mecanismos de coordinación para la instrumentación nacional de elementos como el LTV o DTI (debt to income).

**Escobar (2010)** proponen un modelo para medir el riesgo inmobiliario de dos componentes: por un lado, una parte macroeconómica que explique tendencias pasadas y presentes (e.g. a través de modelos econométricos de regresión múltiple) e intente predecir (a través de la aplicación de técnicas univariantes ARIMA (Auto Regressive Integrated Moving Average) o multivariantes VAR (Vector Autoregression) la evolución futura de los valores de los inmuebles; y por otro lado, una parte microeconómica que, a través de procesos de homogeneización para cada mercado local (e.g. mediante modelos de homogeneización multicriterio), intente establecer el nivel de valor concreto para el inmueble objeto de estudio dentro de la tendencia general.

Consecuentemente, el riesgo inmobiliario presenta un componente macroeconómico (de sobrevaloración del mercado), con una elevada granularidad que genera diferentes ciclos en mercados a nivel regional o incluso local, y, por otro lado, un componente microeconómico (de sobrevaloración de la tasación), que dependerá de la calidad de las tasaciones.

# Capítulo 3

# EVIDENCIAS DE PRESIÓN SOBRE LOS TASADORES

“He who pays the piper calls the tune”. Proverbio

### 3.1. Estudios empíricos sobre las presiones efectuadas a los tasadores.

Uno de los problemas que más repetidamente se ha analizado respecto a la calidad de las tasaciones, es el que afecta al sesgo en las valoraciones, originado por la acomodación del tasador a los requerimientos de otro agente interesado en la valoración. Es la máxima de que “quien paga manda”, aunque a veces el asunto es algo más complejo.

**Klamer et al. (2017)** han realizado una investigación sobre toda la literatura relativa al sesgo de valoración en las tasaciones publicados en los últimos 30 años. Sobre un total de 75 publicaciones relativas al comportamiento en la valoración de las tasaciones, se descartaron aquellas que no disponían de evidencias empíricas, las que no valoraban el comportamiento, las que no hacían referencia al valorador, y las que se basaban en los resultados de valoración como proxy del comportamiento del tasador.

El sesgo de valoración del tasador, se define como la desviación de los procedimientos de valoración establecidos para el tratamiento de la información. Los sesgos pueden ser de dos tipos: intrapersonales e interpersonales.

Los primeros se refieren a aspectos relativos a la toma de decisiones de acuerdo a la información procesada, incluyendo la influencia de referencias previas. Los dividen entre inconsistencias del proceso de valoración, y sesgos relacionados con la heurística (experiencias previas, reacciones emocionales, ...).

Los segundos afectan a la percepción del rol de los tasadores frente a la presión del cliente (un *feed-back* positivo del cliente refuerza profesionalmente al tasador, mientras uno negativo estimula la percepción del rol de validador de precios), y a las presiones de revisión del valor.

La primera cuestión discutida es si se puede afirmar que se produce de un modo generalizado, no anecdótico, un sesgo de valoración del tasador.

Entre los estudios que han tratado de demostrar la existencia de sesgo de valoración, se encuentra el realizado por **Shi-Ming (2002)** que ha analizado si existe presión de los clientes sobre los tasadores en Singapur. Particularmente, la presión ejercida sobre los tasadores por los distintos agentes que intervienen en el circuito de la compraventa y financiación de inmuebles. El estudio se ha basado en una encuesta y

se seleccionaron 47 tasadores de las sociedades registradas en el SISV (Singapore Institute of Surveyors and Valuers) de los que 34 respondieron a la encuesta (el 72%).

La metodología<sup>2</sup> empleada se basa en cuatro escenarios que muestran las posibles combinaciones entre el tamaño del cliente (Grande/pequeño) y el tamaño del ajuste (Grande /pequeño) y contempla dos aspectos:

- La cantidad de presión ejercida
- El riesgo asumido de sufrir medidas disciplinarias.

Para ello se han utilizado 2 variables proxy:

- Nivel de ingresos que proporciona el cliente (tamaño del cliente): <5% ; >30%
- Subidas de valor sobre el inicial estimado (tamaño del ajuste): <5%; 15%-20%

El estudio evidencia que existe presión a los tasadores para alterar los valores. De no hacer caso a las presiones, se busca otro o se amenaza con reducir negocio.

Los agentes que han realizado esta presión aparecen en la tabla 3.1.

Tabla 3.1: Agentes que presionan a los tasadores

CLIENTE	% DE CASOS
<b>PARTICULARES</b>	76% 26/34
<b>BANCOS</b>	53%
<b>HDB VPO SINGAPUR</b>	38%
<b>FINANCIERAS</b>	24%
<b>PROMOTORES</b>	18%
<b>APIS</b>	3%
<b>CIAS SEGUROS</b>	0

<sup>2</sup> El modelo de regresión empleado es:  $P_i = \beta_0 + \beta_1(X_1) + \beta_2(X_2) + \beta_3(X_1X_2) + error$

- $P_i$  = determina si se revisa o no el informe
- $X_1$  = tamaño
- $X_2$  = Ajuste
- Resultado: (si/no) si = se revisa (si se revisa/nº de informes)

	Se revisan 27/34 (79%)	Tamaño de cliente	
		pequeño	Grande
Tamaño del ajuste	pequeño	1/7	3/7
	Grande	2/6	1/7

Es decir, a un cliente grande, se le revisa el informe por un ajuste pequeño 3/7 veces.

No obstante lo anterior, el estudio señala que estadísticamente no hay evidencia de que se modifiquen los informes por ninguno de esos factores.

Otro estudio sobre la existencia de sobretasaciones de forma generalizada, lo realizó recientemente para EE.UU., **Tzioumis (2015)**. En este caso, se han analizado tasaciones de un banco en el periodo 2005-2006, al objeto de determinar si aparece alguna evidencia de asociación entre patrones de inflación de tasaciones y volumen de facturación del tasador.

Consecuentemente, se han testeado 3 hipótesis:

1. El número de encargos se incrementa si se inflan las tasaciones.
2. Se produce una expulsión de los mejores y más conservadores tasadores.
3. Las tasaciones solicitadas por los propios tasadores son más altas.

De estas tres cuestiones, excepto la primera referente al número de encargos, y solo en algunos casos muy minoritarios, no se ha obtenido evidencia de su significación estadística.

**Achu (2011)** ha analizado la amplitud e intensidad de la presión a la que se ven sometidos los tasadores en valoraciones para reportes financieros, en Malasia. Para ello analizó 19 entrevistas personales con usuarios y proveedores de tasaciones. En principio, hay razones evidentes de tipo financiero o fiscal para que los clientes ejerzan dicha presión; sin embargo, éstos señalan que la principal razón para interferir en la valoración se debe a su mejor conocimiento del inmueble valorado, y, por tanto, no admiten valores que se separen de los que ellos previamente han considerado. Los valoradores, por otra parte, señalan que están atentos a estas estrategias y son capaces de eliminar dicha influencia. Aspectos tales como, la responsabilidad legal e integridad del tasador y el método de valoración, juegan un papel importante en el proceso de influencia.

En un estudio que combina entrevistas cualitativas con gerentes/propietarios de los principales fondos y sus tasadores, junto a un estudio cuantitativo del número de tasaciones que se incluyen mensualmente en el índice mensual IPD, realizado por **McAllister et al. (2003)** en 1999, en el Reino Unido, se constata que las

restricciones metodológicas e institucionales sobre la evidencia de mercado limitan la posibilidad del tasador para considerar en el valor de tasación otras informaciones que puedan afectar a los valores. Esto, a su vez, afecta a los precios de venta puesto que éstos son influidos por anteriores valoraciones (*anchoring*). No obstante, remarcan que el comportamiento de los “actores” es heterogéneo, de modo que ambas cuestiones no son interiorizadas de igual modo por todos.

Otros autores (**Smolen y Hambleton, 1997; Crosby et al., 2010**) que han estudiado la presión e influencia sobre los tasadores muestran, como conclusiones de las encuestas realizadas, que los tasadores sufren una elevada presión de los bancos y clientes, lo que pone en cuestión su independencia. Los bancos amenazan a los tasadores con pérdida de ingresos. Similares conclusiones se alcanzan (**Levy y Schuck, 2005**) en el estudio realizado en Nueva Zelanda. Aquí, los problemas mencionados anteriormente se acentúan al disponer el cliente la capacidad de revisar los borradores de las tasaciones previamente a su formalización. A igual conclusión llegan otros autores (**Baum et al., 2000**) en un estudio realizado a partir de las encuestas realizadas en el Reino Unido para el mercado de inversores en inmuebles comerciales.

Un ejercicio interesante para determinar la taxonomía del sesgo en las tasaciones de viviendas, fue llevado a cabo por **Díaz y Hansz (2010)**. Sobre una determinada vivienda en Texas, de la cual se conoce su anterior precio de compraventa, se encargan tres pares de tasaciones a 6 tasadores distintos. A uno de los pares no se le ejerce presión, pero al otro se le presiona informándole del precio mínimo por el que el cliente desea que se valore la vivienda. El resultado es que la presión ejercida logra su objetivo en todos los casos, mientras que en las valoraciones en las que no se ha realizado presión sobre el tasador no se aprecian sesgos de valoración.

Varios autores (**Nwuba et al., 2015; Amidu y Aluko 2007**) han analizado el sector de la valoración inmobiliaria en Nigeria. Por un lado, se realizó una encuesta intersectorial, centrándose también en determinados agentes, y, por otro, se realizó un estudio sobre una muestra aleatoria de 120 sociedades de tasación sobre 427 que había registradas. Las conclusiones apuntan a que los medios de influencia sobre la valoración son sutiles y consisten en solicitud de asistencia, la promesa de mantenimiento como sociedad homologada por parte de los bancos y la revelación del importe del préstamo. La existencia de un sector de valoración muy fragmentado, favorece que el sistema de valoración sea más vulnerable a las presiones de los bancos o de los clientes. Igual ocurre con los tasadores en Taiwan (**Yao Chen y**



**Ming Yu, 2009**), donde las sociedades más solventes y más sólidas resisten mejor las presiones de los clientes. En EE.UU., los investigadores **Kinnard et al. (1997)** o los ya citados **Smolen y Hambleton (1997)**, han observado que la atomización de la industria de tasación, la hace más vulnerable a las presiones de los clientes y genera incentivos financieros para favorecer a los intereses de éstos, ante la elevada competencia para conseguir realizar una tasación.

Estos análisis son coincidentes con el resultado obtenido en un estudio realizado sobre tasaciones en España, entre 2005 y 2010 (**Akin et al., 2014**). Se concluye que, en la época de subida de precios del boom inmobiliario, se incrementaba la presión ejercida por los Bancos y Cajas sobre las tasadoras, de modo que el LTV se ajustara en la mayor medida posible al límite del 80% o en todo caso del 100%. En la fase de caída de precios, sin embargo, no aprecian esta circunstancia en igual medida.

Finalmente, en el estudio sobre la necesidad de nuevas propuestas metodológicas de valoración de la vivienda, realizado por **Alís et al. (2014)**, en el que se formulan una serie de preguntas a expertos en el sector, el 84,9% de los encuestados considera que la valoración inmobiliaria es subjetiva en sus distintos grados; principalmente se debe al tasador (58,5%) más que a la metodología, y el 49% considera que no actúan con independencia.

Una vez determinada la existencia del sesgo de valoración del tasador, se procede a mostrar en cuánto se ha cuantificado dicho sesgo, de acuerdo con la literatura sobre el tema.

**Graff y Young (1999)** han realizado determinados estudios para determinar la magnitud del sesgo del error de las valoraciones, en los que se llega a similares conclusiones: mientras el error aleatorio en las valoraciones se estima en el 2%, el error total puede llegar al 10% de media, en un estudio realizado sobre 747 tasaciones a lo largo de los años 1989-1997. Ello implica un sesgo determinístico, no aleatorio, del 8% aproximadamente. Sin embargo, dicho sesgo no se presenta de igual forma a lo largo del tiempo, sino que se acumula en fases de sobrecalentamiento del mercado, que ocurren cada dos décadas.

**Chinloy et al. (1997)** analizan, por un lado, si existen incentivos para que un tasador se apoye en ofertas superiores a los precios medios de compraventa, y, por otro, trata de determinar si los valores de tasación se suavizan (*smoothing*) de modo que no reflejan la misma brusquedad que los precios de mercado. En el estudio realizado

sobre más de cien mil observaciones, entre enero de 1975 y diciembre de 1993, de tasaciones de hipotecas de Fannie Mae y Freddie Mac, concluye que las tasaciones están sobrevaloradas un 2% de media sobre los precios de compraventa. Asimismo, aunque no de un modo generalizado, se observan evidencias de suavizado en los valores de tasación.

Finalmente trata de establecer cuál sería el método óptimo de actualización de los valores de tasación. En este sentido, indica que no es adecuado metodológicamente, precisamente por lo señalado anteriormente, mezclar valoraciones con transacciones.

En un estudio realizado por **Cho y Megbolugbe (1996)** sobre la base de uno previo realizado por **Lang y Nakamura (1993)**, encuentran que, en más del 80% de los casos, la tasación está entre el 0-5% por encima del precio de compraventa, y únicamente en el 5% de los casos por debajo. Solo cuando las diferencias entre los valores de los precios de transacción y los valores percibidos por el tasador son grandes, se asigna valores significativamente diferentes. De otro modo tienden a ser muy similares. Señalan, no obstante, que no se observan evidencias claras de suavización de valores en las tasaciones, pero que debe profundizarse en su estudio.

**Crosby et al. (2010)** analizan el diferente comportamiento de los tasadores, dependiendo de si los fondos inmobiliarios a los que les realizaban valoraciones eran abiertos o cerrados. En el caso de los primeros, observan un claro incentivo a realizar tasaciones “a la baja”, dado que en muchos casos el fondo solo tenía acceso a la liquidez mediante la venta de activos, de modo que en todo caso los valores de mercado se tenían que contrastar con las ventas periódicamente, y los gestores no deseaban movimientos demasiado bruscos; al contrario que lo que ocurre con los fondos cerrados, que no tenían la necesidad de realizar ventas de igual modo.

Estadísticamente demuestran mediante un modelo de regresión, que los fondos cerrados presentan un coeficiente negativo estadísticamente significativo, siendo la variable dependiente del modelo, los cambios en el valor del fondo.

A este respecto, **Cheng et al. (2011)** apuntan que contrariamente a lo que señalaría la teoría tradicional de suavizamiento (*smoothing*) de las tasaciones, los índices basados en tasaciones, índice NPI (NCREIF<sup>3</sup> Property Index), de 1978-2008, no presentan estos problemas de suavizado, y que, en todo caso, ha de considerarse la

---

<sup>3</sup> National Council of Real Estate Investment Fiduciaries (NCREIF)

heterogeneidad en la información y el comportamiento de los tasadores, pues de otro modo se estaría exagerando el efecto de suavizado de los valores de tasación.

Como se puede ver, en la literatura sobre valoración se han analizado las influencias que sobre los tasadores ejercen los diferentes agentes, pero no hay muchos casos en los que se analice el comportamiento de estos ante hipotéticas presiones.

En algún caso se han realizado modelos para detectar fraudes en la valoración (**Alemán et al., 2008**), o la fiabilidad de los valores de tasación (**McGreal y Taltavull, 2012**), pero no se conoce ningún caso en que se hayan estudiado las diferencias entre diferentes sociedades de tasación, que puedan responder a una política societaria de sobrevaloración de inmuebles.

### 3.2. El papel de las garantías hipotecarias a efectos regulatorios.

En el caso de la banca, los incentivos que provocan la influencia en los tasadores para elevar el sesgo de valoración, radican en que para el banco mandatario (sus gestores), un relajamiento de la cultura de riesgo en pos de un incremento del negocio, supondrá un aumento de las necesidades de capital. Compatibilizar el mayor riesgo con una minimización de las necesidades de capital regulatorio, se consigue reduciendo la “densidad” de los activos por la vía de forzar unos valores de las tasaciones mayores, que reflejen LTV inferiores a los “reales”.

Con los fondos de inversión, el mecanismo es diferente, pero conduce a similares resultados. **Pinto (2013)** analizó una muestra de fondos portugueses de inversión inmobiliaria durante 2003-2009, y observó evidencias de que los gestores de fondos gestionan estratégicamente las valoraciones de activos, con el fin de evitar caídas en el valor del activo neto con un impacto económico significativo en los gestores de fondos cuando se encuentran bajo la mayor presión.

Señala que los conflictos que puedan surgir entre los accionistas de la sociedad de gestión de fondos y los participantes en los fondos, parecen no influir en la discrecionalidad administrativa; ello debería conducir a una reflexión sobre qué mecanismos de gobierno corporativo pueden tener un impacto en la calidad de la información financiera.

Con la crisis financiera actual, los profesionales financieros, los reguladores y los investigadores han cuestionado si el valor razonable contribuyó a la recesión financiera; dado que el uso creciente del valor razonable como criterio de valoración de activos crea un grado de subjetividad en los datos contables. El estudio evidencia el impacto económico de la discreción gerencial e investiga los factores que influyen en el comportamiento oportunista de los gerentes. Los auditores y tasadores deben desempeñar un papel clave en la protección de las partes interesadas relacionadas con la viabilidad y la rentabilidad de una organización.

**Marshall (1992)** ha analizado los hechos que condujeron a la crisis de los años 80 de las cajas de ahorros en EE.UU., y discute el papel de los tasadores en este proceso. Concluye que esta crisis sirvió para detectar y resolver problemas crónicos de la profesión. No obstante, ello no fue óbice para que, en los comienzos del siglo XXI, se produjeran hechos similares. **Carswell y Bachtel (2007)** analizan los efectos del fraude hipotecario en EE.UU. generado al inflar el valor de los activos inmobiliarios, tanto en el vecindario, como en la administración pública.

**Shi y Zhang (2015)** han medido, a partir de datos de 2009 de las sociedades de seguros de hipotecas americanas, el sesgo entre el valor de tasación para una refinanciación, con posterioridad al establecimiento del código de conducta de valoración residencial en EE.UU. (HVCC<sup>4</sup>), y el valor de compraventa en una transacción anterior a dicho código. Evidencian diferencias entre las valoraciones en los préstamos refinanciados para las GSE's (Government sponsored Entities), en las que se aplica el HVCC, respecto a las que no se aplica, y señalan la importancia de tasaciones independientes y no sesgadas.

En el Reino Unido, **Bowcock (2015)** ha analizado el papel de la valoración inmobiliaria y el nivel de precios de las viviendas. No observa tanto un problema por la posible sobrevaloración, como en los casos analizados en EE.UU. y otros países, sino por el riesgo de mercado. Concluye que el nivel de precios es directamente

---

<sup>4</sup> El HVCC (Home Valuation Code of Conduct) nació de un acuerdo entre el Fiscal General del Estado de Nueva York, la Oficina de Supervisión Federal de Empresas de Vivienda, Fannie Mae, y Freddie Mac. En 2007, el Procurador General de Nueva York, Andrew Cuomo, presentó una demanda contra First American Corporation y su filial tasación eAppraiseIT, acusándolos de permitir que Washington Mutual (WaMu) presionara a los tasadores para que cambiaran los valores, utilizados para los informes de tasación de WaMu. El Procurador General Cuomo citó a Fannie Mae y Freddie Mac con el fin de conocer más acerca de los préstamos comprados de bancos como WaMu y los procesos de valoración que utilizaron. Un resultado de la investigación fue el HVCC. A partir del 1 de mayo de 2009, cada préstamo eventualmente comprado por GSE (Fanni mae y Freddy mac –Government sponsored Entities) debe estar en conformidad con el HVCC. En caso de que los prestamistas no cumplan con el HVCC, se les prohibirá vender hipotecas a las GSE. Además, si posteriormente se descubre que un prestamista ha violado las disposiciones del HVCC, después de que se vendiera dicha hipoteca, se requerirá recomprar cualquier participación en cualquier hipoteca que pueda haber vendido a las GSE.

proporcional al nivel de apalancamiento de potenciales compradores, y en ello los valoradores juegan un papel importante. Por otro lado, un elemento esencial de la valoración debería ser la precisión de ésta en términos de varianza estadística, o la indicación del nivel al que el valor podría caer (el valor hipotecario, como valor sostenible en el tiempo que recoge la OM ECO/805/2003). Observa Bowcock, que una valoración basada solo en datos pasados y que no recoja el riesgo de caída es inadecuada, y, por otro lado, que los prestamistas que en la concesión de operaciones no tengan en cuenta dicho riesgo, han de ser responsables de potenciales pérdidas.

Con una gran claridad, **de Juan (2003)** señala que *“como consecuencia de la mala gestión técnica o de otros factores micro o macroeconómicos, un banco puede encontrarse en una situación en la que su capital se ve crecientemente erosionado por pérdidas ocultas, sus beneficios reales disminuyen (cuando no desaparecen) y los dividendos, naturalmente, corren peligro. Esta sería la situación típica en la que una buena supervisión o un buen consejo de administración harían que el banco declarase su verdadera situación, cambiase de directivos e inyectase nuevo capital. Pero la ausencia de esta reacción conduce a una situación muy diferente. Un descenso de los dividendos es la señal clave para el mercado, de que el banco está deteriorándose. Y los banqueros tenderán a hacer todo lo que está en su poder para evitar la pérdida de confianza y para conservar el control de la propiedad y de la dirección. Esta es la encrucijada clave. Si la autoridad o el banquero no adoptan medidas enérgicas en este momento, el banco está condenado a verse sumido en una “gestión de maquillaje” y en una “gestión a la desesperada”, bien de forma sucesiva o simultánea. También en el fraude, tal vez, la gestión se hará cada vez peor, la cultura de la organización se deteriorará con gran rapidez, el mercado se verá distorsionado y las pérdidas ascenderán en espiral. Este es probablemente el punto sin retorno. A partir de aquí, la liquidación de la institución o su saneamiento son las únicas soluciones eficaces para una situación de insolvencia, que puede crecer en progresión geométrica”*.

**TEXTO INHIBIDO**



# Capítulo 4

## MODELOS DE COMPORTAMIENTO Y FACTORES QUE AFECTAN A LA CALIDAD DE LAS TASACIONES

“[...] la mayor parte de estos accionistas [...] no se interesan en sus asuntos y están satisfechos con recibir el dividendo semestral o anual que los directivos consideran conveniente pagarles. Esta ausencia total de inconvenientes y riesgos, más allá de una suma muy limitada, anima a muchas personas a volverse empresarios en una sociedad por acciones, personas que en ningún caso arriesgarían su fortuna en una sociedad particular [...] Ahora bien, no es razonable esperar que los directivos de estas compañías, al manejar mucho más dinero de otras personas que de ellos mismos, lo vigilen con el mismo ansioso cuidado con el que frecuentemente vigilan el suyo los socios de una empresa particular [...] En consecuencia, el manejo de los negocios de esas compañías siempre está caracterizado en alguna medida por la negligencia y la prodigalidad.”

Adam Smith: La riqueza de las naciones, [1776]

Anteriormente, se ha señalado que el sesgo de valoración del tasador no es simplemente consecuencia de una modificación arbitraria y directa del valor de tasación, sino que implica una desviación de los procedimientos de valoración.

Una visión complementaria de la relación tasador/cliente, nos la ofrece la economía de la información. Tanto esta rama de la microeconomía, como la evidencia empírica de estudios de comportamiento, sugieren que la naturaleza de las relaciones sociales y económicas entre los clientes y los tasadores influirá en el proceso de formación de la valoración. Así, la relación se puede analizar en términos de agente/principal.

#### 4.1 El problema agente-principal

El problema agente-principal surge cuando alguien actúa como agente en nombre de otro (principal), en una actividad en la que exista conflicto de interés o riesgo moral. La actuación racional de las personas hace que busquen la solución del conflicto en la alternativa que las sitúa en su óptimo, de modo que, en el caso de asimetría de la información, el objetivo del agente puede diferir del objetivo del principal, tomando ventaja de dicha asimetría.

Los aspectos en que se materializa el conflicto de interés, según señalan **Baum, et al (2000)**, son:

- Cuando actúan para un comprador, los agentes inmobiliarios tienen un incentivo en aportar una tasación que confirme el precio, puesto que su comisión depende de que se realice la operación.
- Los tasadores están motivados para potenciar el negocio de sus clientes, de modo que tienden a actuar para que los clientes estén contentos.
- Además, unido a la actuación como valorador externo, la sociedad de tasación da servicios diferentes a la valoración, lo que refuerza el incentivo de agradar al cliente.
- Si el precio de la valoración se calcula como un porcentaje del valor de tasación, puede existir un incentivo para que el tasador confirme el precio de compraventa acordado, de modo que la transacción se añada al valor de la cartera.
- Los gestores de fondos de inversión tienen claros incentivos para tratar de influir en las valoraciones, puesto que éstas se utilizan para medir los resultados.

Además, dada la incertidumbre que rodea las valoraciones, hay bastante terreno para la discrecionalidad del agente (tasador).



Por su parte, algunos autores (**Gwin et al., 2005**), se refieren al problema Principal-Agencia, en cuanto a cómo afecta al valor de las tasaciones. Hay incentivos por parte de la tasadora (agencia), para valorar por encima del valor de mercado, si así lo solicita el Banco (principal), previamente. **Gwin y Maxam (2002)** señalan que hay incentivos para que aparezca un conflicto de interés (riesgo moral) si el Banco garantiza al tasador con una futura facturación, condicionada a que las tasaciones favorezcan la operativa de negocio (mayores créditos). Esta situación supone que los valores de tasación se igualen al precio de oferta.

**Álvarez (2011)** apunta a la importancia de la finalidad de la tasación, de modo que una valoración para concesión de hipoteca, no sería válida para finalidades fiscales. El valor hipotecario es un valor sostenible en el tiempo, por lo que no es asimilable al valor de mercado. En esa línea, señala la Instrucción de la Agencia tributaria de Cataluña para la comprobación de valores de bienes inmuebles en los hechos imponibles para el año 2008, que «la utilización de los valores asignados en las tasaciones, realizadas a efectos de la concesión de préstamos hipotecarios, aconseja asegurarse previamente de que conducen a valores similares a los que resultan de otros medios de comprobación, ya que no pueden aplicarse en múltiples comprobaciones de valor a que hace referencia esta Instrucción. Por eso, no parece lo más oportuno, hoy por hoy, utilizar (...) los valores de tasación a efectos de concesión de préstamos hipotecarios, como medio generalizado para la comprobación de valores de los inmuebles».

Desde otro punto de vista, **Anglin y Wiebe (2011)** muestran cómo, a partir de datos de ventas repetidas, se constata que un pequeño vendedor individual puede influenciar en el precio de venta de su casa. Señala que la magnitud de este efecto es mayor de la esperada.

#### 4.2. Comportamiento adaptativo al mercado.

Un segundo modelo (**Quan y Quigley, 1991**) supone que el comportamiento del tasador dependerá de la situación del mercado, de modo que el valor de tasación en el momento  $t$ ,  $A_t$ , es la media ponderada del precio de venta ( $P_t$ ) y el valor de tasación en un periodo anterior ( $A_{t-1}$ ). El factor de ponderación es la variación del mercado ( $K$ ).

$$A_t = K * P_t + (1 - K) A_{t-1} \quad [4.1]$$

Los autores señalan que, si los precios de transacción se incrementan a un ritmo elevado, entonces el factor de ponderación  $K$  tiende a 0, y  $A_t = A_{t-1}$  es decir se suavizan los valores (*smoothing*).

Sin embargo, si el mercado es bajista,  $A_t = P_t$ , dado que no se considera el valor de tasación anterior y  $K = 1$ , mostrando, por tanto, resistencias a las bajadas.

En conclusión, en general, el precio de la tasación se ajusta al precio de la transacción, pero en mercados bajistas esta circunstancia se acentúa. Según su análisis, en mercados alcistas, la tasación tiende a ser inferior al precio en mayor medida.

En el referido trabajo de **Gwin et al. (2005)**, se han cotejado empíricamente tasaciones realizadas por una cooperativa de Singapur, para determinar que el comportamiento del tasador tenderá a diferir según sea la situación del mercado. Se concluye que, efectivamente, en un mercado bajista, el valor de tasación tiende a ser más similar al precio de transacción que en un mercado alcista.

**Cannon y Cole (2011)** llegan a similares conclusiones, puesto que constataron, sobre una cartera de tasaciones de inmuebles comerciales, durante los años 1984-2010, del NCREIF National Property Index (“NPI”), que las tasaciones se ajustan con cierto retardo a los precios de compraventa, quedando significativamente por debajo en mercados sobrecalentados, y permaneciendo significativamente por encima en mercados estancados. Las diferencias que estimaron eran +/- 12% sobre los subsecuentes precios de venta. Todo ello se debe a que los valoradores se fijan en los valores evaluados anteriormente, resultando a menudo valoraciones sesgadas (**Tidwell y Gallimore, 2014**).

**Graff y Webb (1997)** señalan que “el tasador necesitará una evidencia abrumadora e incontrovertible de que factores económicos temporales/anormales estuvieron involucrados en la determinación del precio de venta, con el fin de producir una valoración de tasación que difiera en gran medida de ese precio”.

La experiencia en nuestro país difiere parcialmente de estos análisis. Mientras que, efectivamente, en un mercado bajista los valores de tasación se alinean con los precios de compraventa (se mantiene el valor de la tasación anterior), en un mercado alcista los valores de tasación se sitúan por encima de los precios de compraventa (al nivel del incremento esperado de precios).

El proceso por el cual en la fase expansiva se inflaba el valor de tasación es el siguiente (**García Montalvo, 2009**): “Un cliente acude a un banco para solicitar un crédito para comprar una vivienda. El banco envía a una empresa de tasación a valorar el inmueble. Si el cliente no puede pagar el 20% de la entrada la operación seguramente se perderá. Pero si el tasador aumenta el valor de la vivienda lo suficiente, entonces el cliente puede conseguir hasta el 100% (o más) del valor de la vivienda. Pero, ¿qué incentivo puede tener una empresa de tasación en entrar en este juego? Más del 50% de las tasaciones realizadas en España en un año concreto son hechas por empresas de tasación participadas mayoritariamente por bancos y cajas de ahorros. De nuevo, los incentivos de bancos, agencias de tasación y solicitantes de crédito están alineados, pero en dirección contraria al interés general y a la estabilidad financiera en el largo plazo”.

Obviamente, lo anterior no significa que todas las sociedades de tasación hayan tenido una actuación similar, pero indiscutiblemente, el hecho de que algunas sociedades hubieran entrado en este juego, hace que el resto se tenga que alinear de algún modo al mismo, puesto que entran en funcionamiento procesos de selección adversa, que por sí solos no frenan hasta que se produce el cambio de ciclo y consecuentemente la crisis y sus consecuencias.

Además, continúa (**García Montalvo, 2009**), “*la generalización de la sobrevaloración de las tasaciones tiene externalidades muy importantes. Incluso las empresas de tasación que intenten valorar correctamente una vivienda se enfrentarán, por los criterios habituales de la metodología de tasación, con problemas de inflación de precios, dado que uno de los factores más importantes a la hora de fijar el valor de tasación de un inmueble es el valor de tasación de inmuebles vendidos recientemente en el mismo bloque/manzana/barrio. La subida artificial de los precios de tasación provoca una espiral inflacionista difícil de contener. Por tanto, en la medida en que la calidad de un crédito hipotecario depende de la ratio préstamo/valor, la acción de las empresas de tasación en España ha sido paralela a la acción de las agencias de calificación en el sistema de originar para distribuir de EE.UU. Los bancos han apuntado, como activos de buena calidad, unas hipotecas que realmente tenían un colateral cuyo valor no se correspondía con la aparente calidad de la hipoteca. Además, esto les permitía realizar un modo de “escapada regulatoria”, pues los requerimientos de capital son más elevados para hipotecas con elevados ratio préstamo/valor*”.

### 4.3. Procesos de selección adversa e información asimétrica

Un aspecto que ha sido estudiado por varios autores desde **Akerlof (1970)** es el de la información asimétrica y los procesos de selección adversa.

La selección adversa se refiere a aquellas situaciones en las que una de las partes, el principal, que está menos informada y no es capaz de distinguir la buena o mala calidad de lo ofrecido por la otra parte (el agente). El proceso que seguirá a esta asimetría de las partes, es un fenómeno de selección adversa por el que solo se ofrecerán las peores calidades.

Este proceso ha sido analizado, en el ámbito de la valoración de las garantías inmobiliarias de préstamos de Bancos, por **Rudolph (1998)** a partir de un esquema general con información perfecta,

La función básica a maximizar es:

$$\Pi_I = [(r_m + F - r_d) \cdot \alpha(I) - w^r(I)] \times N. \quad [4.2]$$

Esta función representa los beneficios del Banco según el siguiente esquema:

$I$  = información comprada al tasador

$r_m$  = rendimiento de préstamos

$F$  = comisiones de apertura de operaciones

$r_d$  = coste de los depósitos captados

$\alpha(I)$  = *coste de la morosidad*, se reduce a mayor información  $\alpha'(I) < 0$

$w^r(I)$  = Salario mínimo del tasador

$N$  = nominal de la cartera (€)

Maximizando la función respecto a la información comprada, se concluye que el equilibrio se obtiene en el punto en que

$$-\alpha' = W^r' \quad [4.3]$$

Donde  $-\alpha'$  es el beneficio marginal por reducción de pérdidas esperadas en la concesión de préstamos, y

$W^r'$  es el precio de la tasación, igual al coste marginal de ésta.

Se considera esta magnitud constante, al no reducirse por el número de tasaciones realizadas, o por realizar, dado que depende del esfuerzo y del conocimiento o “*expertise*” del tasador.

Los casos de selección adversa se producen si el Banco desconoce el “*expertise*” del tasador.

En este caso, el beneficio marginal por reducción de pérdidas esperadas en la concesión de préstamos, será  $E(\alpha') < \alpha'$ , dado que un porcentaje de tasadores no cuentan con el *expertise* que está dispuesto a pagar el banco.

En estas circunstancias, se llega al punto de que el banco no compra ninguna información dado que sabe que no es buena. Los tasadores competentes son expulsados del mercado.

Para evitar esta situación, una solución es que se constituya una agencia de certificación que determine la cualificación de los tasadores. El coste iría a cargo del tasador.

En este caso, no se modifica el coste marginal, y se vuelve al resultado de equilibrio del caso de información simétrica, puesto que aunque el salario es mayor, el coste de la morosidad se reduce, y el beneficio marginal por reducción de pérdidas esperadas en la concesión de préstamos, no varía).

**Rudolph (1994)** señala que siempre habrá quién esté interesado en disponer de buenas tasaciones, y si no se estuviera en condiciones de discriminar entre las buenas y las malas, un tercero podría determinar la calidad de las valoraciones. **Knitter (1993)** indica que el 81% de los clientes señalan que la razón para adquirir la valoración es que era preceptivo, pero el 80% la adquiere para tener una opinión objetiva del valor. No obstante, si alguien no quiere buenas tasaciones, no las comprará voluntariamente.

#### 4.4. El riesgo moral (moral hazard).

De modo similar al caso de la selección adversa, **Rudolph (1998)** analiza el riesgo moral (moral hazard) debido a que el banco desconoce el esfuerzo del tasador.

En este caso, el beneficio marginal por reducción de pérdidas esperadas en la concesión de préstamos, será  $E(\alpha') < \alpha'$ , similar al caso de la selección adversa por falta de *expertise* del tasador, pero en este caso un porcentaje de los tasadores no realizan el esfuerzo que está dispuesto a pagar el banco.

En estas circunstancias, se llega al punto de que el banco no compra ninguna información dado que sabe que no es buena. Los tasadores laboriosos son expulsados del mercado. Una posible solución para evitar este problema, es el establecimiento de unos estándares de valoración que obliguen a realizar un informe de valoración con un mínimo de datos.

Los bancos que exigen los estándares alcanzan menores pérdidas y por consiguiente compran voluntariamente información bajo dichos estándares.

El problema del riesgo moral se produce si el banco tiene limitadas las pérdidas por el seguro de garantía de depósitos, o sus gestores perciben que en caso de llevar a este a la quiebra, no va a haber consecuencias negativas para ellos (o estas no son suficientemente severas para mermar los beneficios generados en la fase de concesión).

En este caso llevado al límite, el banco reduciría sus pérdidas potenciales a cero y, consecuentemente, no hay incentivo para comprar buena información.

La función a maximizar es:

$$\Pi_I = [(r_m + F - r_d) - \iota \alpha(I) - w'(I)] \times N. \quad [4.4]$$

Donde  $\iota \alpha(I)$  representa la porción de pérdidas que reduce el banco al adquirir información  $\iota \in [0,1]$ .

La reducción marginal de pérdidas es igual al salario mínimo de valoración, de modo que el salario a pagar se reduce a medida que lo hace la reducción de pérdidas del banco.

$$-\iota(\alpha') = w' \quad [4.5]$$

En conclusión, con información perfecta, el banco pagará, en la concesión de operaciones, el coste marginal de realizar el trabajo de una forma profesional.

Dado que no existe información perfecta, es necesario el establecimiento de organismos certificadores de los conocimientos de los tasadores, y de metodologías y estándares de valoración y de reporte de información, que establezcan unos mínimos respecto a las comprobaciones a realizar, e información a utilizar para elaborar los informes de valoración.

Finalmente, en el caso de que los seguros de depósitos cubran las pérdidas del Banco, éste tendrá incentivos para comprar menos información, y lo hará solo en función de las pérdidas que tenga que soportar.

#### 4.5. La influencia sobre los tasadores: Modos de presión y factores de reducción.

Se han analizado anteriormente las tipologías del sesgo de valoración del tasador, se han descrito distintos modelos de comportamientos y relaciones entre los clientes y los tasadores, y se ha cuantificado la efectividad y la magnitud del sesgo en diferentes estudios. A continuación se va a hablar de los diferentes poderes de que disponen los clientes y otros agentes, para ejercer presión sobre los tasadores. El esquema es el que figura en la ilustración 4.1.

### **Modos de presión sobre los tasadores.**

La influencia para obtener el sesgo de valoración del tasador, puede ser materializada, según **Levy y Schuck (2005)**, de cuatro modos diferentes:

- mediante el poder de recompensa/coerción;
- el poder experto;
- el poder de información, y
- el poder de procedimiento.

El poder de recompensa/coerción se manifiesta cuando se realiza, por parte del cliente, una subasta de trabajos (“opinión shopping”) para realizar los encargos a medida, promesas de trabajos futuros, inclusión en listas de homologación, o por otro lado, la amenaza con litigar en los juzgados, rehusar al pago de la facturación, o ruptura del contrato.

El poder experto se manifiesta particularmente en los clientes que son grandes corporaciones y se materializa en el conocimiento de los procesos de valoración y la participación del cliente en el mercado.

El poder de información consiste en el acceso del cliente al control de la información, de modo que éste puede manejarla para su beneficio al retener o suministrar al valorador determinada información. Finalmente, el poder de procedimiento se manifiesta en aspectos controlados por el cliente, tales como la decisión sobre quién va a valorar, la periodicidad de las valoraciones, cuándo se realizan los encargos, y si se incluye una revisión de la valoración y quién la realiza.

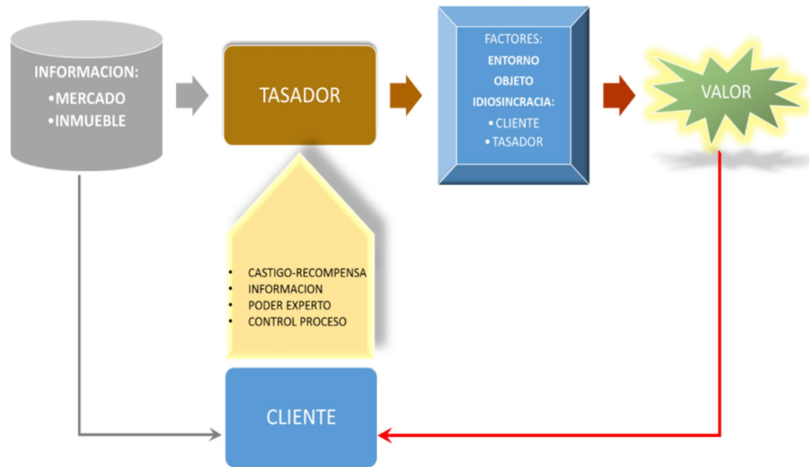
### **Factores reguladores de la presión (backstops)**

No obstante lo anterior, ni todas las presiones se ejercen del mismo modo, ni con ellas se obtendrá el mismo grado de sesgo, sino que dependerá de una serie de factores que modulan las presiones. Para sistematizar estos factores, resulta muy interesante el estudio realizado por **Levy y Schuck (1999)** mediante una encuesta a tasadores, sobre las presiones de los clientes en las valoraciones en Nueva Zelanda. Básicamente distinguen 4 factores:

- a) Las características del tasador (sociedad o profesional)
- b) Las características del cliente



- c) Las características del entorno: marco legal, condiciones del mercado o criterios metodológicos
- d) Las características de la valoración a realizar: su finalidad/complejidad



**Ilustración 4.1: Poderes de presión y factores de regulación del proceso de valoración.**

Fuente: Elaboración propia a partir de Levy y Schuck (1999).

Respecto a las características del cliente o del tasador, además del tamaño y la integridad moral y cumplimiento de los códigos éticos, se ha de considerar otros aspectos relativos a los clientes y a los tasadores. Por ejemplo, la mutua relación de confianza puede hacer que el flujo de información entre ambos sea mejor, lo que mejora la calidad de las valoraciones. Por otro lado, la edad y experiencia de los valoradores es un factor a considerar, así como la capacidad de acceso a una mayor y mejor información del mercado

**Amidu y Aluko (2007)** realizaron un contraste cuantitativo de los factores expuestos por **Levy y Schuck (1999)**, sobre los valoradores de Nigeria. Los resultados obtenidos a partir de las encuestas realizadas, confirman de un modo cuantitativo lo señalado por estos últimos en líneas generales. Los factores de influencia más importantes son: la integridad del valorador o de la sociedad de valoración, la importancia del resultado de la valoración para el cliente, y el tamaño del cliente. Sin embargo, los test estadísticos no probaron relación entre el tamaño de la sociedad, la experiencia y nivel de formación y la percepción de la importancia relativa de los clientes.

**Baffour Awuah y Gyamfi-Yeboah (2017)** han analizado la complejidad de la tasación para ver si influía en el sesgo del valorador en Ghana. Su estudio encontró altos niveles de sesgo del tasador que cifran entre el 33,6 y el 63%, dependiendo de los datos analizados. Este hecho es consistente con la teoría de que el sesgo de valoración del tasador es más pronunciado cuando los trabajos de valoración resultan más complejos.

Cuando se analizan estos factores en el entorno financiero, y más concretamente en el bancario, entonces resulta que los clientes principales de los valoradores (Bancos-Mandatarios), suelen presentar un grado de sofisticación elevado, mayor cuanto más grandes son los bancos o entidades financieras, lo que les permite el manejo de un nivel de información y conocimiento elevados de aspectos generales y particulares de los inmuebles.

A su vez, el marco regulatorio suele ser bastante complejo para los bancos (si bien últimamente la excesiva sofisticación de las normas reduce su capacidad prescriptiva), mientras en muchos países, la metodología de valoración permite niveles de subjetividad aún mayores que para los bancos. Esto hace que haya incentivos a que las valoraciones se adapten para cumplir la normativa.

En esta línea, **Gallimore y Wolverton (2000)**, analizan la influencia de la opinión del cliente en las valoraciones hipotecarias en Reino Unido (anteriormente lo habían realizado para Estados Unidos), para determinar si prima la objetividad de la valoración a partir de los procedimientos de cálculo del valor establecidos, o se trata de que el valorador certifique el importe de compraventa acordado. Al contrario de los resultados de EE.UU., en el caso del Reino Unido no se aprecia una adaptación a los intereses del cliente en las valoraciones de garantías hipotecarias.

Por otro lado, no queda del todo claro que malas políticas crediticias (entre las que se incluiría la utilización masiva de valoraciones “arregladas” a lo solicitado para mejorar la imagen del cliente-mandatario-banco), tengan consecuencias para los administradores que eliminen el riesgo moral derivado de sus malas decisiones.

Esto, a su vez, favorece el incremento de la facturación y del número de encargos con los proveedores-tasadores que aceptan las directrices (normalmente incrementos de valor o al menos suavizado de las valoraciones), aunque según las circunstancias podrían ser incluso de reducción de los valores; esto ocurre en el ámbito de los

gestores de fondos para posteriormente ir incrementando los valores gradualmente y hacer que las carteras mantengan una rentabilidad constante (**Levy y Schuck, 1999**).

Para el ámbito bancario, se han destacado cuatro factores que afectan a la calidad de las tasaciones. Está, por un lado, la naturaleza de los agentes involucrados Banco/tasador, que se ha sistematizado como relación agente principal; por otro lado, se ha contemplado el factor de adaptación al mercado, que también depende de las opiniones previas del tasador; la falta de información adecuada sobre la formación y experiencia de los tasadores puede generar procesos de selección adversa por parte del cliente-banco; y finalmente se ha analizados los diferentes aspectos del riesgo moral en las tasaciones para financiación hipotecaria.

# Capítulo 5

# SISTEMAS DE VALORACIÓN INMOBILIARIA.

“La mejor estructura no garantizará los resultados ni el rendimiento. Pero la estructura equivocada es una garantía de fracaso.”

Peter Ferdinand Drucker

## 5.1. Sistemas de valoración inmobiliaria.

Ante la dificultad de establecer un mercado inmobiliario organizado y transparente, se hace necesario, al menos para determinados ámbitos, establecer unas reglas que favorezcan que las valoraciones sean lo más próximas posibles al valor que resultaría en el caso de que existirá un mercado profundo, transparente y organizado.

Una vez analizados los factores de influencia de los clientes sobre los valoradores y los modos por los que ésta se materializa, es fácil entender la necesidad de objetivar los procesos de valoración para que dichas influencias se dificulten, y establecer sistemas de supervisión para persuadir a los diferentes agentes de la realización de valoraciones significativamente desviadas de los valores del mercado, y en su caso poder monitorizar el mercado de tasaciones para corregir conductas inapropiadas.

**Vaz (2015)** señala que todos los estándares internacionales de valoración permiten la existencia de un componente subjetivo en la formación del valor, en mayor o menor grado. La cuestión es determinar cómo afectan los factores inherentes o externos al valorador. El desafío es entender la importancia de los componentes subjetivos respecto a los componentes objetivos, al objeto de minimizar la subjetividad en la ecuación de formación del valor.

Consecuentemente, si bien la existencia de una metodología por sí misma no va a ser suficiente para eliminar los componentes subjetivos, sí servirá para acotarlos. La metodología ha de fijar tanto las reglas de determinación de los valores, como los valores que haya que determinar, puesto que puede ser discutible que el valor objetivo, según para qué finalidades, sea el valor de mercado.

Por ejemplo, cada vez está más extendido que en el caso de los colaterales de operaciones de financiación hipotecaria, el valor a estimar sea el valor hipotecario, que no coincide con el valor de mercado en el momento de realizarse la valoración, sino con un valor a largo plazo sostenible, que garantice el buen fin de la operación financiera en caso de problemas del deudor.

**Babawale y Ajayi (2011)** han estudiado la precisión de las tasaciones de 250 firmas de valoración en Nigeria, considerando los siguientes aspectos: (a) Antigüedad de la compañía, (b) Número de sucursales, (c) Número de profesionales, (d) Estándares de valoración aplicados, (d) Forma societaria, y (e) Método de valoración empleado. En

el 55% de la muestra, los errores de tasación superaban el 10% del precio de venta, lo que se consideraba como límite máximo aceptable de error.

Sugieren los autores que los malos resultados se deben a que las compañías eran, predominantemente, pequeñas empresas, con experiencia muy local, operando como único propietario, o con un número muy limitado de socios. Ninguna operaba como sociedad anónima y ninguna era una firma especializada; todas realizaban trabajos de consultoría inmobiliaria, de modo que la valoración no solía ser la actividad más importante. Solo el 43% mantenía bases de datos y muy pocas se mostraban abiertas a dar formación profesional a sus empleados.

La conclusión es que la fragmentación y poca profesionalización del sector debería llevar a los reguladores a mejorar las funciones de supervisión y hacer que mejoren las cualificaciones de las compañías. Señalan que debería eliminarse el veto a que se constituyan como sociedades anónimas o limitadas (Limited Liability y Unlimited Liability Companies)

De acuerdo a **IVSC (2010)**, los elementos esenciales de una “profesión” son los siguientes: a) un organismo profesional que gobierna la profesión por el interés público; b) el establecimiento de normas profesionales; c) utilizar procesos rigurosos para calificar a las personas que cumplen con esos estándares; d) tener un compromiso con el desarrollo profesional continuo; e) disponer de un marco reglamentario que demuestre ser eficaz y un proceso disciplinario para regular la conducta y el comportamiento ético; y f) tener una cultura fuerte y reforzada de comportamiento ético de acuerdo con un código ético.

Según IVSC, una definición de un Profesional de la tasación, debe contemplar: a) un marco de competencias básicas; b) los tipos de habilidades que se necesitan alcanzar; y c) un marco de resumen de las credenciales / requisitos necesarios para los Profesionales de la tasación.

Cabe entender que un sistema de valoración de inmuebles ha de contar con cuatro elementos:

- a) Unos estándares y metodologías de valoración, de modo que las valoraciones se realicen con criterios lo más uniformes posibles,

- b) Un procedimiento de certificación del valorador, de modo que aquellos que realizan las tasaciones tengan el conocimiento necesario para llevar a cabo su tarea,
- c) Un modelo estándar de reporte, de modo que en el informe se recoja la información mínima necesaria y resulten fácilmente interpretables las conclusiones de la valoración.
- d) Un órgano de supervisión y control de la actividad realizada que vele por la calidad de las valoraciones para que se cumplan los anteriores requisitos señalados.

Un sistema de valoración que cuente con los 4 elementos señalados, de un modo suficientemente desarrollado, resultará más seguro para los inversores, los accionistas y los contribuyentes, en general.

Si se analizan las diferentes estructuras de los sistemas de valoración que existen en otros países, se puede observar la gran disparidad que existe, como se refleja en la tabla 5.1.

Tabla 5.1: Modelos de valoración en países de nuestro entorno ( nota i).

Country	Valuation framework for mortgage lending <sup>1/</sup>	Appraisers Monitoring <sup>2/</sup>	Appraisers Certification <sup>3/</sup>	Reports <sup>4/</sup>	Valuation Standards <sup>5/</sup>
<b>BELGIUM</b>					EVS
<b>CZECH REPUBLIC</b>	Act no 190/2004 Coll.	Banking supervisory authority	Licensed		EVS
<b>DENMARK</b>	Mortgage Credit Act Executive order concerning Mortgage Banks' Valuation.	Banking supervisory authority	Licensed	Legal requirements	National
<b>FRANCE</b>	Law on Savings and Financial Security	Self-regulated			EVS
<b>GERMANY</b>	property valuation directive & Property valuation guidelines	Banking supervisory authority		Legal requirements	National the Pfandbrief Act

<b>GREECE</b>		Self-regulated	Chartered		National
<b>HUNGARY</b>		Self-regulated		Legal requirements	EVS/RICS
<b>IRELAND</b>		Self-regulated	Chartered	Professional requirements	National /RICS
<b>ITALY</b>	Bank of Italy circular no. 263	Self-regulated			National TECNOBOR SA <sup>10</sup>
<b>LUXEMBURG</b>					National
<b>MEXICO</b>	Ley de Transparencia	SHF <sup>8/</sup>	Unidades de Valuación	Legal requirements	National
<b>NETHERLAND</b>		Self-regulated	Chartered	Legal requirements	National RICS Red Book for commercial
<b>POLAND</b>	“Real Estate Act”	Supervisory authority	Licensed	Legal requirements	EVS <sup>9/</sup>
<b>PORTUGAL</b>		Comissão do Mercado de Valores Mobiliários (“CMVM”),			IVSC <sup>11/</sup>
<b>SPAIN</b>	RD 775/97	Banking supervisory authority	Sociedades de Tasación	Legal requirements	National ECO/805/2003
<b>SWEDEN</b>		Self-regulated	Chartered		National
<b>U.K.</b>	RICS <sup>6/</sup>	Self-regulated	Chartered	Professional requirements	(RICS) The Red Book
<b>U.S.A.</b>	FIRREA <sup>7/</sup>	Fannie Mae, Freddy Mac	Appraiser Management Companies	Legal requirements	National USPAP <sup>12/</sup>
<b>TURKEY</b>	<b>RERSAT</b>	<b>RERSAT</b>	Management Companies	Legal requirements	IVSC <sup>11</sup>

Fuente: 2012 EMF Study on the Valuation of Property for Lending Purposes and own estimates.

### 5.1.2 Procedimientos de homologación y certificación de los agentes

La problemática que afecta a la necesidad de establecer procedimientos de certificación del valorador, un modelo estándar de reporte, y un órgano de supervisión y control, ha sido analizada por varios autores. **Rudolph (1998)**, como se ha indicado anteriormente, analiza el esquema de incentivos por parte de la industria bancaria para requerir buenas tasaciones, partiendo de la situación ideal de información perfecta, y continuando con casos de selección adversa de los bancos



debido a la existencia de información incompleta respecto de la formación y/o el esfuerzo del tasador, así como situaciones de riesgo moral (moral Hazard) como consecuencia de la limitación de pérdidas en la entidad financiera por la cobertura del seguro de depósitos (fondos de garantía de depósitos). Concluye que, dado que no existe información perfecta, es necesario el establecimiento de organismos certificadores de los conocimientos de los tasadores, de metodologías y estándares de valoración y de modelos de reporte, que establezcan unos mínimos respecto a las comprobaciones a realizar, e información a utilizar para elaborar los informes de valoración. De otro modo el banco pagará, en la concesión de operaciones, un precio inferior al del coste marginal de realizar el trabajo de una forma profesional, y la calidad de las tasaciones se deteriorará, y se favorecerán los procesos de selección adversa.

Por otro lado, **Spence y Thorson (1998)** han analizado en EE.UU. el efecto de la experiencia en el tasador sobre la calidad de los servicios de valoración. Señalan que mientras los más expertos asignan valores en línea con precios recientes de transacción, tienden a subestimar en mayor medida los valores que los más noveles. Sin embargo, curiosamente, los más expertos aciertan menos respecto al precio de transacción de la vivienda.

Las respuestas a la problemática de cómo conseguir mejorar los sistemas de valoración han sido variadas.

En EE.UU., tras el estallido de la crisis subprime, se desataron todo tipo de inculpaciones hacia los tasadores y otros agentes del mercado hipotecario americano. Esto hizo que en mayo de 2009 se hiciese efectivo el HVCC (código de conducta de valoración de viviendas) que nace como consecuencia de una investigación sobre Washington mutual/ First American eApriceIT (**Feinstein Doyle Payne y Kravec LLC, 2012**), que fue profusamente criticado por la industria.

El HVCC nació a propuesta del fiscal General de Nueva York, Andrew Cuomo y la OFHEO (Office of Federal Housing Enterprise Oversight). Desde su adopción, Fannie Mae y Freddie Mac (la Asociación Nacional Federal de Hipotecas y la Corporación Federal de Hipotecas para Viviendas, respectivamente) requieren a los prestamistas que sigan sus preceptos para todas las hipotecas que compran. El HVCC fue un catalizador para un notable incremento del trabajo encargado a las AMC (appraisal management companies) (ahora realizan en torno al 80% del total de tasaciones).

Sin embargo, el código fue profusamente criticado por los diferentes agentes del sector. Las críticas se centraron en tres aspectos: problemas de procedimiento, problemas de jurisdicción y problemas de algunas cuestiones específicas (**Abernethy y Hollans, 2010**). En relación a este último punto, en la tabla 5.2 figura un resumen de las principales objeciones.

Tabla 5.2: Ejemplos de Objeciones específicas al HVCC (nota **ii**)

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Oposición a la prohibición de tasadores empleados en los bancos (in-home appraisers) en base a que no trabajen para la producción de préstamos sino que reportan directamente al departamento de control de riesgo. (1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 11)</b></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Oposición al incremento en los encargos a AMC's (appraisal management companies) motivado por el acuerdo sobre el HVCC (1, 2, 3)</b></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Oposición a los incentivos para sustituir las tasaciones por AVM (automated valuation models) o por opiniones sobre precios de intermediarios por tasaciones. (1, 2, 9)</b></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Oposición a la prohibición a los intermediarios financieros de realizar encargos de tasaciones, si está cuestionada la independencia del tasador. (1, 5, 6, 8)</b></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>La aplicación del programa y el acuerdo sobre el HVCC causarán una caída masiva en los procesos de concesión de préstamos. (1, 4, 5, 6, 7, 8, 11)</b></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Los costes de la tasación y los de la sociedad se deberían informar separadamente. (1)</b></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>La aplicación del programa y el acuerdo sobre el HVCC causarán una subida de los costes de concesión, que se repercutiran al consumidor. (4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11)</b></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>La aplicación del programa y el acuerdo sobre el HVCC, supondrá una redundancia en las reglas de valoración, y algunas normas entran en contradicción con las existentes. (4, 5, 7, 9, 11)</b></li> </ul>

En algunos países de nuestro entorno, no existe ni siquiera un marco de referencia del sistema de valoración (Bélgica, Portugal, Grecia, Hungría,...). En muchos países solo existe autorregulación del sector y la certificación suele concederse por los colegios profesionales a las personas físicas; salvo alguna excepción (como es el caso de España) no hay sociedades reguladas, y los estándares de valoración oscilan entre estándares internacionales, que son muy genéricos, dado que establecen grandes principios y se centran en aspectos relativos a conductas o bases de valoración, hasta estándares locales que suelen ser más concretos, pero muy diversos entre sí.

**Hordijk et al (2011)** han analizado la práctica de la valoración en 8 países europeos: Francia, Alemania, Italia, Holanda, Portugal, Rusia, España y Reino Unido. Para ello realizaron un cuestionario con los siguientes temas:

- Bases de valoración
- Registro y derechos de propiedad
- Plazos normales de alquiler
- Costes operativos.
- Costes de venta
- Campos generales del informe
- Valor de mercado por método de rentas
- Valor de mercado por comparación
- Coste de reemplazamiento
- Comentarios

Como conclusión preliminar del estudio, señalan que existen grandes diferencias en los criterios y prácticas de cada país, si bien los valores de mercado pueden considerarse similares (aunque uno de los países analizados no usa como base de valor el de mercado).

#### ***5.1.1. Estándares y metodologías de valoración.***

La existencia de metodologías de valoración uniformes debe favorecer la calidad de las valoraciones y facilitar la comprensión de los resultados de las valoraciones al homogeneizar la información generada.

IVSC es el organismo internacional que fija los estándares de valoración inmobiliaria a nivel internacional.

Los métodos de valoración inmobiliaria son básicamente tres: método de comparación, método de reemplazamiento o coste, y método de actualización de rentas. Como desarrollo de este último es el método residual, que se utiliza para valorar terrenos específicamente.

El método de comparación, permite estimar el valor del inmueble a partir de los precios de los inmuebles similares al que se va a valorar, en términos de las características sostenibles que tienen un efecto importante en su valor, en particular la ubicación, las características interiores y los posibles tipos de uso. Los precios comparables pueden ser extraídos de proveedores confiables de datos de mercado. Los precios de los comparables no deberán contener elementos especulativos, y se ajustarán cuando corresponda.

El método de reemplazamiento o coste, permite obtener el valor del activo utilizando el principio económico de que un comprador no pagará más por un activo que el costo de obtener un activo de igual utilidad, ya sea por compra o por construcción, a menos que se produzca algún tipo de inconveniente como un plazo excesivo, o que existan otros factores de riesgo. El enfoque proporciona una indicación del valor al calcular el costo actual de reposición o reproducción de un activo, una vez realizadas las deducciones por deterioro físico y de todas las demás formas relevantes de obsolescencia.

El método de actualización de rentas, permite obtener el valor al convertir el flujo de efectivo futuro en un solo valor actual. Bajo el enfoque de rentas, el valor de un activo se determina por referencia al valor de los ingresos, el flujo de efectivo o el ahorro de costos generado por el activo.

El método residual se utiliza para llegar a un valor para un sitio vacante o un sitio o un edificio que tiene potencial para la reurbanización o renovación. Asume que el proceso de desarrollo, reurbanización o renovación es un negocio y, al adoptar este supuesto, es posible evaluar el valor de mercado de la tierra o los edificios en su forma existente, lo que refleja el potencial de desarrollo como parte de ese proceso

**Shiller y Weiss (1999)** desarrollan una metodología para evaluar los sistemas de valoración, desde tasaciones completas hasta AVM (valoraciones automatizadas). Indica que el prestamista debe evaluar la estrategia de valoración, puesto que el coste de realizar valoraciones de calidad puede ser ampliamente superado por los beneficios de la mejor información recibida. Las mejores valoraciones han de ayudar a reducir dos tipos de errores generados por una información inexacta: el error tipo I, de no conceder préstamos que se van a pagar, y el error tipo II, de conceder préstamos que resultan impagados,

El efecto de aplicar estándares obligatorios, como las Normas Internacionales de Información Financiera (NIIF), ha sido estudiado por **Muller et al. (2008)**. Se analizó en el estudio si la implantación de la IAS40-Investment property en las firmas inmobiliarias europeas, cuya aplicación es obligatoria desde 2005, ha reducido la asimetría en la información presentada por los diferentes integrantes del mercado. IAS40 requiere que todas las compañías reconozcan o revelen información de los valores razonables de los inmuebles de inversión.

Se analizó la información de compañías que previamente a 2005 proporcionaban dicha información y las que no lo hacían. También se examinó si la asimetría de información entre estas dos categorías de compañías se mantenía.

La conclusión es que la adopción obligatoria de IAS40 mitigaba las diferencias de asimetría de la información. Sin embargo, la asimetría no se eliminaba. En particular, aquellas compañías que proporcionaban la información de forma voluntaria, tenían menor asimetría que las firmas que estaban obligadas a reportar y antes no lo hacían. Respecto a la adopción del valor razonable, éste se puede reducir, pero no elimina las diferencias de asimetría de la información.

**Hordijk y van de Ridder (2005)** analizaron la metodología que emplean los valoradores en Holanda con el fin de comprobar si cumplen con las normativas de valoración y si hay consistencia y uniformidad entre los modelos de valoración y cuál es su variación. Concluyen que a pesar de la regulación no se ha avanzado a un nivel de homogeneización adecuado, y los controles de las tasaciones deben reforzarse en cada compañía.

Respecto a los informes de tasación, **Lorenz y Lützkendorf (2008)** señalan que éstos deberían incluir una clara descripción de la existencia de ciertas características de sostenibilidad, una declaración de los tasadores sobre sus beneficios, y el impacto de los mismos sobre los beneficios o riesgos en el valor del inmueble. En ese sentido, señalan que, de acuerdo con **The Appraisal Institute (2001)** y **Gaddy y Hart (2003)**, el valor de un inmueble se ve afectado por la interacción de 4 fuerzas:

- (1) Fuerzas Físicas: incluyendo externalidades del medio ambiente o de la acción humana, como el clima, la topografía, las barreras naturales, los sistemas de transporte, etc.
- (2) Fuerzas económicas: relaciones de oferta/demanda, capacidad de compra, desempleo, facilidad hipotecaria, situación económica del mercado local, costes de construcción, alquileres, etc.
- (3) Fuerzas políticas y gubernamentales: Regulación monetaria, urbanismo, reglas de edificación y riesgos laborales, políticas fiscales, etc.
- (4) Fuerzas sociales: cambios de población, inmigración, emigración, pirámide de edad, etc.

Por ejemplo, un caso de alta volatilidad es el caso de valoraciones de terrenos. El problema del apalancamiento del valor de estos en relación al valor de la vivienda fue estudiado por **Bourassa et al (2011)** para Suiza, que señala que, como era de esperar, el valor del terreno es más volátil y varía a una mayor tasa que los precios de la vivienda.

Otro aspecto que afecta a los valores es el de los ciclos inmobiliarios. **d'Amato (2015)** ha analizado el problema que se deriva de la existencia de ciclos de los mercados inmobiliarios, y la inconsistencia de la aplicación en la práctica del método de rentas, dado que no se contempla la existencia de dichos ciclos, sino que se proyectan indefinidamente las hipótesis iniciales de valoración. **Wolff (2010)** señala la importancia de disponer de bases de datos para poder ajustar el valor de tasación en el tiempo y a lo largo del ciclo.

En consecuencia, propone una metodología de valoración que se base en una capitalización que tenga en cuenta el ciclo. Al respecto, ofrece una aplicación práctica de su uso en el este de Londres. El resultado muestra que la opinión de valor basada en la aplicación de la capitalización cíclica es menos sensible al ciclo inmobiliario, si bien observa algunos problemas para su aplicación, como el marco legal, y que la relación entre renta y valor pasados no se mantenga en el futuro.

De modo similar **Özdilek (2010)** señala que las tres principales bases de valor: de mercado, de coste y de rentas, son aproximaciones al valor de mercado complementarias, de modo que cada una supone una opinión adicional e independiente del valor de mercado.

Pero el método que aparece como más adecuado para evitar estas pérdidas de valor de las garantías es el valor hipotecario. **Quentin (2009)** señala que, durante más de 100 años, en Alemania se ha aplicado la metodología del valor hipotecario a la hora de financiar inmuebles, como un método para obtener un valor seguro. Esta metodología se remonta a la ley de Banca Hipotecaria (Hypothekbankgesetz) de 1900, que fue sustituida en 2005 por la Ley de Pfandbrief (Pfandbriefgesetz).

En España este mismo concepto, pero con diferencias de aplicación metodológicas, se introdujo para la valoración hipotecaria en 2003 (OM ECO/805/2003).

Observan dos problemas principales en su aplicación: el primero es que repetidamente considera equivalentes las tasaciones y los AVM o las opiniones de precios de intermediarios de inmuebles<sup>5</sup>. Dadas las ventajas de costes de los AVM, el HVCC estaría empujando a los prestamistas hacia soluciones más baratas, aunque menos precisas. El segundo es que la dotación económica y el procedimiento de actuación del IVPI (*Independent Valuation Protection Institute*) siguen sin estar claros, a pesar de ser el organismo encargado de la implementación y cumplimiento del HVCC (IVPI 2016).

En agosto de 2010, el HVCC fue sustituido por la reforma del sistema financiero en la Dodd-Frank Wall Street reform and Consumer Protection Act (título XIV, subtítulo F) (Murphy, 2012). En la sección 1473 se señala que las tasadoras sean supervisadas por colegios de certificación de tasadores (sin embargo, en muchos estados se carece de tales al día de hoy – 2016).

En México, como consecuencia de la crisis de 1994, se produjo una fuerte caída en los precios de la vivienda que junto a las altas tasas de interés provocaron que muchas familias no pudieran pagar sus hipotecas, financiadas por sus ingresos regulares, perdiendo así sus propiedades.

Por otro lado, se apuntó que las propiedades inmobiliarias, que eran garantía de las hipotecas, estaban fuertemente sobrevaloradas, de modo que ello, unido a la caída de los precios provocó el quebranto de la banca comercial. Por ello, se creó en 2001 la Sociedad Hipotecaria Nacional, que entre otros aspectos se encargará del control de la calidad de las tasaciones.

En 2002, la publicación de la “Ley de Transparencia y de Fomento a la Competencia en el Crédito Garantizado”, por la que se establecen una serie de requerimientos para la valoración hipotecaria entre las que se encuentra: la exigencia de unos requisitos mínimos de formación para los tasadores, la creación de las “unidades de valuación”, que han de inscribirse en la Sociedad Hipotecaria Federal, y el cumplimiento de las disposiciones que ésta emita.

---

<sup>5</sup> Este aspecto fue posteriormente aclarado: Under the Agencies’ appraisal regulations, the result of an Automated Valuation Model (AVM), by itself or signed by an appraiser, is not an appraisal, because a state certified or licensed appraiser must perform an appraisal in conformance with USPAP and the Agencies’ minimum appraisal standards. Further, the Dodd-Frank Wall Street Reform and Consumer Protection Act of 2010 (Dodd-Frank Act)<sup>21</sup> provides “[i]n conjunction with the purchase of a consumer’s principal dwelling, broker price opinions may not be used as the primary basis to determine the value of a piece of property for the purpose of loan origination of a residential mortgage loan secured by such piece of property.”

En España, a partir de 1981, en que se regula el mercado hipotecario, como uno de los acuerdos establecidos en los pactos de la Moncloa a efectos de conseguir la obtención de fondos para la actividad inmobiliaria, se asientan las bases del modelo, de modo que se publican unos primeros estándares de valoración y de reporte, y se establece un registro de los valoradores. Es este el momento en que se adopta la figura de sociedad de tasación, como unidad responsable de los informes realizados a determinados efectos.

Gradualmente, la normativa de mercado hipotecario se extendió para la valoración de toda la actividad crediticia, y a todo el ámbito financiero en general.

Actualmente, los estándares de valoración y de reporte son los que establece la Orden ECO/805/2003 en cuanto a la finalidad hipotecaria, y la certificación del tasador se hace de modo directo por cada sociedad de tasación, y de modo indirecto por los procesos de homologación del Banco de España. Finalmente, el órgano de supervisión es, asimismo, el Banco de España.

A raíz de la crisis, se tomaron una serie de medidas regulatorias<sup>6</sup> dirigidas hacia las sociedades de tasación y las entidades de crédito, tales como la de disponer la sociedad de tasación de mecanismos adecuados para favorecer la independencia de la actividad de tasación y evitar conflictos de interés, especialmente con los directivos o las unidades de la entidad de crédito que, sin competencias específicas en el análisis o la gestión de riesgos, estén relacionados con la concesión o comercialización de créditos o préstamos hipotecarios, cuando los ingresos totales de la sociedad de tasación deriven, en el período temporal que reglamentariamente se establezca, al menos en un 10 por cien de su relación de negocio con una entidad de crédito o con el conjunto de entidades de crédito de un mismo grupo.

También, se prohíbe la adquisición o mantenimiento por parte de las entidades de crédito, de forma directa o indirecta, de una participación de al menos el 10 por cien (o siempre que aquella permita ejercer una influencia notable) en una sociedad de

---

<sup>6</sup> Ante el escándalo político que se generó como consecuencia del incremento de los desahucios como consecuencia de las prácticas excesivamente laxas de concesión de hipotecas, el gobierno trató de maquillar el problema con la promulgación de la Ley 1/2013, de 14 de mayo, de medidas para reforzar la protección a los deudores hipotecarios, entre las cuales se encontraba la práctica supresión de las participaciones de control por parte de los bancos en las sociedades de tasación. Paradójicamente, la ley no eliminó la figura del servicio interno de valoración, a pesar de que desde el órgano supervisor se le hizo ver la incongruencia que esto suponía.



tasación. Idéntica prohibición de adquisición o mantenimiento de participaciones significativas en una sociedad de tasación, se extiende a todas aquellas personas físicas o jurídicas relacionadas con la comercialización, propiedad, explotación o financiación de bienes tasados por la misma.

Asimismo, el 31 de julio de 2014 fue publicado en el BOE nº 185, la Circular 3/2014, de 30 de julio, del Banco de España, por la que se establecen las normas mínimas de los Reglamentos Internos de Conducta de las Sociedades de Tasación, al objeto de fomentar la independencia de la actividad de tasación.

### ***5.1.3 Modelos de informe de las valoraciones***

El modelo de informe en el que se reflejan los resultados de la valoración certificados por el tasador, así como las bases e hipótesis en las que dicho valor se basa, son fundamentales para dotar de transparencia al proceso de valoración. Pero además, un informe adecuadamente estructurado es una fuente de información fundamental para la generación de bases de datos inmobiliarias sólidas.

Los estándares internacionales no suelen precisar el formato del informe, ni su contenido mínimo ni documentación a adjuntar, sino que se limitan a señalar que figure el alcance de la valoración.

Por ejemplo, los USPAP (Uniform Standards of Professional Appraisal Practice) se limitan a señalar que, dependiendo del tipo de informe, determinados apartados se diferencian porque en el informe más amplio se “describe”, en el intermedio se “resume”, y en el más corto se “indica”. (“describe,” “summarize,” y “state.”)

Los EVS (Estándares de Valoración Europeos, 2016), señalan que toda valoración “será presentada por escrito de forma clara de acuerdo a un estandar profesional, transparente para el encargo, finalidad, enfoques, bases, métodos y conclusiones de la valoración, así como el uso al que se destinará, tal y como se habrá expresado en las condiciones de contratación”. A partir de aquí, se establecen una serie de instrucciones no vinculantes sobre la forma y contenido del informe, que no obstante, señalan, quedará a criterio del valorador.

El reglamento 575/2013 sobre requisitos de capital de la Unión Europea señala que “La Entidad requerirá al valorador independiente que documente el valor de mercado

de forma clara y transparente”. Nada se establece en cuanto a la amplitud del contenido, comprobaciones ni metodología del informe.

Sin embargo, cuando el solicitante de las tasaciones es un agente con interés directo en la calidad del conjunto de las tasaciones realizadas a sus efectos, sí se suelen desarrollar estandarizaciones de los informes para poder darle a los datos un tratamiento informático.

**Linne y Cirincione (2008)** subrayan la importancia de la estandarización de los datos inmobiliarios, tanto a efectos académicos como de la práctica del profesional de la valoración o el agente inmobiliario. Cita como ejemplos: FCSA (Farm Credit Services of America), relacionado con la actividad agropecuaria, en la que se han realizado esfuerzos en precisar la geolocalización de las fincas, entre otros; MISMO (Mortgage Industry Standards Maintenance Organization), que se focaliza en transacciones de préstamos, o OSCRE (Open Standards Consortium for Real Estate), que se centra en otros agentes relacionados con la actividad inmobiliaria.

**Venkataraman y Sitaraman (2015)** abundan en la idea de disponer de datos estandarizados de las tasaciones, al objeto de que dicha información pueda ser accesible por las partes interesadas (Bancos, tasadores, clientes, supervisores,...). Señalan la importancia del UMDP (*Uniform Mortgage Data Program*) en EE.UU., que ha estandarizado los informes mediante el denominado UAD (*Uniform Appraisal Dataset*).

Estos métodos homogéneos de reporte, fueron implementados, a partir de 2012, bajo la dirección de Federal Housing Finance Agency (FHFA), y Fannie Mae and Freddie Mac (GSEs) para mejorar la fiabilidad y la calidad de los datos provenientes de los préstamos entregados a estas entidades. El UAD es un componente fundamental del UMDP, y en él se definen todos los campos requeridos para la remisión de determinados informes de tasación, con definiciones estandarizadas que cubren una serie de campos clave.

Dichas respuestas estandarizadas del UAD incluyen:

- Formatos estandarizados para campos que contienen fechas, moneda y otros valores.
- Valores permitidos de una lista de opciones proporcionadas para ciertos campos.

- Abreviaturas estandarizadas para permitir que más información encaje en los formularios de evaluación impresos.
- Calificaciones y definiciones estandarizadas para la “Condición” y “Calidad” de la propiedad y su estado de conservación “Actualizado / Reformado”.

## 5.2. Supervisión de la actividad de tasación

### 5.2.1 Agencias de supervisión de la actividad de tasación

Al contrario de lo que ocurre en materia contable, no es inusual encontrar países donde la actividad de valoración inmobiliaria no esté supervisada, al menos para finalidades financieras hipotecarias. Según se indica en la tabla 5.1 del capítulo 5, solo la mitad de los países cuentan con una cierta supervisión por una agencia pública o semi-pública de la actividad.

En EE.UU., las valoraciones inmobiliarias, que abarcan tasaciones y otros métodos de estimación, han sido objeto de un escrutinio más intenso tras la reciente crisis hipotecaria. La Ley Dodd-Frank reguló varios requisitos de independencia para los tasadores y requería que los reguladores federales establecieran estándares para registrar Sociedades de tasación (AMCs)<sup>7</sup>. Además, la Ley amplió el papel del Subcomité de Evaluación (ASC), que supervisaba la estructura regulatoria de evaluación establecida por el Título XI de FIRREA (*Financial Institutions Reform, Recovery And Enforcement Act*). La Ley también encargó al GAO (Government Accountability Office) llevar a cabo dos estudios sobre tasaciones de bienes raíces. Es por ello que **GAO (2012)** analizó (1) el uso de diferentes métodos de valuación de bienes raíces, (2) las políticas de evaluador de conflicto de interés y selección y opiniones sobre su impacto, y (3) el desempeño de ASC respecto a las funciones atribuidas en el Título XI. Para abordar estos objetivos, la GAO analizó datos gubernamentales e industriales; revisó la literatura académica y de la industria; examinó políticas, regulaciones y estándares profesionales; y entrevistó a los participantes de la industria y las partes interesadas.

La GAO recomendó previamente que los reguladores federales consideraran las funciones clave de AMC en la elaboración de reglas para establecer estándares mínimos para registrar estas firmas. Los reguladores estuvieron de acuerdo o dijeron que considerarían esta recomendación. La GAO también recomendó que ASC

---

<sup>7</sup> Appraisal Management Companies (AMCs)

aclarara los criterios que utilizaba para evaluar el cumplimiento de los estados del Título XI y desarrollar políticas y procedimientos específicos para el monitoreo de los reguladores bancarios federales y la Fundación de Evaluación. Actualmente, ASC está tomando medidas para implementar estas recomendaciones.

En el caso de Turquía, **Yener (2011)** señala la necesidad de establecer una agencia de supervisión de la actividad de valoración inmobiliaria: RERSAT (*Real Estate Regulation and Supervision Agency of Turkey*), para mejorar el marco de actividad inmobiliaria.

En primer lugar, este marco aumentaría la protección del consumidor, el interés público y la eficiencia del mercado y, por tanto, el valor del mercado inmobiliario turco. En segundo, la nueva agencia gubernamental podría mejorar la efectividad de las prácticas de administración de bienes raíces del sector público mediante la coordinación de las instituciones gubernamentales autorizadas con base en los objetivos mencionados.

Similares conclusiones obtienen **Babawale y Ajayi (2011)** sobre el sector en Nigeria, al observar que la falta de medios adecuados por la fragmentación y la poca profesionalización del sector, debería llevar a los reguladores a mejorar las funciones de supervisión y hacer que mejoren las cualificaciones de las compañías.

Consideran que para ello, los reguladores deberían reforzar la capacitación mediante el desarrollo profesional continuado; la adquisición de software inmobiliario; la generación de bases de datos de modo sistemático; las guías prácticas de aplicación de los estándares de valoración; y la mejora de los estándares éticos, combinando consideraciones profesionales y de los mercados locales.

### 5.2.2 Control de la calidad de las tasaciones

En este contexto, la medición de la calidad de las valoraciones, resulta fundamental para dotar de credibilidad al sistema, y poder detectar aquellos casos en los que efectivamente se estén produciendo valoraciones indeseadas. Normalmente, el volumen de valoraciones “infladas” será más acusado en unos valoradores que en otros, por las razones que se han expuesto anteriormente, de modo que es relevante determinar si hay tasadores más proclives a la emisión de tasaciones de inmuebles con sobrevaloración. Si estos casos se detectan y se actúa a tiempo, aumentará la

confianza de los inversores en aquellos productos en los que las garantías inmobiliarias auguran una mínima pérdida.

Mientras que las regulaciones ex ante son bastante abundantes y variadas, las regulaciones ex post fluctúan entre códigos deontológicos de los profesionales, con gran peso de la autorregulación, hasta desarrollos legislativos muy específicos, y no hay demasiados ejemplos en la literatura sobre modelos de control de tasaciones.

Entre los intentos de detectar la sobrevaloración de inmuebles, se encuentra el trabajo desarrollado para la Sociedad Hipotecaria Federal de México realizado por **Alemán et al. (2008)**, en el que desarrollaron un modelo de detección de fraude por sobrevaloración de las valoraciones inmobiliarias de vivienda, basado en dos tipos de análisis:

- Por un lado, se trata de determinar las diferencias que se producen entre los resultados de un modelo hedónico de valoración de vivienda y los valores tasados, y
- Por otro, se pretende analizar las desviaciones en los valores dentro de una misma promoción inmobiliaria (para ello se consideran promociones con 50 o más viviendas).

Como en México disponen de una lista negra de valoradores, para contrastar el modelo se procedió a comparar los resultados del modelo con los datos de la lista negra. El 77% de las valoraciones detectadas por el modelo (2% de los créditos analizados) fueron realizadas por valoradores que figuraban en la lista negra.

Al aplicar únicamente el modelo de regresión, aparecieron como sospechosos de sobrevaloración el 23% de los créditos. Dependiendo del estado, entre el 47% y el 80% de las tasaciones detectadas como sospechosas se habían realizado por tasadores en la lista negra.

# **BLOQUE 2**

# **METODOLOGÍA Y**

# **FUENTES DE**

# **INFORMACIÓN**

## **Capítulo 6**

# **METODOLOGÍA.**

“Es mejor tener una respuesta aproximada a la pregunta correcta, que una respuesta exacta a la pregunta equivocada”

John W. Tukey

## 6.1 Metodología

Siguiendo a **Chinloy et al (1997)**, **Shiller y Weiss (1999)** y **Lacour-Little y Malpezzi (2003)** el procedimiento más directo para determinar el nivel de sobrevaloración de los valores de tasación, consiste en comparar dichos valores respecto al precio de compraventa de cada inmueble. Sin embargo, muchas veces esto no es posible debido a que, en muchos países como ocurre en España, la información sobre el precio de transacción de cada inmueble no es pública, y por otro lado se precisa de la eliminación de aquellas transacciones cuyos precios pueden alterar las variables del mercado al no responder a transacciones de mercado entre partes independientes.

Dada la dificultad de abordar directamente el problema de la existencia de sobrevaloraciones, y atendiendo a que lo que interesa detectar es si existen agentes que fomentan sistemáticamente la sobrevaloración de inmuebles, es posible utilizar otros procedimientos.

De acuerdo con las Normas Internacionales de Valoración (2017) y las Normas RICS (2017), existen 3 enfoques principales de valoración: enfoque de mercado, enfoque de ingresos y enfoque de costes. En el caso de la valoración de inmuebles residenciales, para los que normalmente existe una amplia oferta de inmuebles comparables, lo más habitual es aplicar el enfoque de mercado. Dentro del enfoque de mercado, existen varios métodos (**Guadalajara, 2018**): métodos sintéticos, método beta y método econométrico. En todos ellos se parte de la relación que existe entre el valor de los inmuebles y las variables o características de la vivienda, que se obtiene de forma más exacta con el método econométrico. También es posible introducir otras variables adicionales, como pueden ser las sociedades de tasación. En este método se utilizan amplias bases de datos suficientemente detalladas y depuradas.

Este valor del inmueble se puede referir a diferentes valores: un valor de compraventa, un valor de oferta, un valor catastral, un valor de tasación, etc. En nuestro caso, considerando el objetivo de la Tesis Doctoral, el valor a utilizar va a ser el valor de tasación. En España, dado el elevado número de valoraciones (sobre todo de viviendas) que anualmente se realizan— hasta casi dos millones anuales a mediados de la pasada década—, es posible contar con una información amplia de los valores de tasaciones.

Desde el punto de vista del supervisor, el elevado volumen de valoraciones hace muy costoso realizar una evaluación individualizada de éstas, pero permite, a partir de la explotación de las bases de datos, desarrollar metodologías que permitan detectar globalmente su calidad.

La metodología que se plantea desarrollar en la presente Tesis Doctoral, consta de tres fases, según se muestra en la ilustración 6.1.

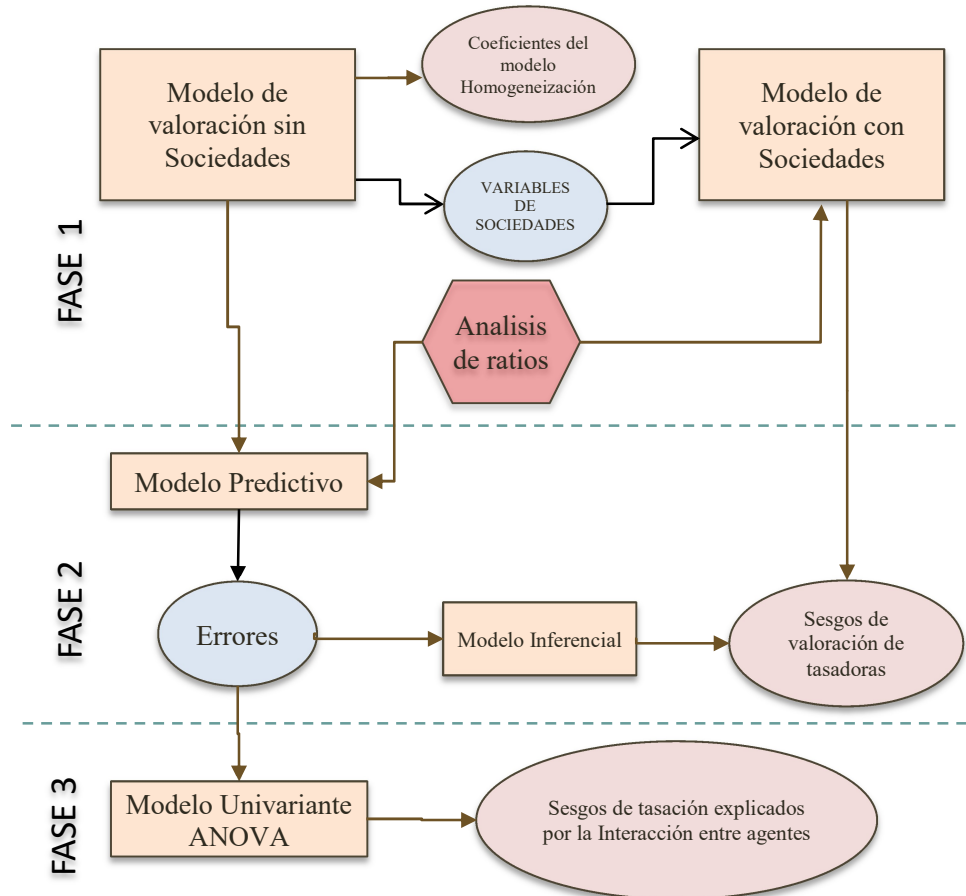


Ilustración 6.1: Esquema de desarrollo del modelo  
**Fuente: Elaboración propia**



A continuación se explica cada una de ellas:

**1º En la primera fase:** se tratará de desarrollar los modelos hedónicos de estimación del valor de la vivienda que sean estables, tanto temporalmente como transversalmente, pero que a su vez sean coherentes con la práctica de la valoración. Concretamente, se van a desarrollar dos modelos:

1º Un modelo de regresión por MCO que contiene como variables explicativas las características de las viviendas, socioeconómicas y localización, pero sin incluir las sociedades de tasación como variables dummy. Este modelo va a ser el punto de partida de los modelos restantes

2º. Un modelo explicativo por MCO equivalente al anterior al que se han añadido las sociedades de tasación como variables dummy.

Un análisis de aplicación de la regresión para valoración inmobiliaria se encuentran en **Caballer (2018)** y en **Caballer y Guadalajara (2005)**, aplicados a la valoración de la tierra.

En un sentido amplio, un modelo pretende explicar la variación de una respuesta a partir de la relación conjunta de dos fuentes de variabilidad, una de carácter determinista y otra aleatoria, lo que responde a la expresión (**López-González y Ruiz-Soler, 2011**):

$$\text{Respuesta} = \text{componente sistemático} + \text{componente aleatorio.}$$

La construcción, formulación y ajuste de un modelo a los datos empíricos debe dar respuesta a tres criterios:

- (a) criterio estadístico o principio de bondad de ajuste: la inclusión de parámetros en el MODELO en beneficio de una mejor representación de los DATOS con la correspondiente disminución del ERROR.
- (b) criterio lógico o principio de parsimonia: la selección de los parámetros que formen parte del modelo, de tal modo que éste se convierta en una representación simple y sobria de la realidad.
- (c) criterio sustantivo o integración teórica del modelo en la red conceptual que lo generó.

Para ello se distinguen 5 etapas:

1. Especificación del modelo teórico, determinando qué variables son de interés, así como cuáles son las relaciones entre ellas. Esta situación da de lleno con el dilema entre los principios de parsimonia versus ajuste: que el modelo describa de la forma más simple posible, o bien que la concordancia entre el modelo y los datos sea lo más completa posible, es decir, con el mínimo error.
2. Estimación de parámetros, calculando el valor de los coeficientes del modelo examinado a partir del conjunto de datos observados, al objeto de determinar si el modelo teórico propuesto es aceptable como representación aproximada de los datos.
3. Selección del modelo, valorando si el nivel de discrepancia entre los datos observados y los datos ajustados es suficientemente bajo como para optar por el modelo o, por el contrario, suficientemente elevado como para rechazarlo.
4. Evaluación del modelo, examinando las observaciones individuales (leverage points), los datos influyentes (influentials) y los datos anómalos (outliers), así como comprobando los supuestos de normalidad, linealidad, homocedasticidad e independencia.
5. Interpretación del modelo, comprendiendo sus implicaciones con respecto a la variable de respuesta. Esta fase conlleva una explicación detallada de los parámetros del modelo para comprobar si se cumplen los criterios estadístico, lógico y sustantivo.

Finalmente se acepta, o no, el modelo y, si es preciso, se reinicia el proceso.

El proceso va a comenzar con el desarrollo de un modelo de regresión por MCO, que se ha denominado empírico, porque debe permitir reproducir el proceso lógico de valoración. Se llevará a cabo una estimación y explicación de los valores de homogeneización y la lógica económica de los valores obtenidos.

Una vez establecida la validez de las variables seleccionadas, y al objeto de mejorar la capacidad predictiva de los modelos, se estimarán diferentes modelos de regresión espacial, y de regresión ponderada geográficamente (GWR), al objeto de seleccionar los mejores modelos. La selección de los modelos se realizará teniendo en cuenta la mejor bondad del ajuste, y aplicando una serie de ratios, tal como se indicará más adelante.

En **Guadalajara (2018b)** se analiza el origen y fundamento del método econométrico, así como sus diferentes desarrollos desde los enfoques sintéticos o el método Beta a los modelos espaciales multivariantes.

**2º En la segunda fase** se obtendrán los sesgos de valoración, a partir del modelo explicativo con las sociedades de tasación y del modelo predictivo sin las sociedades de tasación.

Un modelo predictivo que no contiene las sociedades de tasación como variables dummy servirá para predecir valores de tasación y calcular los errores en la fase 2. En una primera fase se estima el nivel de precios a partir de modelos hedónicos y de modelos espaciales. En una segunda fase, se toman los errores de cada modelo como variable dependiente, y se incluyen a las sociedades de tasación como factores explicativos del error de estimación del modelo de la fase inicial que influyen en el valor de tasación del inmueble.

Con ambos modelos se puede cuantificar la influencia que tiene, sobre el precio estimado, la sociedad que ha realizado la valoración y determinar cuánto se incrementa dicho valor dependiendo de quien haya valorado, y así comparar de un modo homogéneo las diferencias entre las diferentes sociedades.

Como ya se ha comentado anteriormente, con el modelo predictivo se establecerá un procedimiento de inferencia a partir de los errores del modelo y se interpretarán los resultados en términos de sobrevaloración de las tasaciones por sociedad, esto es las diferencias observadas entre el valor estimado por el modelo y el valor tasado del inmueble, las cuales han de ser de orden más que de magnitud.

Tanto con el modelo explicativo como con el predictivo, se ordenarán las sociedades de tasación según los valores de los coeficientes resultantes. Para determinar el nivel de sobrevaloración o minusvaloración, se tendría que acudir a otras referencias diferentes (por ejemplo, a precios de compraventa).

**3º En la tercera y última fase, con los errores del modelo predictivo** se aplicará un modelo univariante de varios factores en el que se analizarán los efectos que, sobre el valor tasado, muestran las interacciones entre los diferentes agentes (sociedades de tasación, tasadores y bancos).

## 6.2 Fase 1: Modelos empíricos

### *6.2.1 Modelo empírico de regresión por mínimos cuadrados ordinarios*

Las primeras metodologías utilizadas para modelizar el valor de los inmuebles fueron mediante el desarrollo de modelos hedónicos.

El término hedónico fue mencionado por primera vez por **Court (1939)**, para calcular un índice de precios de los automóviles. Desde entonces, la aplicación al mercado inmobiliario se ha realizado extensamente. Los principales aspectos a considerar en los modelos hedónicos se refieren, en primer lugar, a la selección de la formulación funcional del modelo; un error en la formulación nos conducirá a resultados erróneos. Las funciones más utilizadas son la lineal, la logarítmica y la semilogarítmica. **Goodman (1978)** demostró que el modelo funcional de Box-Cox era preferible al modelo lineal, sin embargo, presenta el problema de que los coeficientes son difíciles de interpretar **Sopranzetti (2015)**; es por ello por lo que los métodos más utilizados son los basados en funciones logarítmicas, dado que estos se comportan mejor que los lineales (**Rahmatian y Cockerill, 2004**).

En segundo lugar, está el concepto de segmentación de mercados, que en relación al mercado inmobiliario fue definido por **Goodman y Thibodeau (2003)**, como áreas geográficas del mercado inmobiliario, en las que el precio unitario es constante, y en las que están a la venta inmuebles de similares características. Aplicando cuatro métodos diferentes para la generación de submercados en Dallas, descubrieron el significativo incremento de la precisión que se produce en el modelo cuando se considera la distribución espacial de las viviendas.

En tercer lugar, el número de variables y su especificación son aspectos importantes en la especificación del modelo. **Goodman y Thibodeau (2003)** consideraron que aumentar el número de atributos en el modelo, aumenta su precisión. Y en cuanto a la especificación de las variables, por ejemplo, el poder explicativo de la variable de “primera-línea-de-playa” cambia si se transforma esta variable de numérica (metros lineales de fachada con vistas a la playa) a categórica, indicando si la vivienda está o no frente al mar (**Wild, 2009**).

Otros autores han aplicado una metodología similar. **Lehner (2011)**, respecto a Singapore, realizó un exhaustivo análisis de otros estudios similares del sudeste asiático, y **Goodman y Thibodeau (2003)** analizaron la precisión de los resultados del modelo hedónico dependiendo de la segmentación de los mercados de vivienda. **Reddy (2015)** señaló la ventaja de que no es necesario desarrollar diferentes modelos para cada una de las sub-áreas, obteniéndose unos buenos resultados, aun cuando no se consigan unos estimadores óptimos. **Ali et al. (2015)** especificaron un

modelo hedónico para estimar las variables que tienen más influencia en el precio, a partir de los datos de 10 barrios residenciales de Faisalabad (Pakistan), y **Zoopi et al (2015)** desarrollaron un modelo hedónico multivariante para determinar los factores que influyen en el valor de la vivienda en Cagliari, Italia.

Otras metodologías hedónicas como los modelos jerárquicos o modelos mixtos ha sido aplicados por **Arribas et al. (2016)**, con resultados similares de poder predictivo a los del modelo de MCO, si bien muestran una menor variancia los parámetros estimados por esta metodología.

En la presente Tesis Doctoral, para la estimación del modelo de regresión hedónico multivariante por MCO, se ha utilizado el programa Geoda. En primer lugar se ha procedido a transformar las variables no dicotómicas en variables logarítmicas, en línea con otros trabajos (**Goodman y Thibodeau, 2003; Hu et al., 2013**), con el fin de corregir la asimetría que existe muchas veces en estos tipos de datos y obtener una mayor normalidad de las variables, dando lugar a los modelos semilogarítmicos. De este modo se consigue, además, que los valores de los coeficientes de regresión de cada variable equivalgan a la elasticidad respecto a la variable dependiente (**Giles, 2011**) y que mejoren la normalidad de los residuos.

El modelo explicativo se expresa:

$$Ln y = \alpha + \sum_1^N \beta_i lnX_i + \sum_1^M \gamma_j D_j + \sum_1^S \delta_k S_k + \varepsilon^8$$

[6. 1]

El modelo predictivo se expresa:

$$Ln y = \alpha + \sum_1^N \beta_i lnX_i + \sum_1^M \gamma_j D_j + \varepsilon^8$$

[6. 2]

Donde:

---

<sup>8</sup> El término de error  $\varepsilon$ , requiere una transformación específica que se señala más adelante. Por otro lado, en el caso de que la transformación de la variable sea  $\lambda \text{LN}(x^2)$ , que es equivalente a la expresión  $2\lambda \text{LN}(x)$ , en el modelo original es  $x^{2\lambda}$ .

$y$  = Valor total del inmueble en €  
 $X_i$  = Variables continuas  
 $D_j$  = Variables dicotómicas  
 $S_k$  = Variables dummy de Sociedades de Tasación  
 $N$  = Número de variables continuas  
 $M$  = Número de variables dicotómicas  
 $S$  = Número de sociedades de tasación  
 $\varepsilon$  = Error

La bondad del ajuste del modelo se medirá por el  $R^2$  ajustado y el criterio de información de Akaike (AIC). Además, el nivel de significación de los coeficientes de las variables se determinará mediante la  $t$  de Student.

El  $R^2$  ajustado mide la bondad del ajuste, esto es el porcentaje de variación de la variable dependiente pero teniendo en cuenta el número de variables incluidas en el modelo

El AIC es una medida de la calidad relativa de un modelo estadístico, para un conjunto dado de datos. AIC no proporciona una prueba de un modelo en el sentido de probar una hipótesis nula, es decir AIC no puede decir nada acerca de la calidad del modelo en un sentido absoluto. En el caso general, el AIC es:

$$AIC = 2k - 2 \ln(L) \quad [6.3]$$

donde  $k$  es el número de parámetros en el modelo estadístico, y  $L$  es el máximo valor de la función de verosimilitud para el modelo estimado. Dado un conjunto de modelos candidatos para los datos, el modelo preferido es el que tiene el valor mínimo en el AIC.

El test  $t$  de Student es usado para determinar si una variable independiente del modelo es estadísticamente significativa.

Para ello se parte de  $p$ -valor, bajo el supuesto de que la distribución se ajusta a una curva normal. Para evaluar el nivel de significación de los coeficientes se realiza un test de hipótesis donde:

$H_0: \beta_k = 0$  El coeficiente estimado para la variable  $K_{th}$  es igual a 0

$H_1 : \beta_k \neq 0$  El coeficiente estimado para la variable  $K_{th}$  es diferente a 0.

El estadístico t se expresa como:

$$t_{n-k} = \frac{\hat{\beta}_k - 0}{S/\sqrt{n}} = \frac{\hat{\beta}_k}{S_{\hat{\beta}_k}} \quad [6.4]$$

Donde n es el número de viviendas, k es el número de variables independientes; n-k son los grados de libertad y  $S_{\hat{\beta}_k}$  es el error estándar de  $\hat{\beta}_k$ , a partir de la desviación estándar s y n.

Se rechaza la hipótesis nula si  $\frac{|\hat{\beta}_k|}{S_{\hat{\beta}_k}} > t_{\alpha/2}$ , lo que implica que el coeficiente de la variable  $k_{th}$ , es estadísticamente significativo, para un nivel de confianza  $\alpha$ .

Para detectar si se cumplen los principios básicos de la regresión, se obtendrán los test de multicolinealidad o autocorrelación (índice de condición (IC), factor de inflación de la varianza (VIF) y test de Durbin-Watson), normalidad (test de Jarque-Bera) y heterocedasticidad (test de Breusch-Pagan).

El IC sirve para analizar la colinealidad que producen todas las variables explicativas del modelo en su conjunto. Mide la sensibilidad de las estimaciones mínimocuadráticas ante pequeños cambios en los datos. IC entre 5 y 10 están asociados con una colinealidad débil, mientras que IC entre 30 y 100 señalan una colinealidad moderada a fuerte.

El VIF cuantifica la intensidad de la multicolinealidad en un análisis de regresión normal de mínimos cuadrados. Mide hasta qué punto la varianza de un coeficiente de regresión estimado se incrementa a causa de la colinealidad. Valores inferiores a 5 se consideran como normales a efectos de la medición de la Colinealidad.

El test de Durbin-Watson (d) se utiliza para detectar la presencia de autocorrelación en los residuos (errores de predicción) de un análisis de la regresión. Puesto que d es aproximadamente igual a  $2(1 - r)$ , donde r es la autocorrelación de la muestra de los residuos, un valor de  $d = 2$  indica que no hay autocorrelación. El valor de d siempre

está entre 0 y 4. Si el estadístico de Durbin-Watson es sustancialmente menor que 2, hay evidencia de correlación serial positiva. Como regla general, si Durbin-Watson es inferior a 1, puede ser causa de alarma. Valores pequeños de  $d$  indican que los términos de error sucesivos están correlacionados positivamente. Y si  $d > 2$ , los términos de error sucesivos están correlacionados negativamente.

El test de Jarque-Bera pretende determinar si una determinada distribución de probabilidad se asemeja a una normal, y lo hace mediante el estudio de la asimetría y la curtosis. Se puede utilizar este test para comprobar el supuesto de normalidad en los errores del modelo, y para considerar que la distribución de los errores sigue una normal, el p-value del test debería ser mayor 0.05. Como complemento a esto, apuntar que si el estadístico de Jarque Bera está muy cercano a 0 habrá evidencia de que los errores se ajustan a una normal.

El test de Breusch-Pagan analiza si la varianza estimada de los residuos de una regresión depende de los valores de las variables independientes. Si el test-F confirma que las variables independientes son significativas, entonces se puede rechazar la hipótesis nula de homocedasticidad. Por lo tanto, si el valor p asociado a una prueba de heterocedasticidad cae por debajo de un cierto umbral (por ejemplo, 0.05), llegaríamos a la conclusión de que los datos son significativamente heterocedásticos.

Con respecto al último principio básico, se puede citar a **Goodman y Thibodeau (1998)**, que señalan, tras analizar ventas repetidas de unas 2.000 viviendas, que la antigüedad de las viviendas, unido a las reformas de estas, muestran una mayor distancia de valores a medida que aumenta la antigüedad del inmueble, lo que genera problemas de heterocedasticidad en los modelos.

Por otro lado, hay que recordar que, en el caso en que se realiza una transformación logarítmica de la variable dependiente del modelo, se produce una alteración en los errores que debe ser corregida cuando se quiere retransformar la variable dependiente para predecir los valores; para ello se aplica el estimador de Smearing (**Duan, 1983**), que se explica a continuación.

Sea el modelo más simple:

$$\text{Log}Y = \alpha + X_t\beta + \varepsilon \quad [6.4]$$



al retransformar la variable Y, el valor obtenido no es:

$$E(Y) = e^{E(\alpha + X_t\beta + \varepsilon)} \quad [6.5]$$

Sino:

$$E(Y) = E(e^{(\alpha + X_t\beta + \varepsilon)}) = E(e^{(\alpha + X_t\beta)} * e^\varepsilon) \quad [6.6]$$

Con lo cual, no se puede estimar el valor esperado de la variable dependiente con la primera expresión [6.3], pues conduciría a error al obviar el término de los residuos.

Con todo, **Duan (1983)** establece su coeficiente smearing estimator ( $\gamma$ ) para la correcta retransformación de los valores estimados, con el fin de que los valores resultantes se ajusten a la realidad, recogiendo el valor total de la variable dependiente<sup>9</sup>.

El estimador ha sido aplicado por **Pace, et. al (2004)** para modelos espaciales, en los que se ha realizado una transformación logarítmica de las variables del mismo tipo a los contemplados en esta tesis.

En el modelo predictivo, para contrastar su validez, se aplicará el método de “split validation”, que es utilizada para evaluar los resultados de un análisis estadístico y garantizar que son independientes de la partición entre datos de entrenamiento y contraste. Consiste en calcular los parámetros de regresión con una parte de los datos (entrenamiento) , y estimar los valores de la variable dependiente a partir de los coeficientes de regresión obtenidos en la fase de entrenamiento para el resto de datos (contraste). Esta metodología fue introducida por **Snee (1977)**, y posteriormente se ha aplicado por autores como **Goh et. al (2012)**, que lo aplicaron para evaluar la precisión y robustez de diferentes índices de precios de vivienda aplicados a diferentes periodos y localizaciones.

Finalmente se estima el coeficiente de correlación entre los valores de la variable dependiente y los resultados obtenidos. Esta técnica se utiliza en entornos donde el

---

<sup>9</sup>  $E(Y) = E(e^{(\alpha + X_t\beta + \varepsilon)}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (e^{(\alpha + X_t\beta + \varepsilon)}) = (e^{(\alpha + X_t\beta)}) (\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e^\varepsilon)$ ; y por tanto  $E(Y) = e^{(\alpha + X_t\beta)} * \gamma$

objetivo principal es la predicción y se quiere estimar la precisión de un modelo que se llevará a cabo a la práctica.

Por otro lado, en el caso de que se disponga de datos de dos o más años, es conveniente determinar si ambas series de datos son homogéneas. El test de **Chow (1960)** es un test estadístico que prueba si los coeficientes en dos regresiones lineales obtenidas en dos sets de datos son iguales. Normalmente, este test se usa en el análisis de series temporales para probar la presencia de un cambio estructural, pero se puede aplicar a análisis de corte transversal que correspondan a varios períodos de tiempo, para determinar si existen diferencias estructurales entre períodos.

Si se considera un modelo con dos variables explicativas:

$$y = a + b \cdot x_1 + c \cdot x_2 + u, \quad [6.7]$$

Y si se cuenta con dos grupos de datos, se puede ajustar cada grupo de datos separadamente:

$$y = a_1 + b_1 \cdot x_1 + c_1 \cdot x_2 + u \quad \text{para el grupo 1} \quad [6.8]$$

$$y = a_2 + b_2 \cdot x_1 + c_2 \cdot x_2 + u \quad \text{para el grupo 2} \quad [6.9]$$

y además, se puede ajustar la regresión para ambos grupos de forma conjunta:

$$y = a + b \cdot x_1 + c \cdot x_2 + u \quad [6.10]$$

de forma que se asume como hipótesis nula que  $a_1=a_2$ ,  $b_1=b_2$ , y  $c_1=c_2$ .

la formula para contrastar esta hipótesis es:

$$Chow = \frac{((ess_c - (ess_1 + ess_2))/k)}{((ess_1 + ess_2)/(N_1 + N_2 - 2 \cdot k))} \quad [6.11]$$

Donde:

$ess_1$  y  $ess_2$  son la suma de los errores de cada regresión,

$ess_c$  es la suma de los errores cuadrados de la regresión conjunta,

$k$  es el número de parámetros (variables)

$N_1$  y  $N_2$  son el número de observaciones de cada grupo.

El estadístico del test de Chow se distribuye como  $F(k, N_1 + N_2 - 2*k)$ .

### **6.2.2 Interpretación de los coeficientes de la regresión como parámetros de homogeneización de mercado**

Como es conocido, la metodología del método de comparación consiste en obtener información de inmuebles similares al que se pretende valorar, denominados comparables o testigos. De estos comparables se utilizan las variables más representativas, y, en la práctica valorativa tradicional con finalidad financiera, muchas veces se obtiene el valor del inmueble a valorar empleando los denominados coeficientes de homogeneización. Estos coeficientes son una interpretación particular que hacen los profesionales del artículo 22 de la Orden ECO/805/2003. Aunque este tema se aparta del objetivo de la Tesis Doctoral, se ha querido hacer un paréntesis y demostrar que con un ejemplo la invalidez de dichos coeficientes.

El artículo 22 de la orden ECO/805/2003 establece el procedimiento de cálculo del valor por comparación. Para ello se indica que se seguirán las siguientes reglas generales:

- a) *Se establecerán las cualidades y características del inmueble tasado que influyan en su valor.*
- b) *Se analizará el segmento del mercado inmobiliario de comparables y.../ ..., se obtendrán precios actuales de compraventa al contado de dichos inmuebles.*
- c) *Se seleccionará entre los precios obtenidos tras el análisis previsto en la letra anterior, una muestra representativa de los que correspondan a los comparables, a la que se aplicará el procedimiento de homogeneización necesario.*
- d) *Se realizará la homogeneización de comparables con los criterios, coeficientes y/o ponderaciones que resulten adecuados para el inmueble de que se trate.*
- e) *Se asignará el valor del inmueble, neto de gastos de comercialización, en función de los precios homogeneizados, previa deducción de las servidumbres y limitaciones del dominio que recaigan sobre aquél y que no hayan sido tenidas en cuenta en la aplicación de las reglas precedentes.*

Es decir, a partir de una muestra representativa de comparables del mismo segmento de mercado, se determinarán los coeficientes adecuados para determinar el valor del inmueble. En la práctica habitual, estos coeficientes son definidos por el valorador a título totalmente subjetivo, sin ninguna prueba que demuestre su validez, lo que en cierto modo, invalida el resultado obtenido.

Si el inmueble a valorar según una determinada característica es peor que el comparable, el coeficiente de homogeneización que se aplica es  $>1$ , caso de ser equivalentes las características será  $=1$ , y si es mejor, será  $<1$ .

Los coeficientes obtenidos con el modelo hedónico por MCO anterior para cada una de las variables, pueden ser contrastados con los coeficientes que los tasadores emplean en la práctica de la valoración cuando aplican el método de comparación.

Para ello, es necesario retransformar el modelo por MCO, de modo que los parámetros resultantes sean comparables con los parámetros de homogeneización de comparables que se siguen normalmente al aplicar el método de comparación.

El valor de los coeficientes se puede obtener de un modo más general:

El modelo original [ecuación 6.1] retransformado consecuentemente es:

$$Y = [ e^{\alpha} * \prod_i^j x_i^{\beta} * \prod_j^n e^{D_j \gamma_j} ] * \varepsilon \quad [6.12]$$

Esta ecuación se puede adaptar y simplificar para recoger los dos tipos de variables  $x_i$  y  $D_j$ , y donde  $e^{\alpha} = cte$ , que se denomina  $\theta$

$$\hat{Y} = [ \hat{\theta} * x_i^{\hat{\beta}_i} * e^{\hat{\gamma}_j D_j} ] \quad [6.13]$$

donde  $\hat{Y}$  se refiere a las estimaciones del modelo.

La variación del valor del inmueble explicada por cada variable, dependiendo de la tipología de cada una será:

$$\begin{aligned} \frac{\partial Y}{\partial x_i} &= x_i^{\hat{\beta}_i} \\ \frac{\partial Y}{\partial D_j} &= e^{\hat{\gamma}_j D_j} \end{aligned} \quad [6.14]$$

La retransformación de las variables a las unidades de medida originales, esto es al modelo multiplicativo, ha de realizarse dependiendo del tipo de variable y de la transformación realizada en el modelo semilogarítmico. En la tabla 6.1 se resumen las diferentes transformaciones que cabría realizar.

Tabla 6.1: Transformaciones posibles de las variables

Tipo de variable	Variable Modelo logarítmico	Variable retransformada a unidades originales
Dependiente	$Y$	$e^{\ln Y}$
Intercepto	$\alpha$	$e^{\alpha}$
Continua	$X_i$	$e^{X_i \beta_i}$
Dummie	$D_j$	$e^{D_j \gamma_j}$
Término error	$\text{Ln } \varepsilon$	$\gamma = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e^{\varepsilon}\right)$

Aplicadas dichas transformaciones sobre los coeficientes de regresión y los valores extremos de los datos, se obtienen los valores extremos de cada variable, y en consecuencia, los valores predecibles extremos del modelo multiplicativo retransformado a unidades originales.

En cuanto a la transformación de los errores, se debe seguir a **Duan (1983)** ya comentado anteriormente. Ver ecuación [6.12].

De acuerdo con lo anterior, el cálculo del coeficiente de homogeneización a partir de los coeficientes obtenidos en el modelo por MCO se realizará del siguiente modo:

a) Para una variable continua:

Como se ha señalado anteriormente, en el inmueble a valorar, la variación de valor del inmueble está en función del valor que tome la variable  $X_1$ , y será:

$$\frac{\partial Y}{\partial X_1} = X_1^{\hat{\beta}_1} \quad [6.15]$$

En el comparable, la variación del valor total, que depende del valor de la variable  $X_{1c}$ , será:

$$\frac{\partial Y}{\partial X_{1c}} = X_{1c}^{\hat{\beta}_1} \quad [6.16]$$

Por tanto el coeficiente de homogeneización será:

$$Coef_x = x_1^{\hat{\beta}_1} / x_{1c}^{\hat{\beta}_1} = \left( \frac{x_1}{x_{1c}} \right)^{\hat{\beta}_1} \quad [6.17]$$

b) En el caso de una variable Dummie:

En el inmueble a valorar, se tiene que, para la variable  $X_1$  ,

$$\frac{\partial Y}{\partial D_1} = e^{\hat{\gamma}D_1} \quad [6.18]$$

En el comparable, del cual se conoce su importe, para la variable  $X_{1c}$  ,

$$\frac{\partial Y}{\partial D_{1c}} = e^{\hat{\gamma}D_{1c}} \quad [6.19]$$

Por tanto el coeficiente de homogeneización será:

$$Coef_D = e^{\hat{\gamma}D_1} / e^{\hat{\gamma}D_{1c}} = e^{\hat{\gamma}(D_1 - D_{1c})} \quad [6.20]$$

En el **Anejo 6.1** se desarrolla de un modo más empírico la estimación de los parámetros de homogeneización, para determinar si ésta se realiza con los criterios, coeficientes y/o ponderaciones adecuados para el inmueble de que se trate.

### 6.2.3 *Análisis factorial*

El análisis factorial es una técnica de reducción de datos que sirve para encontrar grupos homogéneos de variables a partir de un conjunto numeroso de variables (**De la Fuente, 2011**).

Se trata de buscar el número mínimo de dimensiones capaces de explicar el máximo de la varianza observada de un número mayor de variables existentes en los datos. De este modo se simplifica el modelo de regresión cumpliendo el principio de parsimonia, y se evitan problemas computacionales y de autocorrelación que pueden producirse en determinados modelos, como se indicará más adelante.

Todo ello va a resultar importante a la hora de realizar la Regresión Ponderada Geográficamente (GWR), dado que se eliminan problemas de multicolinealidad de las variables, que impedirían realizar el análisis, como se comentará más adelante.

De acuerdo con **Caballero (2011)**, si bien hay varios métodos de extracción de factores, existen dos métodos paradigmáticos: el método de componentes principales, cuando se supone normalidad de los elementos aleatorios del modelo básico y el método de la máxima verosimilitud, cuando se adopta la hipótesis de normalidad multivariante, es decir de todas las variables del modelo consideradas conjuntamente.

En nuestro caso se ha aplicado el método de componentes principales. Consiste en estimar las puntuaciones factoriales mediante las puntuaciones tipificadas de las primeras k-componentes y la matriz de cargas factoriales mediante las correlaciones de las variables originales con dichas componentes. Este método tiene la ventaja de que siempre proporciona una solución.

Tiene el inconveniente de que al no estar basado en el método de máxima verosimilitud, puede llevar a estimadores muy sesgados de la matriz de cargas factoriales, especialmente, si existen variables con comunalidades bajas.

La comunalidad de una variable es la proporción de su varianza que puede ser explicada por el modelo factorial obtenido. Estudiando las comunalidades de la extracción se puede observar cuáles de las variables son peor valoradas por el modelo.

Por otro lado, para determinar cuáles son las variables que presentan una mejor correlación entre sí, y que la interpretación de los factores sea adecuada, es conveniente realizar la rotación de factores.

Una variable debe tener cargas factoriales elevadas con un sólo factor. Es deseable que la mayor parte de la varianza de una variable sea explicada por un solo factor y no debe haber factores con similares cargas factoriales

La rotación ortogonal permite rotar los factores estimados inicialmente, de manera que se mantenga la no correlación entre los mismos. El método más utilizado de rotación es la varimax (Varianza máxima), ideado por Kaiser. La rotación oblicua no mantiene la ortogonalidad de los factores, lo que nos lleva a aceptar que dos o más factores expliquen a la vez una misma realidad. Las comunalidades finales de cada variable permanecen inalteradas con la rotación.

Se denomina “eigenvalue” o autovalor a la capacidad del factor para explicar la varianza total de las variables. En el gráfico de sedimentación, se representan los autovalores de cada factor, que se obtienen del cálculo de la varianza total explicada.

Muchas técnicas estadísticas se ven seriamente afectadas por la correlación entre las variables originales. En la medida en que las puntuaciones factoriales estén incorrelacionadas, podrán utilizarse en ulteriores análisis.

**De la Fuente (2011)** señala que para valorar la adecuación de los datos analizados en un modelo factorial hay dos estadísticos: la medida de adecuación muestral KMO (Kaiser-Meyer-Olkin), y el test de esfericidad de Bartlett.

La medida KMO es un índice que compara la magnitud de los coeficientes de correlación observados con los coeficientes de correlación parcial.

$$KMO = \frac{\sum_{ij} r_{ij}^2}{\sum_{i \neq j} r_{ij}^2 + \sum_{i \neq j} r_{ij,m}^2} \quad 0 \leq KMO \leq 1 \quad [6.21]$$

Donde:

$r_{ij}^2$  representa el coeficiente de correlación entre las variables  $i$  y  $j$ .

$r_{ij,m}^2$  representa el coeficiente de correlación parcial entre las variables  $i$  y  $j$ , eliminando el efecto de las restantes  $m$  variables.

El índice KMO se utiliza para comparar las magnitudes de los coeficientes de correlación parcial, de forma que cuánto más pequeño sea su valor, mayor será el valor de los coeficientes de correlación parciales  $r_{ij,m}^2$  y, en consecuencia, menos apropiado es realizar un Análisis Factorial.

Se considera que si  $KMO > 0,6$ , el análisis es aceptable

Por su parte, el test de esfericidad de Bartlett contrasta la hipótesis nula de que la matriz de correlaciones observada es la matriz identidad. El estadístico se distribuye como una chi-cuadrado, y es una transformación del determinante de la matriz de correlaciones. Si el nivel crítico es mayor del 0,05, no se puede rechazar la hipótesis nula de esfericidad, y por tanto no se puede decir que el modelo factorial sea adecuado.

Una vez obtenidos los factores, se realiza un modelo de regresión con los factores.



#### 6.2.4 Modelos de regresión espacial

En el modelo hedónico por MCO estudiado anteriormente se pueden incorporar variables de localización, pero no se mide la correlación espacial de los datos, ni por tanto se pueden considerar sus posibles efectos.

La existencia de dependencia espacial en el sector inmobiliario, es decir que los valores de los inmuebles sean interdependientes respecto a los inmuebles más próximos, es una circunstancia frecuente en el ámbito del mercado inmobiliario. Ello hace que sea necesario analizar si se produce esta dependencia en el ámbito espacial analizado y, de existir dicha dependencia espacial, se precisa medir el efecto de dicha dependencia sobre la variable explicada.

Al aplicar regresión por MCO, se adopta el supuesto de que las relaciones entre las variables son estacionarias, sin considerar la circunstancia de que se produzcan variaciones locales a causa de la heterogeneidad espacial. Sin embargo, es posible que los datos espaciales no cumplan la hipótesis de independencia debido a que estos normalmente están autocorrelacionados. Es por ello que antes de abordar cualquier análisis de tipo espacial, es necesario someter los residuos del modelo por MCO a test específicos para determinar si existe aleatoriedad o por el contrario presentan autocorrelación espacial.

Para evaluar la existencia de autocorrelación espacial a nivel global, se aplican los tests I de Moran (**Moran, 1950**), o el C de Geary. A nivel más local, **Anselin (1995)** introdujo los indicadores locales de asociación espacial (LISA, local indicators of spatial Association), que descompone el estadístico I de Moran en sus componentes locales para identificar clusters y outlier.

**Abate (2016)** realizó un análisis de la econometría espacial y señaló que, en términos de especificación y estimación, hay dos grandes líneas de literatura del análisis espacial. La primera se refiere a la que considera la dependencia espacial mediante especificaciones de retardo espacial aplicada a datos de corte transversal (**Anselin, 1988**). La segunda tiene en cuenta tanto la dimensión espacial como la temporal, mediante la aplicación de modelos de datos de panel.

**Krause y Bitter (2012)** analizaron las últimas tendencias en el campo de la valoración inmobiliaria: (1) la expansión de la econometría espacial; (2) el reconocimiento de las diferencias entre los valores del terreno y los valores de los

desarrollos inmobiliarios; y (3) reconocimiento de las primas de valor que derivan de formas de desarrollo sostenible.

En relación al desarrollo de la econometría espacial, señalan que hay dos modelos básicos para la dependencia espacial: modelo de retardo espacial (Spatial Lag Model, SLM) o espacial autorregresivo (Spatial Autoregressive Regression, SAR), y de error espacial (Spatial Error Models, SEM). Sin embargo la econometría espacial no se limita a estos dos modelos, sino que se pueden combinar en un modelo general espacial o mixto (SLM+SEM o GSM). Todos estos estudios muestran los peligros de ignorar los efectos espaciales y realizar estimaciones por MCO, cuando se valoran inmuebles.

Una cuestión muy debatida es la determinación de una adecuada matriz de pesos espaciales. Sin embargo, señalan, que ésta no cambia sustancialmente los estimadores del modelo.

Finalmente indican que modelos locales como la GWR, producen mejores predicciones que modelos basados en MCO, a pesar de que estos modelos muestran heterogeneidad de los coeficientes en el espacio.

Los modelos hedónicos espaciales basados en econometría espacial, datan de estudios presentados en los años 80 y 90 del siglo pasado. **Dubin (1998)** desarrolló un modelo espacial de regresión hedónica incorporando autocorrelación espacial del término de error. **Anselin (1988)** señaló que la autocorrelación espacial tiene dos causas fundamentales. Por un lado, la existencia de procesos espaciales, que se refleja con sus características propias, diferentes de los procesos de series temporales, por ejemplo, la autocorrelación es multidireccional. Y, por otro lado, debido a errores de diversa naturaleza tales como, la imperfección de los datos, o el desajuste entre el área geográfica y el tipo de fenómeno que se trata de explicar. **Belsky et al (1998)** realizaron una revisión de los sistemas de información geográfica (GIS) y sus posibilidades de uso en la financiación hipotecaria y en la gestión del riesgo, comercialización, cumplimiento de la regulación, e investigación y desarrollo. **Can (1990, 1992)** también desarrolló aspectos espaciales, incorporando dos cuestiones: el efecto de la contigüidad y el efecto del vecindario. Observó que el modelo tradicional autorregresivo es superior a los modelos hedónicos tradicionales, puesto que reflejan los efectos espaciales de la proximidad con otros factores localizados cerca del inmueble.

**Case et al. (2004)**, realizaron un interesante análisis de 4 modelos diferentes, partiendo del de MCO hasta un modelo de regresiones múltiples espaciales locales, mostrando este último una clara superioridad sobre el resto de modelos.

**Fik et al. (2003)**, compararon diferentes modelos hedónicos, partiendo de aquellos en que no se consideran los aspectos espaciales, hasta los modelos en los que se incluían como variables las coordenadas de localización o dummies de distritos postales próximos. Esta metodología resulta útil para segmentar mercados de los que no se tiene una evidencia previa.

Más recientemente, diversos trabajos (**Anselin, 2003; Anselin et al, 2004a; Anselin et al, 2004b; Anselin, 2005; Anselin et al., 2012; Anselin y Rey, 2014**) han realizado múltiples aportaciones para la divulgación del análisis espacial, como el desarrollo del software GEODA, GeodaSpace y PYSAL (Series 2013), y la publicación de una guía metodológica (**Anselin y Rey, 2014**), con una intensa labor desde GeoDa Center (2016), primero en la Universidad de Arizona, y posteriormente en la de Chicago.

Finalmente, **Cleveland y Devlin (1988)**, introdujeron el concepto de regresión ponderada localmente (Loess), que fue desarrollado y aplicado específicamente al sector inmobiliario por otros autores como **Fotheringham et al. (1998)**, que introdujeron el término de GWR. Con este término se refieren a una familia de modelos de regresión ajustados al espacio, donde es posible observar las variaciones espaciales de los parámetros estimados y con ello saber dónde y cuánto es el efecto de cada variable explicativa. Se trataría de ajustar tantas regresiones como unidades espaciales se consideren en el análisis, en base al concepto de matrices de distancia, de modo que por medio de una función Kernel, se establezcan los pesos de cada observación en la ecuación, ponderados en función inversa de la distancia.

A continuación se describen muy brevemente, por orden cronológico, algunas aplicaciones del análisis espacial al mercado inmobiliario. **Ugarte et al (2004)** definieron submercados de viviendas en Pamplona aplicando dos modelos mixtos diferentes: el primero con coeficientes aleatorios, y el segundo con el intercepto aleatorio solamente. Mediante esta técnica, definen tres submercados diferentes.

**Chasco y López Hernández (2004)** analizaron la distribución geográfica de la renta disponible, en las diferentes provincias españolas, y la difusión y dinámica temporal de la dependencia espacial, aplicando la técnica de datos de panel mediante especificaciones de modelos espaciales que incluyen tanto retardos espaciales como

espacio temporales y que recojen la dinámica temporal de la dependencia espacial mediante una única estructura.

**López Hernández y Chasco (2004)** estudiaron los mismos aspectos que en el artículo anterior sobre la difusión y dinámica temporal de la dependencia espacial en las provincias de España, pero en este caso los modelos desarrollados se aplicaron a la estimación de la Renta Familiar disponible para la región de Murcia.

**Militino et al (2004)** aplicaron diferentes técnicas de regresión espacial para ver con cual se consiguen mejores resultados. Analizaron la importancia de diferentes variables en la explicación de los precios de la vivienda.

**López Hernández y Chasco (2007)** señalaron una estrategia de modelización en el modelo autorregresivo espacial de primer orden, considerando la tendencia temporal en la dependencia espacial, en línea con otros trabajos señalados.

**Borst y McCluskey (2007)** realizaron un análisis del método de comparación, tal como lo aplican los profesionales, y las técnicas de retardo espacial y de GWR, de modo que aquel es una aplicación práctica de estos dos.

Para determinar el mejor método para realizar valoraciones masivas, compararon los resultados de valoración por el método de comparación de ventas, y por varios métodos hedónicos y el modelo de GWR, y señalaron la superioridad del primero, si bien los resultados no son concluyentes.

**Borst y McCluskey (2008)** utilizaron el modelo de GWR para la detección de submercados inmobiliarios en tres condados de características muy diferentes de Estados Unidos (Catawba County, North Carolina; Sarasota County, Florida; y Fairfax County, Virginia) como un medio de incorporar los efectos a gran escala de la localización a los modelos masivos de valoración. Con el mismo conjunto de datos anterior, **McCluskey y Borst (2011)** inciden en la importancia de la segmentación de los mercados inmobiliarios de cara a mejorar la predicción de los modelos frente a aquellos modelos que se aplican para realizar valoraciones de forma masiva sin una adecuada segmentación de los mercados.

**Lu et al. (2014)**, analizaron la aplicación al modelo GWR de matrices de distancias no euclídeas, dado que normalmente es más relevante el tiempo de desplazamiento por carretera o transporte público que la mera distancia en metros de los inmuebles respecto a centros de negocios de las ciudades u otros núcleos .

**Liao y Wang (2012)** han analizado la variación de los coeficientes de regresión a partir de la aplicación de modelos de regresión por cuantiles, utilizando modelos de

MCO y modelos de retardo espacial en dos etapas. Liu (2013) empleó modelos de autorregresión espacio-temporal, para evaluar la dependencia en las predicciones de precios de la vivienda. Su aplicación fundamental es para la obtención de índices de precios de vivienda.

**Chasco y Le Gallo (2013)** analizaron cómo afecta el ruido y la polución a los precios de compraventa del centro de Madrid. Para ello, tomaron variables tanto objetivas como subjetivas para medir el efecto. Los resultados son contraintuitivos en el sentido de que las medidas subjetivas de las variables tenían el efecto contrario de las objetivas. Es por ello que consideran que la percepción subjetiva de los factores analizados explica mejor el precio de la vivienda.

**Chica-Olmo et al. (2013)** desarrollaron un modelo de regresión hedónico con datos de diferentes fuentes y características y en el que los errores dependen conjuntamente del sistema de ecuaciones (es lo que definen como errores corregionalizados). El modelo permite utilizar datos de diferentes muestras de viviendas, independientemente de que se trate de tasaciones o ventas, o se refieran o no al mismo periodo de tiempo.

**Hill y Scholz (2013)** realizaron una modelización hedónica de índices de precios de vivienda incorporando datos geográficos mediante un “spline” (línea polinómica suavizada) de las coordenadas geográficas de los datos.

**Shimizu (2014)** comparó tres modelos diferentes para la estimación del precio de viviendas unifamiliares. Parte de un modelo hedónico básico, continúa con el desarrollo de un modelo en el que incorpora variables del barrio, y finaliza con un modelo más avanzado con variables de ubicación espacial. Como es de esperar, el sesgo en los estimadores es mayor si no se consideran los efectos de las variables espaciales.

**Zou (2015)** aplica la metodología hedónica a los precios de las viviendas en Chengdu (China). Como variable espacial considera la distancia de la vivienda al centro de negocios de la ciudad (CBD). Aplica una metodología hedónica log-linear con inclusión de variables dummy por distancia o tiempo de llegada al centro de negocios de la ciudad. Otros autores como **Salon et al. (2014)**, **Chica-Olmo et al (2018)**. señalan también la importancia de variables relacionadas con el impacto de los transportes públicos en el precio de las viviendas, especialmente en ciudades de gran tamaño y extensión. **Chernobay et al. (2011)** han analizado la relevancia de

los efectos de una nueva autopista en los precios de las viviendas beneficiadas por mejorar el tiempo de transporte, y concluyen que el mercado de vivienda no es completamente eficiente, dado que la información acerca de la construcción de la autopista no se traslada automáticamente a los precios de la vivienda.

**Zhou et al. (2015)**, por su parte analizaron mediante un modelo de regresión autológica GFM (geographic field model), frente a modelos basados en distancias euclídeas (ED-models) para la predicción de la distribución de rascacielos residenciales en el área de Wuhan (China)

**Braga y Alves (2015)** analizaron los principales problemas que presentan los modelos de valoración inmobiliaria, tales como las relaciones no lineales, la presencia de ruido, o la ausencia de información necesaria. Para solventar estos problemas introducen un modelo de valoración que combina los modelos neuronales con los sistemas de información geográfica.

**Kim y Kim (2016)** remarcaron en un estudio para la estimación del valor del terreno en Korea, aplicando los modelos econométrica espacial (SEM y SLM), que estos son los métodos más recomendables, sobre los tradicionales de MCO, para la estimación de dichos valores.

**Lee et al. (2016)** analizaron el problema de la modificación de la unidad de área del análisis, bien sea por el efecto de zonificación o de escala, y cómo afecta a los resultados en relación al precio de la vivienda en los modelos hedónicos. Un estudio realizado a nivel de barrios en la ciudad de Valencia, para determinar los valores medios de tasación por metodología espacial se muestra en **Montes et al. (2019)**. Otros autores como **Cano-Guervós, et al. (2003)** han desarrollado metodologías para definir distritos en las ciudades de modos que estos sean homogéneos.

**Taltavull et al. (2016)** han analizado el efecto expansivo de los precios de la vivienda en la provincia de Alicante, desde la costa hacia el interior, a lo largo del tiempo. Para ello han aplicado la metodología de datos de panel, con series temporales de 2007-2012, con información geocodificada y un total de 39 variables, relativas a las características socioeconómicas de cada ciudad, del vecindario, de la construcción y de la vivienda. Observan que los efectos de transmisión se producen hasta una cierta distancia (estiman que 25 Km), a partir de la cual, el efecto deja de ser significativo sobre los precios del interior de la provincia.

**Affuso et al (2017)** realizaron un estudio con un modelo espacial autoregresivo para valorar el impacto de las torres de comunicación inalámbricas sobre el valor de las viviendas. **Mussa et al (2017)** por su parte analizaron los efectos espaciales de la inmigración sobre determinadas áreas metropolitanas en EEUU, aplicando para ello modelos de retardo y de error espacial.

Otras metodologías, combinadas con la regresión espacial, que permiten determinar la variación espacial del precio de la vivienda, como el Krigeaje han sido desarrolladas en varios trabajos por **Guervós y Olmo, J. C. (2004)**, **Chica-Olmo, J. (2007)**; **Chica-Olmo et al. (2007)**; y **Kuntz y Helbich (2014)**.

#### 6.2.4.1 *Análisis exploratorio espacial*

El análisis exploratorio de datos espaciales (AEDE) se realiza para determinar si existe, primero, correlación espacial de la variable dependiente, y en segundo lugar, para estimar por metodología espacial sus efectos.

Una vez efectuado un análisis exploratorio de los datos, y detectada la correlación espacial, se obtienen los clúster y valores outlier por medio del análisis exploratorio espacial (ESDA).

Para ello se utilizará como variable a analizar el valor unitario de la vivienda en su forma logarítmica ( $\ln\_Vuni$ ), dado que presenta una menor dispersión que el valor total.

#### 6.2.4.2 *Medición de la correlación espacial*

Formalmente, si una variable aleatoria  $x_i$  esta correlacionada con valores de la variable  $x_j$  ubicados en localizaciones próximas, entonces se considera que hay autocorrelación espacial:

$$\text{Corr}(x_i; x_j) = E(x_i * x_j) - E(x_i) * E(x_j) \neq 0 \quad [6.22]$$

El I de Moran mide la autocorrelación espacial entre los valores de una determinada variable; si bien tiene sus limitaciones, ya que es útil para rechazar la existencia de autocorrelación espacial, pero no para afirmarla de un modo automático.

Para una variable  $x$ , el I de Moran se expresa según sea la matriz  $W$  de pesos, como:

- Para una matriz W de pesos no estandarizados, es:

$$I = \frac{n}{S_0} \frac{e'W}{e'e} = \frac{n \sum_i \sum_j w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{S_0 \sum_i (x_i - \bar{x})^2} \quad [6.23]$$

donde  $S_0 = \sum_{ij} w_{ij}$ .

-Para una matriz W de pesos estandarizada,  $w_{ij} = 1/n_{ij}$ , entonces  $S_0 = n$  y [6.23] toma la forma:

$$I = \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} \frac{1}{n} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_i (x_i - \bar{x})^2} \quad [6.24]$$

El I de Moran se interpreta en este caso como el coeficiente de regresión de Y sobre x, donde Y representa la media de los valores de X de su propia vecindad.

La interpretación del índice de Moran es la siguiente: los valores negativos (positivos) indican que la autocorrelación espacial es negativa (positiva). Los valores oscilan entre -1 (indicando dispersión perfecta) a 1 (correlación perfecta). Un valor de cero indica un patrón espacial aleatorio. Para las pruebas de hipótesis estadísticas, los valores de Moran I pueden ser transformados a la Z-score en el que los valores superiores a 1,96 o menor que -1.96 indican autocorrelación espacial que es significativo al nivel del 5%.

El índice esperado de Moran I, bajo la hipótesis nula de no autocorrelación espacial

es:  $E(I) = \frac{-1}{N-1}$ ; donde N es el número de elementos.

Un aspecto relevante para calcular el índice y sobre el que no hay una solución sencilla (**Anselin, 1988**), es la matriz de pesos espaciales que se utilice. La matriz de pesos espaciales W es una matriz n x n no negativa, que especifica las relaciones de vecindad de los datos, para cada observación. Los elementos no pueden ser vecinos de sí mismos, por convención, de modo que la diagonal de la matriz está compuesta de ceros.

Puede haber dos tipos de pesos espaciales: de contigüidad y de distancia. El criterio de contigüidad se define como los (k) vecinos más próximos, y puede basarse en unos coeficientes binarios de contigüidad, donde por ejemplo *el peso*  $W_{ij} = 1$  si  $i,j$  son adyacentes y  $W_{ij} = 0$  en otro caso. El criterio de distancia se basa en seleccionar aquellos datos que se encuentren hasta un límite de distancia y las



distancias se pueden tomar de diversas formas, por ejemplo las distancias inversas. Adicionalmente se pueden obtener los pesos estandarizados, de forma que suman 1 los pesos de cada fila de la matriz

Dependiendo de la experiencia en este tipo de análisis, la capacidad de computación de los datos, el conocimiento de la realidad a analizar, y las conclusiones obtenidas en problemas similares, se podrá optar por una u otra tipología (**Herath y Maier, 2013**)

En un estudio (**Stakhovych y Bijmolt, 2009**) realizado para la especificación de los modelos espaciales, sobre diferentes simulaciones de pesos, se establecen dos recomendaciones: primero, que aplicar una selección de matriz de pesos, basado en criterios de información, incrementa la precisión del modelo sobre una selección arbitraria del modelo. Segundo, usar el modelo más simple de contigüidad de primer orden, ofrece un “second\_best” en todos los casos, (salvo que exista la certeza de un método mejor) si bien no siempre es el método por el que se obtenga el mejor modelo.

En la presente Tesis Doctoral, la especificación de los modelos espaciales (SLM y SEM) estimados por el método de máxima verosimilitud (ML), se ha realizado utilizando las matrices de pesos de contigüidad grado 1 y bandas de distancia variables. Dicha selección se ha realizado en línea con el estudio sobre la selección de las matrices de pesos espaciales, llevado a cabo por **Lima y Macedo (1999)**, en el que aplican criterios de ML para estimarlas.

#### 6.2.4.3 Medición de la correlación espacial local (LISA)

El I de Moran es una medida global, y por tanto no aporta detalles acerca de la relación de proximidad que pueda existir entre los diferentes inmuebles. Es por ello, que disponer de una herramienta que aporte dicha información ayudará a detectar clusters y outliers. **Anselin (1995)** introduce los Local Indicators of Spatial Association (LISA),  $I_i$ , con el objetivo de descomponer el estadístico I de Moran en sus componentes locales que permitan identificar observaciones relevantes y outliers.

Para un inmueble  $i$ , define  $I_i$  mediante:

$$I_i = \frac{(x_i - \bar{x})}{\sum_i (x_i - \bar{x})^2 / n} \sum_j w_{ij} (x_j - \bar{x}). \quad [6.25]$$

$I_i$  representa la descomposición de  $I$  (estadístico I de Moran) dado que la relación  $\sum_i I_i = S_0 I$ , ó  $\sum_i I_i = nI$ , si los pesos están estandarizados.

La pretensión de utilizar las  $I_i$  para contrastar la existencia de asociaciones locales significativas, encuentra dificultades en el desconocimiento de su distribución exacta y en la correlación que existe entre ellas debido al solapamiento entre los vecinos de las localizaciones, lo que exige correcciones tipo Bonferroni, False Discovery Rates (fdr) o similares.

A efectos prácticos, los valores significativos de  $I_i$  se interpretan:

- $I_i > 0$  cluster de valores similares en un barrio y sus vecinos (alto-alto, bajo-bajo).
- $I_i < 0$  outlier de valores disimilares en un barrio y sus vecinos (alto-bajo, bajo-alto).

#### 6.2.4.4 Especificación del análisis espacial

Una vez establecida la existencia de correlación espacial, se trata de establecer el mejor modelo predictivo. Para ello, se parte de los resultados obtenidos por MCO y se va a realizar dos tipos de análisis:

El primero va a consistir en un desarrollo de econometría espacial, en el que la correlación espacial será considerada bien como un parámetro de retardo espacial, bien como un componente del error del modelo, o mixto. Los modelos son: SLM o SAR, SEM y SLM+SEM.

En todos los casos, la matriz  $W$  de pesos espaciales es simétrica, salvo en el caso de  $k$ -vecinos, lo cual supone algún problema en su aplicación a modelos espaciales mediante ML. Sin embargo, sí es posible aplicar matrices no simétricas en el método generalizado de los momentos (GMM) (Kelejian y Prucha, 1999; Anselin 2011).

El segundo análisis se va a realizar con una técnica de GWR que se explicará a continuación.

#### 6.2.4.4.1 Metodología de los modelos de retardo, de error espacial y mixto

Una vez determinado el modelo hedónico más adecuado por MCO, para obtener el modelo SLM o SAR se tiene que,

$$y = \alpha + \rho W y + \sum_1^N \beta_i X_i + \sum_1^M \gamma_j D_j + u \quad [6.26]$$

$$u \sim N(0, \sigma^2 I_n) \quad [6.27]$$

Y para obtener el modelo de SEM se parte del modelo inicial de regresión:

$$y = \alpha + \sum_1^N \beta_i X_i + \sum_1^M \gamma_j D_j + u \quad [6.28]$$

Donde el vector de errores sigue un proceso SAR:

$$u = \lambda W u + \varepsilon \quad [6.29]$$

Siendo  $\lambda$  el parámetro de autorregresión espacial y  $\varepsilon$  la matriz de errores idiosincráticos.

Según **Anselin (1988)** la estimación de los modelos SLM y SEM no puede realizarse por MCO, debido a que la estimación sería inconsistente y/o ineficiente, según qué caso. Consecuentemente, se han buscado alternativas metodológicas de dos tipos: la primera es por ML (**Anselin, 1988**), que se basa en la hipótesis de normalidad, independencia e idénticamente distribuido del término de error. Por tanto, no puede aparecer heterocedasticidad.

La estimación por ML se basa en supuestos fuertes, que si se cumplen, hacen que el modelo tenga unas propiedades óptimas (tales como consistencia y eficiencia asintótica); pero si estos supuestos son violados, se pierden dichas propiedades óptimas.

La selección del modelo se mide de acuerdo a la bondad del ajuste definida por los estadísticos  $R^2$  y AIC.

La segunda alternativa metodológica es por el GMM (**Kelejian y Prucha, 1999**), que no necesita del supuesto de normalidad. Se basa en estimar los parámetros de una distribución de probabilidad, calculando los posibles valores de la distribución con los que se consigue un mayor ajuste de los momentos de los datos analizados. En una distribución normal, los momentos son 4: la media, la desviación estándar, la asimetría y la curtosis. Puede que la distribución de los datos no sea exactamente la de una distribución normal, pero la estimación se basará en la obtención de los momentos de una distribución lo más parecida a la real.

El proceso de estimación de los parámetros es como sigue:

$$y = \alpha + \sum_1^N \beta_i X_i + \sum_1^M \gamma_j D_j + u \quad [6.30]$$

$$u = \lambda W u + \varepsilon \quad [6.31]$$

$$u = (I - \lambda W)^{-1} \varepsilon \quad [6.32]$$

Primero se estima el modelo por MCO o por *mínimos cuadrados* generalizados *espaciales* en *dos* etapas (GS2SLS) (en el caso de que haya variables endógenas) para de este modo obtener los residuos,  $u$ . A partir del modelo de regresión inicial (Ecuación 6.28) y el vector de errores (Ecuación 6.29), los residuos  $u$  y sus retardos espaciales  $\lambda$  se incluyen en un juego de ecuaciones de los momentos, que pueden expresarse como función de  $\lambda$  y  $\lambda^2$ , y que toma la forma general de:

$$m = g - G \begin{pmatrix} \lambda \\ \lambda^2 \end{pmatrix} = 0 \quad [6.33]$$

En segundo lugar, las estimaciones iniciales, a partir de las estimaciones iniciales,  $\lambda$ , que se denomina  $\widehat{\lambda}_1$ , se emplean en la ecuación de mínimos cuadrados ponderada espacialmente para obtener nuevos parámetros  $\beta$ . Los detalles técnicos de esta metodología se encuentran en **Kelejian y Prucha (1999)**.

En el caso de que en la estimación por ML, tanto el test de normalidad como el de heterocedasticidad resulten negativos, los estimadores obtenidos no serían insesgados, y el problema se resuelve mediante estimadores robustos de los errores standar HAC (Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent Standard Errors), test de White y el test KP-HET, que infiere estimadores en presencia de heterocedasticidad y autocorrelación, propuesto por **Kelejian y Prucha (2010)**.

Para poder aplicar HAC, se necesita de una matriz de pesos Kernel. Los pesos Kernel, se usan en las metodologías no paramétricas para modelizar la covarianza, por ejemplo, en el método HAC señalado.

Los pesos Kernel de cada observación, son una función  $K(z)$  del ratio entre la distancia  $d_{ij}$  desde  $i$  hasta  $j$ , y el ancho de banda  $h_i$ ,  $z = \frac{d_{ij}}{h_i}$  de modo que la función Kernel  $K(z) = 0$  para distancias mayores del ancho de banda  $h_i$  y es siempre  $K(z) < 1$

Normalmente se utilizan 5 funciones de pesos Kernel:

- UNIFORME  $K(z) = \frac{1}{2}$  para  $|z| < 1$  [6.34]
- TRIANGULAR  $K(z) = (1 - |z|)$  para  $|z| < 1$  [6.35]
- CUADRÁTICA  $K(z) = \frac{3}{4} * (1 - Z^2)$  para  $|z| < 1$  [6.36]
- CUARTICA  $15/16 * (1 - Z^2)^2$  para  $|z| < 1$  [6.37]
- GAUSIANA  $(2\pi)^{(1/2)} \text{EXP}(-Z^2/2)$  para  $|z| < 1$  [6.38]

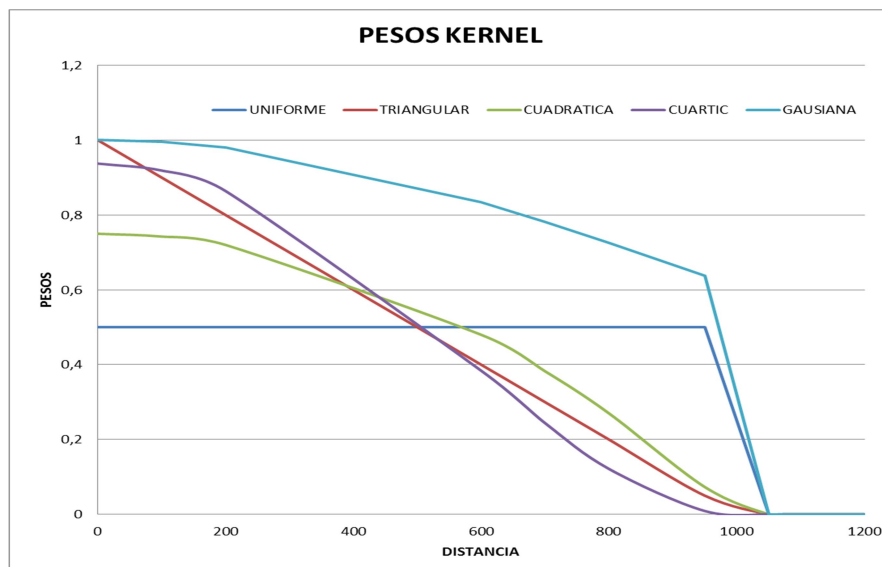


Gráfico 6.1: Funciones de pesos Kernel.

Cada una de estas funciones proporciona unos pesos diferentes. Se ha utilizado la función cuártica al presentar un ajuste más equilibrado con la distancia que las demás.

Otro aspecto es el del ancho de banda a considerar, en nuestro caso, para los modelos espaciales globales, se ha tomado un ancho de banda variable en función de la existencia de 26 vecinos próximos ( $17007^{1/3}$ ), de acuerdo a lo indicado por **Anselin y Rey (2016)**.

– *Modelo de retardo espacial*

Para el modelo SLM o SAR, el término de error por tanto es,

$$u = \mathbf{y} - \rho \mathbf{W} \mathbf{y} - \mathbf{X} \boldsymbol{\beta} \quad [6.39]$$

$$u = g(\mathbf{y})$$

El problema que surge, es que la distribución del error es inobservable, por lo tanto se ha de partir de la distribución de  $\mathbf{y}$ , que es observable.

Para obtener la función de densidad de  $\mathbf{y}$ , se ha de partir de la función de densidad de  $\mathbf{u}$ , que sigue una distribución normal.

Por tanto,

$$f(\mathbf{u}) = \frac{1}{\sqrt{(2\pi \sigma^2)^n}} \exp - \left( \frac{1}{2\sigma^2} \right) (\mathbf{u}') (\mathbf{u}) \quad [6.40]$$

substituyendo el término de error por la expresión (6), se tiene que

$$f(\mathbf{u}) = \frac{1}{\sqrt{(2\pi \sigma^2)^n}} \exp - \left( \frac{1}{2\sigma^2} \right) (\mathbf{y} - \rho \mathbf{W} \mathbf{y} - \mathbf{X} \boldsymbol{\beta})' (\mathbf{y} - \rho \mathbf{W} \mathbf{y} - \mathbf{X} \boldsymbol{\beta}) \quad [6.41]$$

Para pasar a la función de  $\mathbf{y}$ , se aplica el Jacobiano de la transformación,

$$|J| = |\mathbf{I} - \rho \mathbf{W}|, \quad [6.42]$$

$$\text{Donde, } |J| = \frac{\partial u}{\partial \mathbf{y}} = \frac{\partial (\mathbf{y} - \rho \mathbf{W} \mathbf{y} - \mathbf{X} \boldsymbol{\beta})}{\partial \mathbf{y}} = \mathbf{I} - \rho \mathbf{W} \quad [6.43]$$

de modo que se obtiene la expresión:

$$f(y) = |I - \rho W| \frac{1}{\sqrt{(2\pi \sigma^2)^n}} \exp - \left( \frac{1}{2\sigma^2} \right) (y - \rho W y - X\beta)' (y - \rho W y - X\beta) \quad [6.44]$$

el logaritmo de verosimilitud no concentrado es:

$$\ln L = \ln |I - \rho W| - (n/2)(\ln 2\pi) - (n/2)(\ln \sigma^2) - \left( \frac{1}{2\sigma^2} \right) (y - \rho W y - X\beta)' (y - \rho W y - X\beta) \quad [6.45]$$

Las estimaciones de ML se calculan resolviendo las condiciones de primer orden de los parámetros:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \ln L}{\partial \beta} &= 0 \\ \frac{\partial \ln L}{\partial \sigma^2} &= 0 \\ \frac{\partial \ln L}{\partial \rho} &= 0 \end{aligned} \quad [6.46]$$

El término Jacobiano, supone una complicación computacional cuando hay un número elevado de datos a procesar, lo que hace que no puedan realizarse los cálculos a partir de varios miles de casos, dependiendo del número de variables del modelo.

A continuación se describe el proceso de cálculo de cada uno de los tres métodos de regresión espacial:

– *Modelo de error espacial*

Para el modelo SEM o SAR, la forma reducida del proceso de error es:

$$u = (I - \lambda W)^{-1} \varepsilon \quad [6.47]$$

La matriz de variancias covariancias de los errores u no es diagonal, dado que toma la forma

$$E(uu') = (I - \lambda W)^{-1} \Sigma (I - \lambda W')^{-1} \quad [6.48]$$

Siendo  $\Sigma$  la matriz de varianzas-covarianzas del error  $\varepsilon$

Dado que la matriz de pesos espaciales estandarizada por filas, no necesariamente tiene que ser simétrica,

$$(I - \lambda W)^{-1} \neq (I - \lambda W')^{-1} , \quad [6.49]$$

$$\text{y por tanto } E(u\acute{u}) = \sigma^2 [(I - \lambda W)^{-1} (I - \lambda W')^{-1}] , \quad [6.50]$$

para el caso de homocedasticidad del error idiosincrático  $\varepsilon$ .

Sustituyendo la ecuación (6.47) en el modelo inicial, se obtiene que

$$y = X\beta + (I - \lambda W)^{-1} \varepsilon , \quad [6.51]$$

Esta expresión, se puede simplificar a:

$$y(I - \lambda W) = X\beta (I - \lambda W) + \varepsilon , \quad [6.52]$$

Lo que demuestra que si se multiplican ambos lados de la ecuación por el filtro  $(I - \lambda W)$ , se elimina la autocorrelación espacial del término de error  $\varepsilon$ .

Por otro lado, si se conoce el parámetro  $\lambda$ , la expresión anterior se reduce a una regresión lineal, con una variable dependiente filtrada espacialmente:

$$y_s = y - \lambda W y , \quad [6.53]$$

y las variables independientes filtradas espacialmente

$$X_s = X - \lambda W X . \quad [6.54]$$

De modo que (7) se puede expresar como

$$y_s = X_s \beta + \varepsilon \quad (8) \quad [6.55]$$



Para aplicar ML, se parte de la hipótesis de normalidad del término de error, si bien en este caso, el término de error no es independiente, como se ha señalado antes.

En consecuencia, la función de densidad de una distribución normal del error será:

$$F(u) = (2\pi)^{-n/2} E(u'u)^{-1/2} \exp\left(-\frac{1}{2}u' E(u'u)^{-1}u\right) \quad [6.56]$$

$$\text{Como } u = y - X\beta ; y \quad E(u'u) = \Sigma$$

$$F(u) = (2\pi)^{-n/2} \Sigma^{-1/2} \exp\left(-\frac{1}{2}(y-X\beta)' \Sigma^{-1}(y-X\beta)\right) \quad [6.57]$$

En este caso, al contrario que para SAR, el Jacobiano de la transformación de  $u$  a  $y$  es irrelevante, puesto que al igual que en MCO,

$$\frac{\partial u}{\partial y} = \frac{\partial(y-X\beta)}{\partial y} = I. \quad [6.58]$$

Por tanto,

$$F(y) = (2\pi)^{-n/2} \Sigma^{-1/2} \exp\left(-\frac{1}{2}(y-X\beta)' \Sigma^{-1}(y-X\beta)\right) \quad [6.59]$$

La función de verosimilitud es:

$$\ln L = - \underbrace{(n/2)(\ln 2\pi)}_A - \underbrace{(1/2)(\ln |\Sigma|)}_B - \underbrace{\left(\frac{1}{2}\right)(y-X\beta)' \Sigma^{-1}(y-X\beta)}_C ; \quad [6.60]$$

Si se descompone  $\ln L = -A - B - C$   
y como

$$\Sigma = \sigma^2 [ (I - \lambda W)' (I - \lambda W) ]^{-1} , \quad [6.61]$$

$$\Sigma^{-1} = \frac{1}{\sigma^2} [ (I - \lambda W)' (I - \lambda W) ] \quad [6.62]$$

Por tanto,

$$C = \left(\frac{1}{2\sigma^2}\right) (y - X\beta)' [ (I - \lambda W)' (I - \lambda W) ] (y - X\beta) \quad [6.63]$$

A su vez

$$|\Sigma| = \sigma^{2n} |I - \lambda W|^{-2} \quad [6.64]$$

Por lo que,

$$B = (1/2) \ln (\sigma^{2n} |I - \lambda W|^{-2}) = \frac{n}{2} \ln \sigma^2 - \ln |I - \lambda W| \quad [6.65]$$

y

$$A = (n/2)(\ln 2\pi), \quad [6.66]$$

entonces

$$\ln L = - (n/2)(\ln 2\pi) - \frac{n}{2} \ln \sigma^2 - \ln |I - \lambda W| - \left(\frac{1}{2\sigma^2}\right) (y - X\beta)' [(I - \lambda W)' (I - \lambda W)] (y - X\beta) \quad [6.67]$$

Similarmente al caso anterior, los estimadores de máxima verosimilitud de los parámetros son:

$$\frac{\partial \ln L}{\partial \beta} = 0$$

$$\frac{\partial \ln L}{\partial \sigma^2} = 0 \quad [6.68]$$

$$\frac{\partial \ln L}{\partial \lambda} = 0$$

Si bien la computación de estos parámetros no es tan compleja como en el caso del SLM, el SEM precisa del cálculo de operaciones de matrices inversa y de determinantes de tamaño  $n \times n$ , por lo que los problemas de procesamiento son similares al modelo anterior.

Su aplicación en nuestro caso presenta el problema de que tanto el test de normalidad, como el de heterocedasticidad resultan negativos, por lo que los estimadores obtenidos no son insesgados, esto se resuelve tratando las estimaciones HAC, White y HET (Kelejian y Prucha, 2010), para tratar la heterocedasticidad.

– *Modelo mixto, de retardo espacial y de error espacial*

Tal como se ha expuesto anteriormente para el SLM,

$$y = \rho W y + X \beta + u \quad [6.69]$$

$$u \sim N(0, \sigma^2 I_n),$$

En el caso del SEM, el vector de errores sigue un proceso SAR:

$$u = \lambda W u + \varepsilon \quad [6.70]$$

Siendo  $\lambda$  el parámetro de autorregresión espacial,  $W$  la matriz de pesos espaciales, y  $\varepsilon$  la matriz de errores idiosincráticos.

La forma reducida del proceso de error es:

$$u = (I - \lambda W)^{-1} \varepsilon \quad [6.71]$$

Si sustituimos [6.72] en la fórmula del retardo espacial, se obtiene:

$$y = \rho W y + X \beta + (I - \lambda W)^{-1} \varepsilon \quad [6.72]$$

Multiplicando ambos lados de la ecuación por  $(I - \lambda W)$ , y arreglando los términos, se obtiene:

$$y = (\lambda + \rho) W y - \lambda \rho W^2 y + X \beta - \lambda W X \beta + \varepsilon \quad [6.73]$$

Surge el problema de que los términos  $\lambda$  y  $\rho$ , al estar sumando y multiplicados entre sí en la misma fórmula, no tiene una única solución.

Para calcular los parámetros, se aplica primero el GS2SLS para estimar  $\rho$ , y el GMM para estimar  $\lambda$ .

El modelo se resuelve de igual modo que en el caso del SEM, solo que contiene las variables endógenas  $-\lambda \rho W^2 y - \lambda W X \beta$

## 6.2.4.4.2 Metodología del modelo de regresión ponderada geográficamente

La GWR fue introducida por **Fotheringham et al, (1998)** para describir una familia de modelos de regresión en la que los coeficientes  $\beta$  pueden variar espacialmente. GWR usa las coordenadas de cada punto o el centroide de cada zona, para fijar un modelo de regresión de mínimos cuadrados ponderados geográficamente. Realiza múltiples regresiones a partir de un determinado número de observaciones que son elegidas por vecindad, distancia, banda de proximidad o número de vecinos.

La forma del modelo es:

$$P_i = \beta_{0i} + \sum_k \beta_{ki} X_{ki} + \varepsilon_i \quad [6.74]$$

Donde  $P_i$  es la observación de la variable dependiente;  $\beta_{0i}$  es la constante estimada para la regresión  $i$ ;  $\beta_{ki}$  es el coeficiente de la variable  $k$  de la regresión  $i$ ;  $X_{ki}$  es la variable  $k$  de la regresión  $i$  y  $\varepsilon_i$  es el término de error, con media cero y distribuido normalmente.

Para el punto  $i$ , la estimación será:

$$B_i = (X^t W_i X)^{-1} X^t W_i P \quad [6.75]$$

Donde  $B_i$  es el vector de los coeficientes estimados para la observación  $i$ ,  $P$  es el vector de variables dependientes,  $X$  es la matriz  $n \times k$  de las variables independientes, y  $W_i$  es una matriz de pesos de distancia relativa a las observaciones próximas a  $i$ .

**Bidanset y Lombard (2016)** determinaron en un estudio de 2.450 viviendas unifamiliares en Norfolk (Virginia), en los años de 2010 a 2012, que los mejores resultados los producían las matrices de pesos con distancias fijas con función gaussiana, aunque eran muy similares los obtenidos por la matriz de pesos de banda adaptativa (el área de estudio era de 13x9 Km, muy inferior al realizado en esta Tesis Doctoral, cuya área es de 50x170 Km, lo que justifica una banda adaptativa).

El ancho de banda de la matriz de pesos espaciales no necesariamente tiene que responder a distancias euclídeas, sino que se pueden tener en cuenta otros aspectos.

**Lu et al (2014)** establecieron un modelo de GWR con matrices de pesos con distancias no euclidianas. Para determinar el precio de la vivienda en Londres,

consideraron además de la distancia euclídea, la distancia al nudo de carreteras y las métricas de tiempo de desplazamiento.

El parámetro de conceptualización de relaciones espaciales debe reflejar las relaciones inherentes entre las diferentes viviendas. Se entiende que cuanto más próximos estén unas viviendas de otras, más similar será su precio, de modo que un método de distancia inversa sería adecuado para conceptualizar las relaciones espaciales entre las viviendas.

No obstante, a partir de cierta distancia, las viviendas dejan de tener relación entre sí. Esto, unido a que, al tratarse de datos continuos y de un número elevado, hace que el número de interacciones sea muy elevado, aconseja incluir una banda de umbral (bandwith), o bien establecer un número mínimo de vecinos con una banda variable, para así limitar las relaciones espaciales a esta distancia o número de vecinos.

**Fotheringham et al (2002)** recomiendan usar una función cuadrática del tipo

$$K(z)=(1-Z^2) \quad [6.76]$$

para  $|z| < 1$ , donde  $z = \frac{d_{ij}}{h_i}$ , siendo  $d_{ij}$  la distancia desde  $i$  hasta  $j$ , y  $h_i$  el ancho de banda.

El problema, por consiguiente, se plantea en cuál es la banda de umbral más adecuada para la conceptualización de las relaciones espaciales de las viviendas.

En el modelo de GWR, la complicación surge debido a que si se toma una distancia muy grande, entonces el modelo se convierte en una regresión por MCO, ya que cada punto tomaría todos los datos disponibles y entonces se tendría una única regresión.

Por el contrario, si se toma un ancho de banda muy pequeño, las estimaciones de los parámetros dependerán más de las observaciones próximas a cada observación y la varianza general del modelo aumenta.

La selección del ancho de banda en los modelos GWR, ha sido analizado por **Guo et al. (2008)** que investigaron los patrones espaciales de árboles en un bosque, para lo cual tomaron diferentes anchos de banda. Sus conclusiones son que los modelos con menores anchos de banda ajustan a los datos, reducen los residuos del modelo, y

reducen significativamente la autocorrelación espacial; sin embargo, los anchos de banda más pequeños producen una elevada variación de los coeficientes del modelo, las bandas basadas en Kernel fijas producen una suavización espacial de los coeficientes del modelo, frente a Kernel adaptativas, y tanto el método de validación cruzada como el de AIC, no generan óptimos anchos de banda para el ajuste del modelo. Señalan que es evidente que la selección de la función Kernel y el ancho de banda tengan un fuerte impacto en el poder descriptivo y predictivo de los modelos GWR.

Para aclarar estos conceptos, se puede formular la función de la varianza de las variables dependientes en función del ancho de banda:

$$z = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i(b))^2 \rightarrow 0; \text{ cuando } b \rightarrow 0 \quad [6.77]$$

Donde  $\hat{Y}_i(b)$  es el valor estimado con el ancho de banda (b)

Esto ocurre así, porque el valor de la variable dependiente y su estimación tienden a converger, y en el caso extremo de mínimo ancho de banda son iguales.

La validación cruzada (crossvalidation), es una técnica que se utiliza para comparar diferentes modelos, y también es útil para calibrar la matriz de pesos espaciales y determinar el ancho de banda (**Fotheringham et al, 1998**).

El valor que se calcula en la validación cruzada es:

$$CV = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_{\neq i}(b))^2 ; \text{ donde } \hat{Y}_{\neq i} \quad [6.78]$$

De este modo, se omite del proceso de calibración del modelo la observación i, y así se evitan los problemas señalados anteriormente. El ancho de banda que genere un menor valor de CV, es el más adecuado para el modelo.

Otra solución a la selección del ancho de banda es la técnica de autocorrelación espacial incremental, que consiste en calcular los z-valores de autocorrelación para diferentes distancias incrementales (**Griffith, 2013**).

Se parte del número mínimo de vecinos que se quiere que tenga cada vivienda, y se estima la banda de distancia que genera dicho número mínimo de vecinos. Como

regla de decisión ha de seleccionarse el número de vecinos que corresponda a la banda de distancia que genere el máximo z-valor.

Finalmente, se puede tomar el criterio AIC para establecer el ancho de banda que genere un menor valor del estadístico (**Fotheringham et al, 2002**).

Primero, se deben establecer los anchos de banda máximos tales que cada punto tenga el número mínimo de vecinos seleccionado, de modo que cada una de las regresiones cuenten con el número mínimo de vecinos establecido.

A partir de la máxima distancia para el número de vecinos seleccionado, se procede a calcular la autocorrelación espacial de sucesivos tramos de distancias. La autocorrelación espacial incremental mide la autocorrelación espacial de una serie de incrementos de distancia del I de Moran asociado. De este modo se conoce la intensidad del clustering espacial para cada distancia. La intensidad del clustering está determinada por la puntuación z que se obtiene. Generalmente, a medida que aumenta la distancia, también aumenta la puntuación z, lo que es indicativo de la intensificación del clustering, si bien a partir de cierta distancia dicha puntuación disminuye.

Una vez seleccionada la banda de distancia y la conceptualización de las relaciones espaciales, se procede a generar la matriz de pesos espaciales.

De este modo se puede realizar la GWR según ecuación **(6.75)**, para cada uno de los datos, partiendo de las variables obtenidas como significativas en el modelo de MCO.

#### *6.2.4.5 Protocolo para selección del modelo*

De acuerdo con todo lo anterior, el protocolo, el software y los criterios utilizados para la selección del mejor modelo se recogen en la tabla 6.2.

Tabla 6.2: Selección de modelos y estadísticos utilizados

SOFTWARE	GEODA		GeoDaSpace	ARC_GIS
METODOLOGIA	MCO	ML	GMM	GWR
ERRORES ESTÁNDAR	W/HAC		W/HAC KP-HET	
TIPO DE MODELO	MATRICES DE PESOS			
MCO	N/A			K/C(KERNEL_G)
SLM		C	K/C(KERNEL_Q)	
SEM		C	K/C(KERNEL_Q)	
SLM_SEM			K/C(KERNEL_Q)	

HAC (Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent Standard Errors); W Test de White; KP-HET (Kelejian y Prucha, 2010); K (Matriz de k vecinos); C (matriz de contigüidad); KERNEL\_Q (Kernel cuadrática); KERNEL\_G (Kernel Gausiana).

En la primera fila de la tabla 6.2 figura el software empleado; en la segunda la metodología utilizada, desde el modelo MCO a la GWR; a continuación figura el tipo de modelo aplicado y las matrices de pesos. En el caso de GEODA, cuyos cálculos son solo por MCO y ML, se establece una banda de distancia y las matrices de pesos son por contigüidad; en el caso de GeodaSpace, sí se establece una función kernel de tipo cuadrático, y las funciones de pesos espaciales son por contigüidad y k-vecinos.

Para GWR se ha considerado tanto matrices por contigüidad como k-vecinos, y la función kernel es gausiana.

#### 6.2.5 Otras metodologías: Inteligencia Artificial: Redes Neuronales Artificiales.

Si bien esta Tesis Doctoral se ha basado en el desarrollo del modelo de regresión espacial, partiendo de un modelo básico por MCO, es necesario señalar que a partir de 1990 se comenzaron a desarrollar otras técnicas de valoración masiva, basadas en los modelos de Inteligencia Artificial tales como ANN (redes neuronales artificiales).

Wong et al (1997) analizaron la literatura sobre aplicaciones de redes neuronales en el mundo de los negocios entre 1988 y 1995. Señalan que los primeros trabajos de



ANN aplicados en el ámbito de la valoración inmobiliaria, fueron realizados por **Borst (1991), Do y Grudnitski (1992)** y **Worzala et al (1995)**. **Tay y Ho (1992)** realizaron también un trabajo pionero en la valoración masiva de apartamentos en Singapur. En todos estos primeros estudios, resultan claramente mejores los resultados de los modelos ANN que los de los modelos de regresión tradicionales.

Estudios realizados en una segunda etapa por otros autores, encontraron que el potencial de los modelos ANN era menor del esperado inicialmente. **Worzala et al (1995)** realizaron un estudio basado en 288 ventas de viviendas en la ciudad de Fort Collins (Colorado), en el que compararon el modelo ANN con modelos de regresión múltiple. Concluían que los modelos ANN no eran superiores a los modelos MCO, en el ámbito de la valoración inmobiliaria, y advertían de posibles resultados inconsistentes en los paquetes de software de la época, así como de la naturaleza de 'caja negra' de las ANN. Otros trabajos (**Allen y Zumalt, 1994; James y Lam, 1996; Lenk et al, 1997; Rossini, 1997; McGreal et al, 1998**) llegaron a similares conclusiones.

A pesar de las dudas ofrecidas, estudios más recientes han tendido a destacar el potencial de las ANN dentro del campo de la valoración masiva de inmuebles. Es el caso del trabajo realizado por **Guan et al (2008)**, que sostienen que las ANN replican mejor el comportamiento de los tasadores. Igual conclusión alcanzan otros trabajos (**McCluskey y Borst, 1997; Nguyen y Cripps, 2001; Limsonbunchai et al., 2004**).

**Peterson y Flanagan (2009)** pusieron de manifiesto que los modelos de regresión tradicionalmente utilizados por la industria de valoración inmobiliaria, sufrían serios problema de no linealidad de las relaciones de las variables de los modelos. Demostraron que en relación a los modelos de regresión, los modelos ANN generaban errores significativamente menores y permitían realizar mejores extrapolaciones.

Lo cierto es que en los últimos años han sido objeto de extensa investigación por numerosos autores (**Do y Grudnitski, 1992; Zurada et al, 2006; García et al, 2008; Guan et al, 2008; Kontrimas y Verikas, 2011; Peddy, 2011; Pi-ying, 2011; Durán et al, 2012; Helbich et al. 2014**), puesto que estos modelos pueden usarse para examinar las relaciones complejas no lineales de datos, de igual modo que los modelos convencionales. Este tipo de modelos no cuentan con las restricciones de linealidad en las relaciones de las variables.

No obstante los modelos ANN presentan el problema de la opacidad de los algoritmos de cálculo, y por otro lado los resultados no son necesariamente mejores que los de los modelos espaciales locales como GWR, como demuestra **McCluskey et al (2013)**.

#### 6.2.6 Análisis de ratios

Al objeto de determinar la calidad de los modelos, además de determinar los estadísticos de la bondad del ajuste de cada uno de ellos, es necesario contemplar una serie de ratios para seleccionar el modelo más fiable. Los ratios que se analizan a continuación son los que establece **IAAO (2013)** (International Association of Assessing Officers).

Estos ratios sirven para realizar el “benchmark” del modelo frente a los valores “reales” de compraventa, para determinar la precisión y el sesgo del modelo.

Sobre la aplicación práctica para medir la idoneidad de diferentes modelos, **Rossini y Kershaw (2008)**, realizaron una serie de test a diferentes modelos de valoración aplicados en Adelaida (Australia) y establecen unos niveles mínimos de aceptación y unos niveles razonables para cada uno de los ratios. **Schultz et al. (2014)** también realizaron una serie de pruebas de Montecarlo para determinar la magnitud de los ratios para la medición de diferentes modelos de AVM.

**McCluskey et al (2013)** realizaron un análisis de diferentes modelos (MCO, SAR, ANN- modelo de redes neuronales- y GWR) para datos de 2.694 viviendas vendidas entre 2002 y 2004 en Irlanda. El análisis se basó, además de en las medidas de  $R^2$  y de AIC, en los ratios de **IAAO (2013)**. Los resultados revelaron que el mejor modelo era el GWR.

Existen dos grupos de ratios: de precisión y de sesgo.

- Ratios de precisión: COD, MAPE, RMSE, “Hit Ranges”, STD, FSD y COC.

Un ratio que muestra la fiabilidad del modelo es el COD (coeficiente de dispersión), que mide la variabilidad o uniformidad de los resultados, de modo que un menor ratio significa mayor uniformidad:

$$COD = \frac{100}{R_m} \left[ \sum_{i=1}^n \frac{|R_i - R_m|}{n} \right] \quad [6.79]$$

$R_i$  = ratio del valor estimado por el modelo/valor de tasación del inmueble

$R_m$  = mediana de los ratios  $R_i$

$n$  = número de inmuebles

Los ratios MAPE (error porcentual absoluto medio, o error medio de porcentaje absoluto, Mean Absolute Percentage Error) y RMSE (error cuadrático medio, Root Mean Squared Error) miden el nivel de error del modelo. El primero mide la media de errores absolutos entre los valores estimados y los valores de contraste; al tratarse de una medida en términos porcentuales, es comparable para diferentes modelos. La expresión matemática del ratio MAPE es la siguiente:

$$MAPE = \frac{\sum ABS\left(\frac{AV-SP}{SP}\right)}{N} \quad [6.80]$$

Donde AV es el valor estimado y SP el precio de la transacción o valor de contraste.

**Rossini y Kershaw (2008)** consideran que para modelos de valoración automatizados (AVM), niveles medios de MAPE hasta del 10% serían normales, pero superiores al 13% se serían superiores a lo razonable.

El RMSE mide el error en términos absolutos, y por tanto no es adecuado para realizar comparaciones, pero sí nos permite una idea de la magnitud del error. Su expresión matemática es la siguiente:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (AV_i - S_i)^2}{N}} \quad [6.81]$$

El test denominado “Hit Ranges” señala el porcentaje de diferencias de valoraciones que caen dentro de un rango establecido. Se considera que es adecuado si al menos el 50% de las diferencias entre valoraciones, cae en un rango de +/- 10%.

STD Ratio, se refiere a la desviación estándar de las diferencias en las valoraciones. Es una medida de dispersión de éstas, en términos unitarios, y por tanto comparable con otros modelos. Su expresión matemática es la siguiente:

$$\text{STD} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (e_i - x_i)^2}{N}} \quad \text{donde } e_i = AV_i - SP_i \quad [6.82]$$

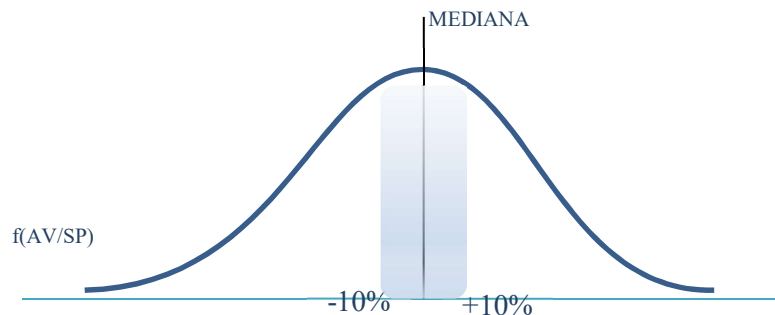
El ratio FSD (Forecast Standard Desviation) mide la desviación estándar de los porcentajes de error de estimación; se define el porcentaje de error = (valor contraste- valor estimado por modelo) /valor\_avm, donde el valor contraste podrá ser el valor de tasación completa o el de compraventa contrastado. Este ratio nos da una idea de magnitud del sesgo en la valoración. Su expresión matemática es la siguiente:

$$\text{FSD} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N ((AV_i - SP_i) / AV_i)^2}{N}} \quad [6.83]$$

El COC (Coefficient of Concentration) es una medida de la uniformidad, y mide el porcentaje de ratios AV/SP que caen dentro un determinado porcentaje de la mediana. Se suele establecer que si el 50% de los ratios se sitúa entre +/- 10% de la mediana, el COC es de 50; cuanto mayor sea este valor, mejor será la valoración del modelo. Su expresión matemática es la siguiente:

$$\text{COC} = \int_0^{\text{mediana}+10\%} f(AV/SP) - \int_0^{\text{mediana}-1\%} f(AV/SP) \quad [6.84]$$

En la ilustración 6.2. se muestra la función de densidad de la variable  $f(AV/SP)$ , y los intervalos de dicha variable en los que tiene que situarse al menos el 50% de los ratios, como se ha indicado.



**Ilustración 6.2: Función de densidad del Coeficiente de Concentración**

- Ratios de sesgo: MEDIA RATIO, MEDIAN RATIO y PRD (sesgo vertical).

El ratio de mediana y el ratio de media son los respectivos valores medianos y medios de los ratios  $R_i$ , son medidas de posición de las valoraciones. El ratio de mediana es más robusto que el de la media. Ambos indican el signo y la magnitud del sesgo y miden si las valoraciones están por encima o por debajo de los valores “reales” (en nuestro caso, los valores estimados por el modelo). Los valores considerados idóneos para ambos ratios son entre 0,9 y 1,1, y más de 0,85 y 1,15, se consideran inadecuados. Los ratios vienen expresados en tanto por uno, lo que permite su comparabilidad.

El Ratio PRD (Price-Related Differential), mide los sesgos verticales en la valoración, esto es si aumenta o disminuye el sesgo al aumentar el valor de la variable analizada. También denominado ratio de progresividad. Su expresión matemática es la siguiente:

$$PRD = \frac{\sum_i \frac{|\hat{Y}_i|}{Y_i}}{\sum_i \left[ Y_i * \left( \frac{Y_i}{\hat{Y}_i} \right) \right] / \sum_i Y_i} \quad [6.85]$$

Donde:

$\hat{Y}_i$  = valor estimado del inmueble i-ésimo.

$Y_i$  = Valor tasado del inmueble i-ésimo.

$n$  = número de inmuebles valorados

### 6.3 Fase 2: Sesgos de valoración en tasadoras

Una vez seleccionado el mejor modelo explicativo, con sociedades como variables “dummie” del modelo, y el modelo predictivo, sin que las sociedades se incluyan en el modelo, se trata de obtener los sesgos de valoración de las tasadoras. En el modelo explicativo (en el que se incluyen las sociedades como variables) estos sesgos vienen dados por los coeficientes del modelo y nos indicará directamente cómo influye en el valor estimado la sociedad que haya realizado la valoración.

Por el contrario, en el modelo predictivo (que no incluye variables de sociedades) hay que inferir a partir de los errores del modelo, si hay diferencia de valoración entre las diferentes sociedades, y de ser así, se realizará la clasificación de las sociedades por nivel de sobrevaloración. Lo primero que procede es calcular los valores definitivos estimados por el mejor modelo. Para ello se ha de tener en cuenta que, al tratarse de modelos multivariantes cuyas variables se han transformado logarítmicamente, los valores retransformados son algo inferiores debido que el término de error está afectado por dicha transformación. Esto se corrige añadiendo a los valores obtenidos la estimación “smearing” (**Duan, 1983**), ya comentada en el apartado 6.2.1.

A continuación se calculan las diferencias entre los valores estimados por los diferentes modelos predictivos y los valores reales. Estas diferencias o residuos constituirán una nueva variable.

Para determinar las diferencias de valoración que corresponden a cada sociedad, se formula un nuevo modelo de regresión, donde las variables independientes son las variables dummies de cada sociedad, y la variable dependiente es el residuo.

$$\hat{\theta} = \alpha + \sum_{j=1}^n D_j \gamma_j + \varepsilon \quad [6.86]$$

Donde:

$\hat{\theta}$  es el residuo

$D_j$  es la variable dummy que representa cada sociedad de tasación.

La diferencia total de la sociedad  $j$  será:

$$\hat{\theta}_i = \alpha + \gamma_i ; \quad \gamma_{j \neq i} \quad [6.87]$$

De modo que para estimar las diferencias solo es necesario sumar el término constante al coeficiente de cada sociedad

Este nuevo modelo se estima por MCO, puesto que al ser una relación entre el error de las tasaciones como variable dependiente, y cada una de las tasadoras como variables independientes dummy, no existe la casuística de correlación espacial u otras circunstancias que sí afectaban al modelo predictivo.

Si el valor declarado es superior al valor estimado por el modelo, se entiende como indicio de sobrevaloración. Es importante reseñar y recordar, que los niveles de sobrevaloración estimados no suponen la medición de un mayor valor en términos absolutos sobre el valor “real” de mercado, puesto que pudiera ocurrir que, debido a diferentes finalidades, u otras circunstancias, la base de comparación estuviese infravalorada.

Es necesario, por tanto, un análisis adicional para poder concluir el importe de la posible sobrevaloración, pero el modelo sí detecta la existencia de heterogeneidad en los valores y da cuenta de las diferencias entre diferentes sociedades.

Otra posibilidad para detectar las diferencias de valoración mencionadas es analizar las diferencias de medias de sobrevaloración por el procedimiento ANOVA de un factor, estimando las diferencias significativas (**Tukey, 1949**), de acuerdo con la metodología desarrollada para el desarrollo de experimentos por **Maxwell y Delaney (2003)**,

#### 6.4 Fase 3: Medición de las diferencias de valoración por interacción de los diferentes agentes: modelo univariante de más de un factor.

Una vez determinados los diferentes resultados obtenidos por cada uno de los modelos, procede a pasar a la fase 3 analizando la influencia que puedan tener en el valor otro tipo de agentes distintos a las sociedades de tasación, y sus posibles interacciones.

Como se ha comentado anteriormente en los capítulos 3 y 4, varios estudios han analizado si existe, y cómo afecta la presión ejercida sobre los tasadores por los distintos agentes que intervienen en el circuito de la compraventa y financiación de inmuebles.

Algunos de estos estudios, han detectado la existencia de presión sobre el tasador, pero no han detectado casos de sobrevaloración significativos.

En nuestro caso, se han considerado 3 tipos de agentes: las sociedades de tasación, los mandatarios y los profesionales que elaboran las tasaciones.

La figura del mandatario, normalmente un banco o agente financiero, es aquella que recibe las instrucciones de los clientes para que se encargue una tasación a una sociedad. Cuando no existe intermediario, el cliente coincide con el mandatario en nuestro análisis.

En cuanto a los mandatarios, que pueden ser bancos o particulares, es evidente, como se explicó en los apartados 3 y 4 de esta Tesis, la existencia de incentivos para influir sobre los valores finales de tasación. En cuanto a los tasadores, éstos también pueden recibir incentivos de terceros para alterar los valores de tasación, que a su vez pueden estar alineados, o no, con las políticas de la sociedad para la que trabajen.

Para analizar las interacciones que pueden producirse entre los diferentes agentes, es necesario realizar el análisis de varianza (ANOVA) de más de un factor, para lo cual se va a aplicar una regresión, donde la variable dependiente es el error del modelo predictivo, y los factores son: la Sociedad, el Mandatario que encarga la tasación y el profesional.

Para la determinación de la influencia de cada factor y sus interacciones, es necesario realizar agrupaciones, por características relevantes, de cada clase de agentes. Para la presente tesis ha sido el tamaño la principal regla de agrupación.

Las agrupaciones consideradas son:

#### FACTOR SOCIEDAD DE TASACION

- 1 TASADORAS GRANDES
- 2 RESTO
- 3 TASADORAS PEQUEÑAS

#### FACTOR MANDATARIO

- 1 MANDATARIOS GRANDES
- 2 RESTO
- 3 MANDATARIOS PARTICULARES

#### FACTOR PROFESIONALES

- 1 PROFESIONALES GRANDES
- 2 RESTO
- 3 PROFESIONALES PEQUEÑOS

### **Análisis de la varianza factorial**



Lo primero que procede es determinar si los diferentes grupos de factores (agentes) influyen significativamente en la variable dependiente analizada. Para ello se mide el nivel de significatividad de efectos inter-agentes

El ANOVA factorial sirve para comparar varios grupos en una variable cuantitativa. Esta prueba es una generalización de la prueba T de medias para dos muestras independientes. En este caso, para cada efecto existe una hipótesis que se contrasta con un estadístico F. Se trabaja con tantas poblaciones como combinaciones de factores puede haber.

Para proceder a realizar comparaciones múltiples entre cada nivel de factor, se realiza un procedimiento ANOVA, de análisis de la varianza donde se analizan las diferencias de medias marginales.

Para el caso de un solo factor, el análisis de la varianza se expresa de la siguiente forma:

VARIACIÓN TOTAL =	VARIACIÓN ENTRE GRUPOS +	VARIACIÓN INTRA GRUPO
-------------------	--------------------------	-----------------------

el análisis de la varianza se basa no sólo en la descomposición de la variación total, sino además en la comparación de la variación ENTRE GRUPOS y la variación INTRA GRUPOS, teniendo en cuenta sus correspondientes grados de libertad. Lo que se mide es si la variación entre grupos es significativamente diferente a la composición intragrupo, de modo que una variación en los valores de un factor tengan influencia en la variable dependiente.

La expresión anterior se puede formular como:

$$\sum_{j=1}^g \sum_{i=1}^{n_j} (Y_{ij} - \hat{Y})^2 = \sum_{j=1}^g n_j (Y_j - \hat{Y})^2 + \sum_{j=1}^g \sum_{i=1}^{n_j} (Y_{ij} - \hat{Y}_j)^2 \quad [6.88]$$

Donde  $\hat{Y}$  es el valor medio de la variable dependiente;  $\hat{Y}_j$  representa la media de los valores del grupo j.

El modelo para el análisis de la presente tesis, si tomamos como único factor las sociedades de tasación, y la variable dependiente considerada es el error de tasación, se expresa:

$$e_{ij} = \mu_T + \alpha_i + \varepsilon_{ij} \quad [6.89]$$

Donde  $e_{ij}$  es el error de tasación de cada sociedad  $i$  en el inmueble  $j$ ;  $\mu_T$  es el error medio de valoración;  $\alpha_i$  corresponde al nivel de error diferencial de la sociedad  $i$ ; y  $\varepsilon_{ij}$  es la parte no explicada por el modelo.

A partir del ANOVA de un factor, se puede generalizar el análisis para  $n$  factores. En el caso analizado en la presente tesis doctoral, al haber 3 factores de los cuales cada uno presenta 3 niveles, se generan 27 poblaciones diferentes de la interacción de los 3 factores conjuntamente

El modelo de análisis de la varianza de varios factores sirve para determinar la dependencia interagentes y sigue la estructura de un modelo lineal general para un diseño factorial (Ho, 2013), en nuestro caso de tres factores con interacción (A, B, C, AB, AC, BC y ABC), donde el factor A corresponde a las Sociedades de Tasación (con tres agrupaciones según tamaño), el factor B a los Mandatarios (con otras tres agrupaciones), y el factor C a los profesionales (también agrupados en tres categorías según tamaño), según el cual cada valor de  $e_{ijk}$  (error de cada estimación) es consecuencia del valor medio del error de estimación global más el error promedio de cada factor o combinación de factores. Puede expresarse así:

$$e_{ijk} = \mu_T + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \alpha\beta_{ij} + \alpha\gamma_{ik} + \beta\gamma_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijk} \quad [6.90]$$

lo que se trata de determinar es si las medias de error  $\alpha_i$ ,  $\beta_j$ ,  $\gamma_k$ ,  $\alpha\beta_{ij}$ ,  $\alpha\gamma_{ik}$ ,  $\beta\gamma_{jk}$ ,  $\alpha\beta\gamma$  generadas por cada factor o combinación de factores son, como hipótesis nula, diferentes de cero, con un nivel de confianza del 95%.

Se producen 7 efectos de los que 4 son interacciones:

$\mu_T$  = media global de la población

$\alpha_i$  = Promedio de sobrevaloración para cada categoría del grupo A ( $\alpha_i = \mu_i - \mu_T$ )

$\beta_j$  = Promedio de sobrevaloración para cada categoría del grupo B ( $\beta_j = \mu_j - \mu_T$ )

$\gamma_k$  = Promedio de sobrevaloración para cada categoría del grupo C ( $\gamma_k = \mu_k - \mu_T$ )

$\alpha\beta_{ij}$  = Efecto de la interacción de cada categoría de los grupos A, B en la celda  $ij$

$(\alpha\beta)_{ij} = \mu_{ij} - \mu_i - \mu_j + \mu_T$

$\alpha\gamma_{ik}$  = Efecto de la interacción de de cada categoría de los grupos A y C en la celda

$ik$   $(\alpha\gamma)_{ik} = \mu_{ik} - \mu_i - \mu_k + \mu_T$

$\beta\gamma_{jk}$  = Efecto de la interacción de de cada categoría de los grupos B y C en la celda

$$jk \quad (\beta\gamma)_{jk} = \mu_{jk} - \mu_j - \mu_k + \mu_T$$

$(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$  = Efecto de la interacción de de cada categoría de los grupos A, B y C en la

$$\text{celda } ijk \quad (\alpha\beta\gamma)_{ijk} = \mu_{ijk} - \mu_i - \mu_j - \mu_k + \mu_T$$

$$\varepsilon_{ijk} = \text{error asociado a cada puntuación} \quad \varepsilon_{ijk} = e_{ijk} - \mu_{ijk}$$

Para determinar si los efectos son significativos, se realiza el contraste del nivel de significación teniendo en cuenta que el estadístico sigue una distribución F.

Una vez medida la significatividad de cada uno de los factores y sus interacciones, se procede a realizar las pruebas post-hoc de diferencias de medias.

#### **Análisis de la diferencia de medias: pruebas post-hoc.**

Una vez que se ha determinado que existen diferencias significativas entre las medias, las pruebas de rango post hoc permiten determinar qué medias difieren. La prueba de rango post hoc identifica subconjuntos homogéneos de medias que se diferencian entre sí para cada factor.

Se requiere que los grupos sean independientes y con distribución normal. El método de Tukey o método HSD (Honestly Significant Difference), se basa en el rango estudentizado. **Conagin et al (2008)** realizaron un análisis de los diferentes procedimientos de comparación múltiple a partir de experimentos por el método de Monte Carlo.

El rango estudentizado  $R_s$  es:

$$R_s = \frac{R}{S} \quad [6.91]$$

Donde: R ó rango =  $\text{máx}(y_i) - \text{mín}(y_i)$  y  $S^2$  al estimador de la varianza  $\sigma^2$

Un aspecto relevante, previo a la detección de diferencias de comportamiento entre diferentes sociedades, es si existe un nivel de concentración sectorial que pudiera afectar a la libre competencia.

Para medir este nivel de concentración, hay varias medidas posibles tales como el índice de Gini, la curva de Lorenz, o el índice de Herfindahl-Hirschman (HHI) (**Rhoades, 1993**).

La curva de Lorenz, o el índice de Gini, que se basa en la anterior, se vienen aplicando para determinar el nivel de concentración de una determinada variable estadística tradicionalmente. El HHI es una medición muy empleada específicamente en el estudio económico que se centra en los niveles de concentración existentes en los mercados. Es decir, el número de empresas que operan en los mismos y su capacidad de poder o de control en ellos.

El HHI se calcula:

$$\text{HHI} = \sum_1^n q_i^2 \quad [6.92]$$

donde  $q_i$  es la cuota de mercado en base 100 de cada empresa (en nuestro caso medida por el número de tasaciones), y n es el número de empresas en el sector analizado. El índice toma valores entre 0 y 10.000, aunque se consideran normales valores entre 1.000 y 1.500.

# Capítulo 7

## FUENTES DE INFORMACIÓN.

“Vivimos en un mundo donde abunda la información, pero enfrentamos una creciente escasez de sabiduría. Y lo que es peor, confundimos la una con la otra. Creemos que tener más acceso a la información produce más conocimiento, y esto resulta en sabiduría. Pero, si acaso, lo opuesto es verdad más y más información sin el contexto y la interpretación adecuada, sólo confunde nuestro entendimiento del mundo en vez de enriquecerlo”.

María Popova

## 7.1 Datos

Se ha dispuesto de datos sobre un total de 18.089 y 17.007 tasaciones de viviendas plurifamiliares, realizadas en la provincia de Valencia, en los años 2014 y 2015, respectivamente. En total, la base de datos está formada por 35.096 valoraciones de viviendas plurifamiliares diferentes realizadas por 34 sociedades de tasación españolas, homologadas de acuerdo al Real Decreto 775/1997, de 30 de mayo, sobre el régimen jurídico de homologación de los servicios y sociedades de tasación. Dichas valoraciones han sido realizadas de acuerdo a los requerimientos de información de la Orden ECO/805/2003, sobre normas de valoración de bienes inmuebles y de determinados derechos para ciertas finalidades financieras<sup>10</sup>.

La provincia de Valencia está situada al este de España. La capital provincial es Valencia. Tiene una extensión de 10.763 km<sup>2</sup>, 109 km de línea de costa y una población de 2.578.719 habitantes (INE 2011) con 266 municipios. Limita con el mar Mediterráneo al este (Ilustración 7.1).



**Ilustración 7.1: Localización de la provincia de Valencia**

En el año 2007, el 70% de los habitantes de la provincia (1.738.690) vivían en el área metropolitana de la capital. El censo de viviendas de 2011, es de 1.452.545 viviendas, lo que significa 1,8 habitantes por vivienda de media.

El número de campos de información para cada inmueble es de 63, de los cuales se han seleccionado, después de testar las

diferentes posibles variables, solo 15.

<sup>10</sup> Todos los datos que pudiera haber de carácter personal en los ficheros utilizados fueron anonimizados en origen, de modo que la información dispuesta no puede asociarse a ninguna persona física identificada o identificable.

Adicionalmente, se han considerado una serie de variables correspondientes al censo de 2011, incluidas en las rejillas censales de 1km<sup>2</sup> (**Anejo 7.1**). Dichas variables se refieren al origen de la población extranjera (principalmente si se trata de inmigrantes o de turistas), al nivel de estudios de los habitantes ubicados en cada rejilla, y al número de ocupantes por vivienda, número de viviendas desocupadas y viviendas en alquiler.

La consideración de variables de tipo socioeconómico en Valencia, ha sido aplicada anteriormente por autores como **Salom Carrasco et al. (2015)** que realizaron segmentaciones basadas en el análisis de componentes principales para determinar los factores de homogeneidad de las áreas (basados en el censo de 2011). Los 6 factores que consideran son: a) bajo nivel socioeconómico; b) ciudad consolidada; c) inmigración procedente de países americanos; d) inmigración procedente de países de la Unión Europea; e) ciclo de vida y demografía expansiva; y f) dinámicas urbanísticas recientes: jóvenes y viviendas en alquiler. Posteriormente, en base a los factores señalados, realizaron un análisis clúster en la ciudad de Valencia y su área metropolitana, con consideraciones similares a las que se han seguido en la presente Tesis Doctoral. Ellos observaron nueve grupos de unidades territoriales, que se dividen en tres grandes anillos: 1) Centro y primera corona metropolitana; 2) Segunda corona metropolitana y 3) Periferia metropolitana.

En nuestro caso se ha considerado el centro y la primera corona metropolitana, y el resto de la provincia, dado que se trata de un análisis de toda la provincia, y por otro lado, al aplicarse regresión espacial, quedaría contemplada la correlación de valores entre inmuebles situados en la banda de distancia seleccionada. Asimismo, se han tenido en consideración, dentro del modelo hedónico, una buena parte de los factores señalados, como el nivel socioeconómico, inmigración, alquiler, viviendas vacías y demografía en relación al número de viviendas. Todo ello ha permitido cubrir toda la provincia.

Finalmente, se ha tenido en cuenta la ubicación de las viviendas respecto a la línea de costa o al centro de la ciudad, generando variables “dummies” en función la situación de la vivienda en una determinada banda.

El uso de este tipo de variables lo realizaron de modo similar **Chasco y Le Gallo (2013)**, que generaron variables de distancia respecto a determinados puntos de la ciudad de Madrid, de los que resultaron estadísticamente significativos la proximidad a los ejes principales, la distancia al CBD y la distancia a grandes

parques, al objeto de analizar el impacto de la contaminación ambiental y acústica en el precio de la vivienda de la ciudad de Madrid. Asimismo, consideraron variables de tipo socioeconómico como: población de más de 65 años, nivel de estudios, tasa de desempleo y antigüedad de la vivienda. Si bien, el estudio se refiere solo a la almendra central de Madrid y, además, la idiosincrasia de Madrid es diferente a Valencia, pero la metodología es similar a la empleada en la presente Tesis Doctoral.

Para una más correcta estimación de los resultados, se han eliminado aquellas valoraciones de inmuebles que correspondían a promociones con varias viviendas en la misma ubicación, realizadas por la misma sociedad de tasación, y se han sustituido cada uno de los valores y características de los inmuebles por un único valor promedio.

La razón por la que no se han considerado estas valoraciones repetidas de una misma sociedad es para evitar el sesgo que puede introducir en el análisis, dado que sobreponderaría las realizadas en viviendas ubicadas en un mismo edificio y sesgaría el valor de tasación estimado.

Esto se observa en el siguiente ejemplo. En una misma ubicación concreta se han valorado las siguientes viviendas, con los valores de tasación de la vivienda plurifamiliar (VINM), en euros, que se indican (**Tabla 7.1**).

Tabla 7.1: Ejemplo de medias repetidas

<b>SOCIEDAD</b>	<b>VINM</b>	<b>dif</b>	<b>SOCIEDAD</b>	<b>VINM</b>	<b>dif</b>
A	96.684	-13%	A	96.684	-8%
B	97.108	-13%	B	97.108	-8%
C	107.982	-3%	C	107.982	3%
D	101.289	-9%	D	101.289	-4%
E	107.365	-4%	E	107.365	2%
F	147.970	33%	F	121.082	15%
F	102.812	-8%	<b>PROMEDIO b</b>	<b>105.252</b>	
F	107.984	-3%			
F	127.210	14%			
F	119.435	7%			
<b>PROMEDIO a</b>	<b>111.584</b>				

Dependiendo de si se tienen en cuenta todas las valoraciones realizadas por una misma sociedad en un mismo edificio (como es el caso de las 5 viviendas en el mismo edificio que han sido valoradas por la sociedad F), o su promedio, los resultados varían. Mientras la media de valor es de 105.252 € para las viviendas del mismo edificio, estas individualmente se mueven en un rango entre 96.684 € y 147.970 €.



Finalmente, no se han considerado los valores de inmuebles superiores a 1M € (48 viviendas), ni los inferiores a 10.000 € (66 viviendas).

La distribución de la variable valor del inmueble correspondiente a cada sociedad de tasación es la que se refleja en la tabla 7.2.

Tabla 7.2: Estadísticos del valor del inmueble por tasadora

SOCIEDADES	VINM					
	Media	Máximo	Mínimo	Mediana	COV	Desviación estándar
S27	158.449	842.004	38.722	124.207	0,83	131.916
S14	128.762	489.014	22.985	112.572	0,57	73.836
S25	120.586	899.273	19.034	98.505	0,77	92.457
S18	115.334	773.417	13.964	93.871	0,78	90.492
S23	114.837	450.634	24.862	93.883	0,71	81.599
S26	113.319	679.010	19.327	97.349	0,68	77.518
AGRUP_75	112.792	977.648	21.695	78.917	1,01	113.792
S17	110.761	645.598	16.081	91.169	0,72	79.512
S30	109.914	885.445	11.402	84.792	0,87	95.576
S29	109.691	666.056	22.231	91.276	0,76	83.226
S12	108.142	557.766	14.022	91.490	0,66	71.149
S15	106.407	771.185	15.596	88.219	0,72	76.959
S20	101.406	621.457	19.899	91.259	0,59	59.333
S10	101.134	972.602	10.530	85.193	0,74	75.146
S16	98.741	973.300	11.412	80.595	0,76	74.819
S11	95.712	949.703	14.893	67.545	1,00	95.962
S07	94.351	662.432	10.004	80.982	0,80	75.734
S31	91.040	635.927	17.852	68.007	0,87	79.434
S08	88.183	508.000	20.000	75.000	0,76	67.105
S28	86.423	856.195	10.981	70.020	0,76	65.273
S01	85.730	689.832	23.192	60.485	0,96	82.190
S09	84.612	93.337	71.386	89.112	0,14	11.647
TOTAL	102.664	855.613	13.892	84.249	0,75	77.453

Como se puede apreciar, las diferencias medias en el valor del inmueble y la variación media de los valores de cada sociedad, medidos por el coeficiente de variación (COV), son apreciables. Para comparar si las diferencias de valor corresponden a una sobrevaloración o a las características y ubicación de los inmuebles, es preciso desarrollar modelos hedónicos y modelos de regresión espacial.

## 7.2 Descripción de las variables del modelo

Se ha procedido a eliminar determinadas variables, debido a que se consideraban redundantes (diferentes tipos de superficies y métodos de valoración).

En definitiva, para cada inmueble se ha recopilado la siguiente información:

**a) Datos de la vivienda** proporcionados por la sociedad de tasación: el valor total de la vivienda plurifamiliar (VINM), así como una serie de características que pueden ser utilizadas como variables continuas y “dummies”.

Variables continuas:

- ANT\_C: antigüedad corregida por reformas integrales efectuadas
- SADO: superficie adoptada por el tasador
- COST: costes de construcción estimados por el tasador
- OGAS: otros gastos necesarios para la edificación
- NUBA: número de baños
- NUDO: número de dormitorios
- CALI: calidad de la construcción, toma valores de 4 a 1 (peor a mejor)
- CONS: conservación de la vivienda, toma valores de 4 a 1 (peor a mejor)
- MCTC: superficie de terraza cubierta
- MCTD: superficie de terraza descubierta
- NPLA: número de planta

Variables Dummies (toman valores 0 o 1):

- IZVE: Existencia de zonas verdes
- IPIS: Existencia de piscina
- IZDE: Existencia de zonas deportivas
- ICAL: Existencia de calefacción
- IAIR: Existencia de aire acondicionado
- IASC: Existencia de ascensor
- NGAR: Existencia de plaza de garaje
- ITRA: Existencia de trastero

**b) Datos de la tasación:**

- IECO: Valoración de finalidad hipotecaria
- MANDATARIO: Banco que financia, por el que se solicita la tasación.
- PROFESIONAL: Tasador que realiza la tasación

**c) Nombre de la sociedad que ha realizado la valoración,** en total 34 sociedades.

Dado que en algunos casos el número de tasaciones es muy bajo, se han reagrupado las que han realizado menos de 75 tasaciones, en algún año, que han sido 15 sociedades. En consecuencia, de las 34 sociedades que existen se analizan 21 sociedades más una agrupación de las 13 sociedades con menos tasaciones realizadas, utilizando un total de 22 variables de sociedad de tasación. Esto va a permitir, además, ver si las sociedades pequeñas muestran sesgos diferenciales al resto.

**d) Factores de tipo socio-económicos.** El INE publica datos censales de personas y viviendas, relativos a la información de las secciones censales en formato de rejillas de 1Km<sup>2</sup>.

La rejilla de 1km<sup>2</sup> que se utiliza para la difusión de información es la establecida por Eurostat. Se facilita información para aquellas celdas de 1km<sup>2</sup> que contienen al menos una vivienda (principal o no principal).

De toda la información disponible se han seleccionado 5 variables:

- PEXN: porcentaje de población extranjera que han nacido en África, América Central, del Sur o Caribe, Asia u Oceanía
- PEXE: Porcentaje de población de residentes extranjeros europeos
- NEALT: porcentaje de población con nivel de estudios alto
- VVAC: porcentaje de viviendas vacías
- HAVI: número de personas por vivienda
- VALQ: porcentaje de viviendas en alquiler

Se ha procedido a incluir estas variables de acuerdo con **Aspachs-Bracons y Rabanal (2010)** que ponen el acento de la demanda de vivienda en los factores demográficos relacionados con la inmigración y los cambios en la composición de los hogares. Encontraron que la demanda de vivienda y los choques tecnológicos son el principal motor del reciente auge de las viviendas.

**e) Localización de la vivienda:** medida de dos formas:

- En coordenadas geográficas x e y
- En distancias respecto al centro de la ciudad o a la línea de costa. Se trata de variables “dummy” que toman valor 1 si el valor está entre el rango especificado y 0 en caso contrario.
  - C1 (calle de Colon-pza los Pinazo): centro de la ciudad < 0,5km
  - C2: centro de la ciudad < 2km y >0,5 Km
  - P1: menos de 100 m de la playa
  - P2: menos de 2 Km de la playa y >100 m.

Las distancias respecto al punto central de la ciudad se han obtenido geoméricamente, transformando las coordenadas de grados decimales en metros; y la distancia respecto a la playa, se ha obtenido con el software ArcMap, dibujando la línea de costa, y calculando a partir de dicha línea la distancia de cada inmueble.

Para desarrollar el modelo de regresión hedónica multivariante se han seleccionado 25 variables: el valor del inmueble como variable dependiente, y 24 variables explicativas, que figuran en la tabla 7.3.

Tabla 7.3: Variables utilizadas en los modelos

	<i>Variables</i>	<i>Descripción</i>	<i>Magnitud de la variable</i>
	1 VINM	Valor tasado de la vivienda	€
<i>Características</i>	2 ANT_C	Antigüedad de la vivienda corregida por fecha de reforma	Nº de años
<i>Intrínsecas</i>	3 SADO	Superficie adoptada ajustada	m <sup>2</sup>
	4 COST	Costes de construcción estimados	€/m <sup>2</sup>
	5 NUDO	Dormitorios	Número
	6 IZVE	Zonas verdes	Si=1; no=0
	7 IPIS	Piscina	Si=1; no=0
	8 ICAL	Calefacción	Si=1; no=0
	9 IAIR	Aire acondicionado	Si=1; no=0
	10 CALI	Calidad constructiva	1-4.
	11 CONS	Estado de conservación	1-4.
	12 IASC	Ascensor	Si=1; no=0
	13 NPLA	Número de planta	
	14 MCTC	Terraza cubierta	m <sup>2</sup>
	15 MCTD	Terraza descubierta	m <sup>2</sup>
<i>Socioeconómicas</i>	16 PEXE	Población extranjera comunitaria	%
	17 PEXN	Población extranjera no comunitaria	%
	18 NEALT	Nivel de estudios alto	%
	19 VVAC	Viviendas vacías	%
	20 HAVI	Habitantes por vivienda	%
	21 VALQ	Viviendas en alquiler	%
<i>De localización</i>	22 C1	Viviendas en el entorno de 500 ms del centro	Si=1; no=0
	23 C2	Viviendas en el entorno de >500 y < 2000 ms del centro	Si=1; no=0
	24 P1	Viviendas a menos de 100 ms de línea de costa	Si=1; no=0
	25 P2	Viviendas < 100 ms y < 2000 ms de línea de costa	Si=1; no=0

### 7.3 Análisis exploratorio de los datos

En la tabla 7.4 se muestran los estadísticos de las variables seleccionadas para obtener un primer modelo MCO del valor total del inmueble en los años 2014 y 2015<sup>11</sup>. De las variables “dummies” en la columna de “Media” figura el porcentaje

<sup>11</sup> La variación media del precio medio en dichos años fue menor del 1,5% según datos del INE.

de viviendas en los que la variable seleccionada toma valor = 1 (es decir en las que existe la característica correspondiente).

Tabla 7.4: Estadísticos básicos de las variables

	Estadísticos: valores originales									Percentiles		
	Media	Medna	Moda	Std	Asim	Curts.	Rango	Min	Máx	25	50	75
VINM						4	30,7		8.359		59.000	88.631
ANT	32,8	37,0	7,0	22,7	0,9	3,2	244,0	1,0	245,0	10,0	37,0	48,0
SADO	104,3	101,0	90,0	33,8	2,5	28,4	941,0	22,0	963,0	82,0	101,0	120,0
COST	524,6	520,0	600,0		0,0	1,7	1.348,0	52,0	1.400,0	455,4	520,0	600,0
NUDO	2,3	2,0	2,0	1,1	0,8	1,3	8,0	1,0	9,0	1,0	2,0	3,0
CALI	2,9	3,0	3,0	0,5	-0,6	1,7	3,0	1,0	4,0	3,0	3,0	3,0
CONS	2,7	3,0	3,0	0,6	-0,4	0,2	3,0	1,0	4,0	2,0	3,0	3,0
NPLA	4,0	4,0	3,0	2,3	1,2	3,4	31,0	1,0	32,0	2,0	4,0	5,0
MCTC	0,5	-	-	3,5	31,3		210,0	-	210,0	-	-	-
MCTD	0,5	-	-	5,2	19,4	518,2	235,0	-	235,0	-	-	-
PEXE	0,0	0,0	-	0,0	3,5	24,8	0,4	-	0,4	0,0	0,0	0,0
PEXN	0,1	0,1	-	0,0	0,3	0,0	0,3	-	0,3	0,0	0,1	0,1
NEAL	0,5	0,5	0,5	0,1	-3,9	19,7	0,7	-	0,7	0,5	0,5	0,5
VVAC	0,1	0,1	-	0,1	0,4	2,5	0,6	-	0,6	0,1	0,1	0,2
HAVI	1,0	1,1	1,1	0,2	-2,9	8,0	1,7	-	1,7	1,0	1,1	1,1
VALQ	0,1	0,1	-	0,0	0,0	-0,6	0,2	-	0,2	0,0	0,1	0,1
C1	1%	-	-	0,1	10,0	98,6	1	0	1	0	0	0
C2	13%	-	-	0,3	2,2	3,0	1	0	1	0	0	0
P1	1%	-	-	0,1	10,5	107,9	1	0	1	0	0	0
P2	8%	-	-	0,3	3,1	7,8	1	0	1	0	0	0
IASC	73%	1,00	1,00	0,4	-1,0	-0,9	1	0	1	0	1	1
IZVE	7%	-	-	0,3	3,3	9,1	1	0	1	0	0	0
IPIS	10%	-	-	0,3	2,6	4,8	1	0	1	0	0	0
ICAL	23%	-	-	0,4	1,3	-0,4	1	0	1	0	0	0
IAIR	33%	-	-	0,5	0,7	-1,5	1	0	1	0	0	1

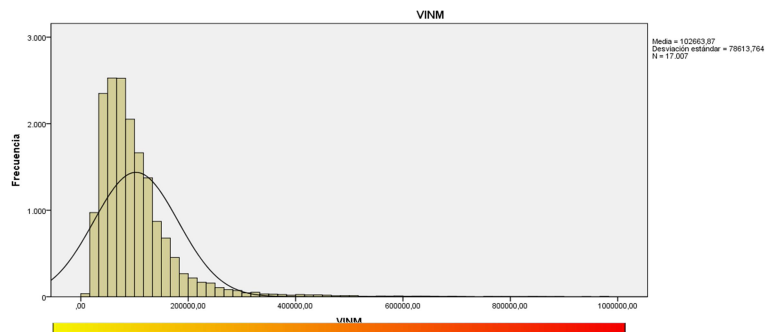
La tipología de vivienda plurifamiliar es muy variada, lo que justifica unos valores tan dispersos: un 14% se ubica en la zona central de la capital, y un 9% en zonas próximas a la costa; un 73% de los pisos cuenta con ascensor, pero solo un tercio cuenta con aire acondicionado, y menos aún con calefacción; el 10% disponen de piscinas; la antigüedad media es de 33 años, y la superficie media es de 104 m<sup>2</sup>, con 2 dormitorios.

Los inmuebles de menor importe se corresponden con viviendas en municipios del interior (Onteniente, Algemesí, Torrent, Ontinyent, Alzira, Carlet, Xirivella, Paterna, Catarroja, Carcaixent), y barrios de Gandia o Sagunto, además de algunos barrios de Valencia (Rascaña, Tres Forques, Cabañal, Ciudad Fallera o La Torre).

Por su parte, los de mayor importe corresponden fundamentalmente al centro de Valencia (mercado de Colón), y en menor medida a algunos municipios más turísticos de costa (Oliva).

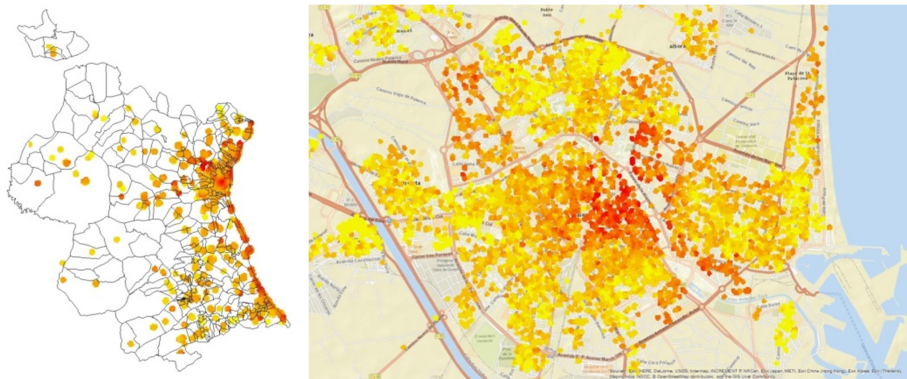
Las variables continuas cuya representación gráfica es más descriptiva, se muestran a continuación en las siguientes ilustraciones. En las de mapas con la distribución espacial de las respectivas variables, los valores más altos se muestran en rojo, y los más bajos en amarillo (salvo que se indique lo contrario).

La función de densidad (Ilustración 7.2) del valor total de las viviendas tasadas en la provincia es asimétrica, donde el 50% de los valores están comprendidos entre 59.000 € y 127.640 €.



**Gráfico 7.1: Función de densidad del valor total de inmuebles plurifamiliares en la provincia de Valencia**

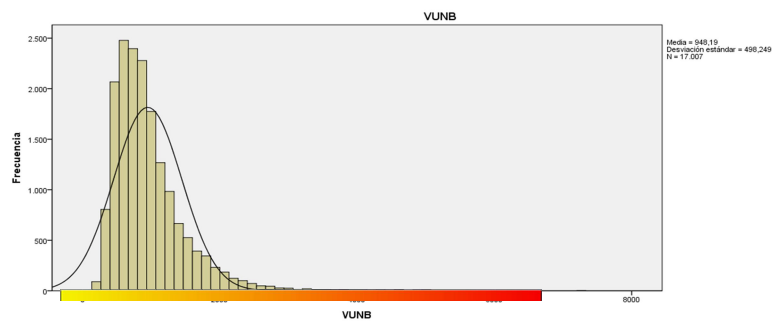
En cuanto a su distribución espacial, como se puede observar en la ilustración 7.2, existe una clara concentración de valores mayores tanto unitarios como totales en la ciudad de Valencia (en rojo), así como en la línea de costa. Esto justifica que se consideren variables espaciales que recojan esta circunstancia.



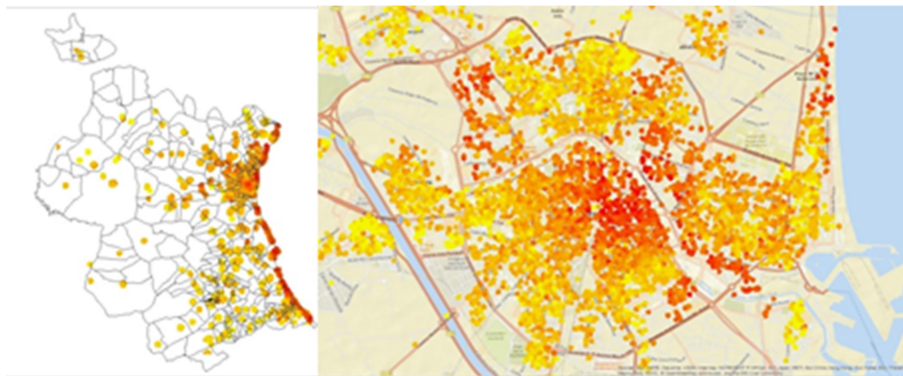
**Ilustración 7.2: Distribución espacial del valor total de las viviendas plurifamiliares, en la provincia (izquierda) y en la ciudad (derecha) de Valencia**

Respecto a la ciudad de Valencia, se muestran unos valores totales mayores en el centro de la ciudad que en la periferia, si bien se observa el desarrollo de ciertas zonas, fuera de la ciudad histórica hacia el sur este (ciudad de las artes y las ciencias), y hacia el noreste (nuevo Mestalla) y noroeste (Jaume Roig).

Respecto a los valores unitarios de las viviendas (Gráfico 7.2 e Ilustración 7.3), la distribución es similar a la anterior. El 50% de los valores se sitúan entre los 635 €/m<sup>2</sup> y 1.205 €/m<sup>2</sup>; valores superiores a los 4.000 €/m<sup>2</sup> son muy excepcionales.



**Gráfico 7.2: Función de densidad del valor unitario (VUNB) de las viviendas en la provincia de Valencia**

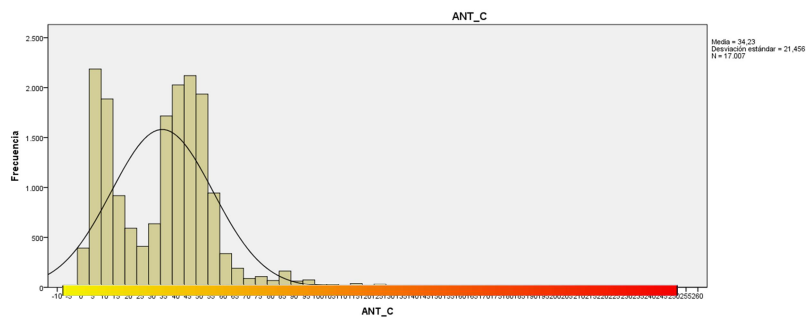


**Ilustración 7.3: Distribución espacial del valor unitario de las viviendas plurifamiliares, en la provincia (izquierda) y en la ciudad (derecha) de Valencia**

De nuevo, en la ilustración 7.5 se puede ver que la distribución geográfica de los datos muestra unos niveles de mayor valor unitario en la línea de costa y en la capital y parte de su periferia (puntos en rojo). La distribución es similar a la de los valores totales, si bien se aprecia que en las zonas periféricas, como por ejemplo la zona

Noreste (playa de la Patacona), se acentúan más los valores unitarios frente a los totales, señal de que al ser viviendas más nuevas, disponen de unas menores superficies.

Respecto a la antigüedad (considerando las reformas efectuadas en la vivienda), la distribución muestra la forma de una doble campana (Ilustración 7.4). La media de antigüedad es de 34 años, y los valores modales están entre 5-10 años (década de 2005) y entre 40-45 años (década de los 70).



**Gráfico 7.3: Función de densidad de la antigüedad (ANT\_C) de las viviendas plurifamiliares en la provincia de Valencia, corregida con las reformas**

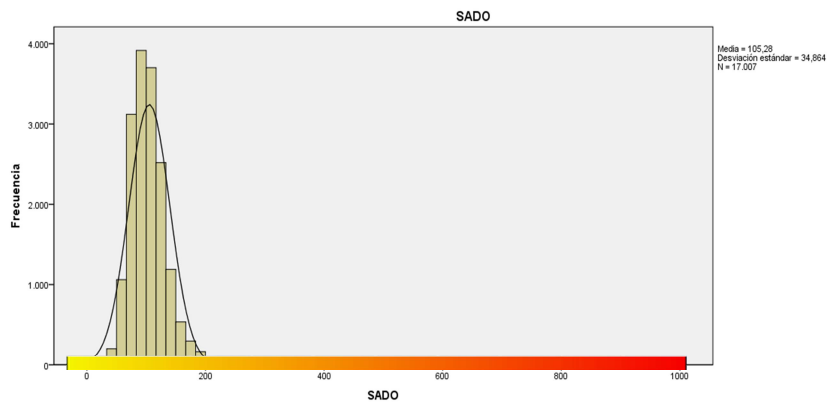
En la ilustración 7.4 se observa una concentración de viviendas más antiguas en el centro de la ciudad y barrios próximos a la playa,



**Ilustración 7.4: Distribución espacial de la antigüedad de las viviendas plurifamiliares, en la provincia (izquierda) y en la ciudad (derecha) de Valencia**

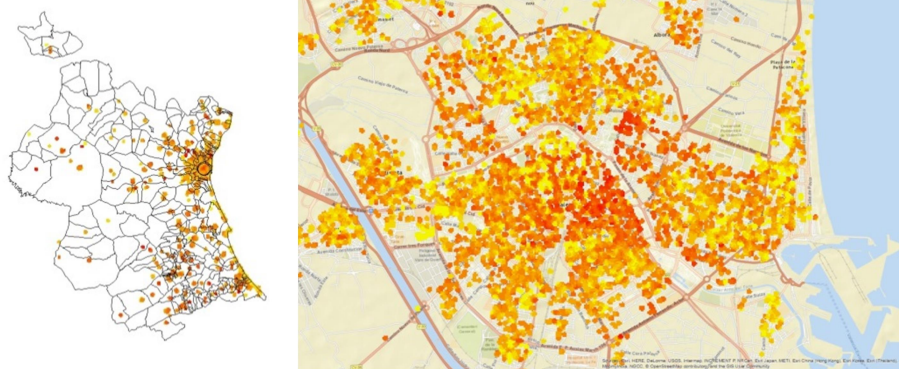


Finalmente, en cuanto a las superficies (Gráfico 7.4 e Ilustración 7.5), la media es de 105 m<sup>2</sup>, y el 50% de los pisos disponen de superficies comprendidas entre 83 y 120 m<sup>2</sup>. Solo el 10% de los pisos muestra superficies superiores a 143 m<sup>2</sup>.



**Gráfico 7.4: Función de densidad de la superficie (SADO) de las viviendas en la provincia de Valencia**

Se observa claramente que la superficie (Ilustración 7.6) es superior en el centro de la ciudad (en rojo) que en las áreas periféricas. Y en la provincia, la superficie de las viviendas situadas en la línea de costa es inferior frente al interior.



**Ilustración 7.5: Distribución espacial de la superficie de las viviendas plurifamiliares, en la provincia (izquierda) y en la ciudad (derecha) de Valencia**

En el **Anejo 7.2** figuran las ilustraciones de las variables socioeconómicas.

**BLOQUE 3**  
**RESULTADOS**  
**Capítulo 8**  
**RESULTADOS DE**  
**LOS MODELOS**  
**BÁSICOS.**

“Todo tiene que ser tan simple como sea posible, pero no más simple”.

A. Einstein.

### 8.1 Modelo de regresión por mínimos cuadrados ordinarios.

Se ha obtenido un modelo de regresión por MCO sin considerar las sociedades de tasación como variables explicativas, para los años 2014 y 2015, al objeto de poder comparar los coeficientes de regresión de cada año y determinar la estabilidad del modelo, así como poder observar la existencia de posibles inconsistencias o errores de información derivados de la recogida de datos. Estos errores pueden producirse en mayor medida en el año 2014, dado que es el primer ejercicio en que se realiza la recogida de información.

Los resultados del modelo conjunto de los años 2014 y 2015, y de cada año individualmente, tomando como variable dependiente el valor total de las viviendas en su forma logarítmica y todas las 24 variables explicativas disponibles, aparecen en la tabla 8.1. Las variables continuas se han transformado en logaritmos naturales y las variables dicotómicas solo toman valores uno o cero.

Tabla 8.1: Resultados de la regresión por MCO, para los años 2014, 2015, y ambos

Características	Variables	Coeficientes (significación)		
		Años 2014-2015	Año 2014	Año 2015
Intrínsecas	(Constante)	4,50(***)	0,88(***)	5,77 (***)
	lnANT_C	-0,0(***)	-0,0(***)	-0,06 (***)
	lnSADO	0,93(***)	0,98(***)	0,93 (***)
	lnCOST	0,49(***)	1,03(***)	0,28 (***)
	lnNUDO	0,07(***)	-0,0(***)	0,13 (***)
	IZVE	0,07(***)	0,04(***)	0,07 (***)
	IPIS	0,08(***)	0,04(***)	0,09 (***)
	ICAL	0,08(***)	0,07(***)	0,08 (***)
	IAIR	0,04(***)	0,02(***)	0,07 (***)
	lnCALI	-0,2(***)	-0,1(***)	-0,36 (***)
	lnCONS	-0,1(***)	-0,0(***)	-0,21 (***)
	IASC	0,23(***)	0,16(***)	0,24 (***)
	NPLA	-0,0(***)	0,00(**)	0,02 (***)
	lnMCTC	0,02(***)	0,04(***)	0,02 (***)
lnMCTD	0,00(**)	0,00()	0,01 (***)	
Socioeconómicas	lnPEXE	-1,1(***)	-1,0(***)	-1,14 (***)
	lnPEXN	-0,2(***)	-0,2(***)	-0,20 (***)
	lnNEALT	0,53(***)	0,41(***)	0,54 (***)
	lnVVAC	-0,5(***)	-0,5(***)	-0,35 (***)
	lnHAVI	-0,3(***)	-0,3(***)	-0,35 (***)
	lnVALQ	2,23(***)	1,95(***)	2,13 (***)
De localización	C1	0,62(***)	0,46(***)	0,65 (***)
	C2	0,23(***)	0,17(***)	0,26 (***)
	P1	0,31(***)	0,20(***)	0,40 (***)
	P2	0,16(***)	0,19(***)	0,19 (***)

Significación: 99% \*\*\*; 95% \*\* 90% \*

Tal y como se aprecia en los valores de los coeficientes de regresión, las variables cuyos coeficientes tienen más peso en la determinación del valor hedónico del inmueble, son fundamentalmente las que afectan al entorno socio económico: el

porcentaje de viviendas en alquiler en la zona, la población extranjera europea, el coste de construcción estimado, el nivel de estudios, la cercanía al centro de negocios, el número de inquilinos medio de la zona, y las viviendas vacías.

Esto nos conduce a determinar que la localización es una variable mucho más importante en la valoración de una vivienda que sus características intrínsecas, para viviendas con unas características básicas similares.

Se puede observar que los valores de los coeficientes de los modelos considerados son similares, excepto el del término constante y el de los costes de construcción. También, los signos son coincidentes excepto el coeficiente de la variable número de dormitorios y el número de planta.

### Significación del modelo, bondad del ajuste y diagnóstico de la regresión.

Tal como se puede observar en la tabla 8.1, en los modelos obtenidos para el año 2014, 2015 y los dos años (2014-2015), todos los coeficientes son significativos al 99%(\*\*\*), excepto el correspondiente a la variable MCTD en los dos años (2014-2015), que es significativo al 95%(\*\*), y en el modelo del año 2014, no resulta significativo.

La bondad del ajuste de los modelos (tabla 8.2), medida por el  $R^2$  ajustado y por el AIC son, respectivamente, para el modelo de los años 2014-2015 de 0,783 y 9.520,1; para el del año 2014 de 0,807 y 2.055,9; y para el del año 2015 de 0,805 y 3.506,4.

Adicionalmente, para analizar si se cumplen los principios básicos de la regresión, se han realizado los test de multicolinealidad, heterocedasticidad, normalidad u autocorrelación, tal y como se muestran en la tabla 8.2.

Tabla 8.2: Diagnósticos del modelo por MCO para los años 2014-2015

Tests	Años 2014-2015	Año 2014	Año 2015
$R^2$ ajustado	0,783	0,807	0,805
AICc	9.520,1	2.055,9	3.506,4
Durbin-Watson	1,618	1,398	1,811
IC	169,91	221,2	159,0
Jarque-Bera	4.083,3(***)	1.621,8(***)	4878,3(***)
Breusch-Pagan	1.027,8(***)	4.999,2(***)	445,2(***)

Significación: 99% \*\*\*; 95% \*\* 90% \*

Como se puede observar, en todos los periodos considerados existen problemas de heterocedasticidad y de no normalidad de los errores. Respecto a la multicolinealidad y autocorrelación, el IC es alto, supera el límite de 30 fijado por **Belsley (1982)**. El estadístico D-W es próximo a 2, lo que implica ausencia de autocorrelación de los residuos.

La correlación bivariada de las variables independientes, no muestra niveles preocupantes de correlación entre variables. Todas las correlaciones entre las variables independientes, están por debajo del nivel de riesgo, que según **Clark y Hosking (1986)** se cifra en 0,7 como máximo (**Anejo 8.1**). No obstante dado que, como muestra el elevado IC, el modelo presenta problemas de severa multicolinealidad, se va a proceder a analizar cómo afecta esta circunstancia a la capacidad predictiva del modelo.

### **El problema de la multicolinealidad**

En el modelo de MCO para ambos años 2014-2015, atendiendo al IC, hay multicolinealidad severa desde el primer momento, con solo una variable (la superficie, que es la variable con mayor valor explicativo). Sin embargo si se atiende al VIF, no se aprecia colinealidad de las variables ya que todos los coeficientes están próximos a 1. Como señala **Lazaridis (2007)**, puede haber casos en los que el IC esté apuntando equivocadamente a la existencia de un problema de multicolinealidad. Este problema suele aparecer cuando se transforman los datos en modelos logarítmicos, de modo que se obtienen indicaciones de severa multicolinealidad, de acuerdo al IC, cuando en realidad se trata de casos de multicolinealidad espuria debido a los autovalores (eigenvalues) muy bajos que se generan de la variación total de las columnas de la matriz transformada.

Esto se aprecia en la tabla 8.3, donde figuran los 24 modelos analizados.

Tabla 8.3 Resumen de los modelos MCO 2014-2015

N°	Modelo	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustado	Error	Indice	Variables	VIF
1	a	,351	,351	0,48	30,577	SADO	1,416
2	b	,548	,548	0,40	63,780	IASC	1,408
3	c	,619	,619	0,37	76,674	CALI	1,208
4	d	,650	,650	0,35	79,037	C2	1,669
5	e	,679	,679	0,34	89,184	HAVI	2,378
6	f	,703	,703	0,33	100,110	COST	1,427
7	g	,716	,716	0,32	111,418	C1	1,142
8	h	,735	,734	0,31	118,535	CONS	1,176
9	i	,745	,745	0,30	119,661	VALQ	2,519
10	j	,752	,752	0,30	122,454	IPIS	2,017
11	k	,758	,758	0,29	129,793	ICAL	1,353
12	l	,763	,763	0,29	130,515	NUDO	1,403
13	m	,767	,767	0,29	136,849	NEALT	1,44
14	n	,771	,771	0,29	143,600	PEXE	1,129
15	o	,774	,774	0,28	147,434	ANT C	1,729
16	p	,777	,777	0,28	153,541	P1	1,167
17	q	,779	,779	0,28	153,991	P2	1,645
18	r	,782	,781	0,28	154,034	IAIR	1,355
19	s	,783	,783	0,28	156,532	VVAC	1,208
20	t	,783	,783	0,28	157,040	IZVE	1,742
21	u	,784	,784	0,28	157,115	MCTC	1,011
22	v	,784	,784	0,28	161,824	MCTD	1,015
23	w	,784	,784	0,28	168,231	PEXN	1,64
24	x	,784	,784	0,28	169,912	NPLA	1,196

Variabes de los modelos:

- a. Predictores: (Constante), SADO
- b. Predictores: (Constante), SADO, IASC
- c. Predictores: (Constante), SADO, IASC, CALI
- d. Predictores: (Constante), SADO, IASC, CALI, C2
- e. Predictores: (Constante), SADO, IASC, CALI, C2, HAVI
- f. Predictores: (Constante), SADO, IASC, CALI, C2, HAVI, COST
- g. Predictores: (Constante), SADO, IASC, CALI, C2, HAVI, COST, C1
- h. Predictores: (Constante), SADO, IASC, CALI, C2, HAVI, COST, C1, CONS
- i. Predictores: (Constante), SADO, IASC, CALI, C2, HAVI, COST, C1, CONS, VALQ
- j. Predictores: (Constante), SADO, IASC, CALI, C2, HAVI, COST, C1, CONS, VALQ, IPIS
- k. Predictores: (Constante), SADO, IASC, CALI, C2, HAVI, COST, C1, CONS, VALQ, IPIS, ICAL
- l. Predictores: (Constante), SADO, IASC, CALI, C2, HAVI, COST, C1, CONS, VALQ, IPIS, ICAL, NUDO
- m. Predictores: (Constante), SADO, IASC, CALI, C2, HAVI, COST, C1, CONS, VALQ, IPIS, ICAL, NUDO, NEALT

- n. Predictores: (Constante), SADO, IASC, CALI, C2, HAVI, COST, C1, CONS, VALQ, IPIS, ICAL, NUDO, NEALT, PEXE
- o. Predictores: (Constante), SADO, IASC, CALI, C2, HAVI, COST, C1, CONS, VALQ, IPIS, ICAL, NUDO, NEALT, PEXE, ANT\_C
- p. Predictores: (Constante), SADO, IASC, CALI, C2, HAVI, COST, C1, CONS, VALQ, IPIS, ICAL, NUDO, NEALT, PEXE, ANT\_C, P1
- q. Predictores: (Constante), SADO, IASC, CALI, C2, HAVI, COST, C1, CONS, VALQ, IPIS, ICAL, NUDO, NEALT, PEXE, ANT\_C, P1, P2
- r. Predictores: (Constante), SADO, IASC, CALI, C2, HAVI, COST, C1, CONS, VALQ, IPIS, ICAL, NUDO, NEALT, PEXE, ANT\_C, P1, P2, IAIR
- s. Predictores: (Constante), SADO, IASC, CALI, C2, HAVI, COST, C1, CONS, VALQ, IPIS, ICAL, NUDO, NEALT, PEXE, ANT\_C, P1, P2, IAIR, VVAC
- t. Predictores: (Constante), SADO, IASC, CALI, C2, HAVI, COST, C1, CONS, VALQ, IPIS, ICAL, NUDO, NEALT, PEXE, ANT\_C, P1, P2, IAIR, VVAC, IZVE
- u. Predictores: (Constante), SADO, IASC, CALI, C2, HAVI, COST, C1, CONS, VALQ, IPIS, ICAL, NUDO, NEALT, PEXE, ANT\_C, P1, P2, IAIR, VVAC, IZVE, MCTC
- v. Predictores: (Constante), SADO, IASC, CALI, C2, HAVI, COST, C1, CONS, VALQ, IPIS, ICAL, NUDO, NEALT, PEXE, ANT\_C, P1, P2, IAIR, VVAC, IZVE, MCTC, MCTD
- w. Predictores: (Constante), SADO, IASC, CALI, C2, HAVI, COST, C1, CONS, VALQ, IPIS, ICAL, NUDO, NEALT, PEXE, ANT\_C, P1, P2, IAIR, VVAC, IZVE, MCTC, MCTD, PEXN
- x. Predictores: (Constante), SADO, IASC, CALI, C2, HAVI, COST, C1, CONS, VALQ, IPIS, ICAL, NUDO, NEALT, PEXE, ANT\_C, P1, P2, IAIR, VVAC, IZVE, MCTC, MCTD, PEXN, NPLA.

Sin embargo, si se realiza una retransformación a sus valores naturales de las variables VINM, ANT\_C, SADO, COST y NUDO el IC baja a 61,905, con unos VIF siempre menores o próximos a 2. Sigue siendo elevado, pero cae a un tercio del valor solo por la transformación de las variables, lo que indica claramente que el problema es más debido a la existencia de autovalores (eigenvalues) muy bajos.

Cómo afecta el problema de la multicolinealidad a la predicción en los modelos de regresión, es un aspecto que ha sido analizado por **Mundfrom et al. (2018)**, que considera que la multicolinealidad no afecta a la capacidad predictiva del modelo, y por **Bala et al. (2014)** que señalan que, si bien el incluir un elevado número de variables mejora la capacidad predictiva del modelo, conduce a incrementar la

multicolinealidad, sin embargo la eliminación de variables conduce a problemas de mala especificación de los modelos hedónicos multivariantes. Consecuentemente, la predicción del modelo no tiene por qué verse afectada ante la multicolinealidad, ni ésta afecta al vector de residuos, que está siempre bien definido.

La relación entre la bondad del ajuste, medida por el coeficiente de determinación, y el IC, para cada uno de los modelos de la tabla 8.3, figura en el gráfico 8.1. Se han marcado en rojo aquellas variables que tienen mayor proporción de varianza asociada al IC y se incluyen por primera vez en cada modelo, de acuerdo a los diferentes modelos definidos anteriormente.

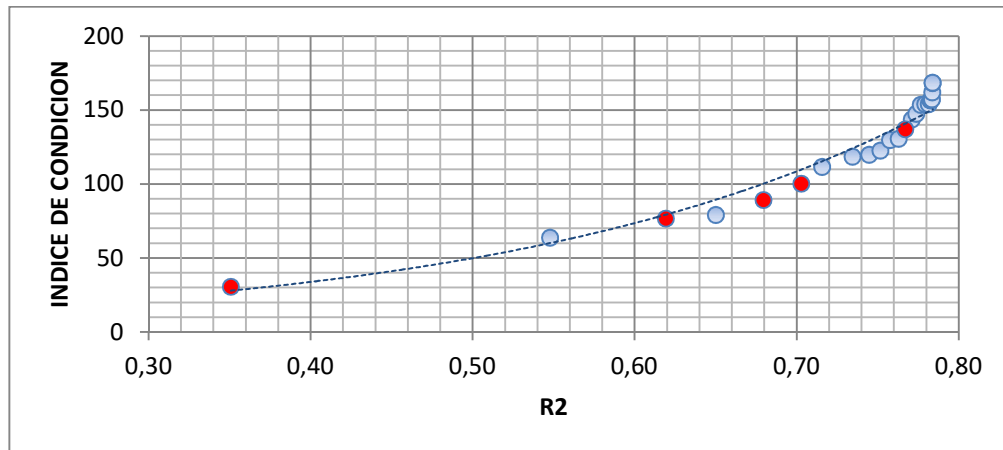


Gráfico 8.1 Relación entre el IC y la bondad del ajuste de los modelos MCO

Atendiendo a los números del IC obtenidos, cabe hacer las siguientes consideraciones:

- a) En todos los modelos analizados (desde el de 1 variable hasta el que incluye las 24 variables) existe un grado de multicolinealidad severo atendiendo al IC; atendiendo al VIF sin embargo no lo hay.
- b) La eliminación de variables suele resolver el problema de la multicolinealidad, pero va a ser a costa de especificar un modelo con una capacidad predictiva peor.
- c) Otra opción posible es la de especificar un modelo de componentes principales, de modo que las variables sean ortogonales entre sí, eliminando, por tanto, el problema de la multicolinealidad. Presenta igual problema que el caso anterior.



d) Si se trata de multicolinealidad espuria, bastaría con una normalización o tipificación de los datos para eliminarla. Ello afectaría al valor de los coeficientes, que perderían su sentido económico, si bien se podrían retransformar a sus valores originales.

e) La multicolinealidad, en realidad, no afecta a la capacidad predictiva del modelo, sino a la varianza de los coeficientes de regresión, de modo que estos no resultan insesgados.

### **Contraste de los valores de los regresores con los valores empíricos esperados.**

Un aspecto a considerar es si los valores de los coeficientes obtenidos por el modelo, son coherentes con el comportamiento esperado de cada variable, en base a la experiencia y conocimiento del comportamiento del mercado de vivienda.

Si se analiza el modelo correspondiente a los dos años 2014-2015, en general todos los regresores de las variables responden a lo que cabría esperarse, excepto en dos casos: el coeficiente del número de planta, que es negativo, cuando en la realidad plantas más altas tienden a ser más caras (es posible que a partir de cierta altura esto deje de ser así); la variable población, tanto la extranjera europea comunitaria (PEXE), como la procedente de otros países (PEXN) tiene coeficiente negativo, pero de mayor magnitud en el primer caso. Ello se debe a que las mayores concentraciones de población europea es la de nacionalidad rumana y búlgara, cuyo perfil es en general de un nivel medio bajo. Estos coeficientes implican que en aquellos casos en que hay una mayor concentración de extranjeros, los precios relativos son más bajos respecto al entorno.

En determinadas zonas muy puntuales de la provincia, se producen mayorías de población europea diferente a la anterior (sobre todo ingleses), cuyo efecto sería diferente, pero el peso relativo en la provincia es menor, por lo que los regresores muestran una relación inversa sobre el precio. Es lo que se observa en el caso de la capital valenciana, en los mapas de distribución geográfica mencionados anteriormente en el capítulo 7.

El resto de coeficientes presentan valores y signos que están dentro de los esperados, en base al juicio experto.

En consecuencia, los signos de las variables responden a lo que se espera que fueran las relaciones lógicas respecto al valor total de un inmueble, en términos generales. Por ejemplo, un incremento de la antigüedad del inmueble (ANT\_C) supondrá un menor valor de la vivienda (coef - ,099).

En el modelo obtenido para el año 2014, en general todos los coeficientes son de igual signo que los del modelo para los 2 años, si bien el número de planta en este caso presenta un coeficiente prácticamente de cero, y el coeficiente del número de dormitorios es negativo, mientras que en el modelo para 2 años es positivo. Esto se puede deber a que posiblemente la superficie y el número de dormitorios sean variables que están correlacionadas.

#### **Estabilidad del modelo. Análisis de correlación de los coeficientes de regresión.**

Un aspecto relevante a analizar, dado que los datos se han recolectado en dos añadas diferentes, es si existen diferencias estructurales entre los coeficientes de las respectivas añadas. Una diferencia en los criterios de codificación de las variables, u otro tipo de errores en la toma de datos, puede llevarnos a resultados erróneos.

Para determinar si el modelo es estable, se ha procedido a realizar el test de Chow (**Chow, 1960**), considerando por un lado los residuos del modelo conjunto y por otro la suma de los residuos de cada uno de los años del análisis.

El resultado del test es de 173,8, cifra muy alejada del valor 4 que se considera como el máximo para que se cumpla la hipótesis de igualdad estructural del modelo. Consecuentemente, el modelo no se puede considerar estable para los dos años.

Por consiguiente, es necesario valorar a qué se deben dichos cambios, y en su caso descartar aquellos elementos que puedan distorsionar el análisis, o ver qué año interesa seleccionar para proceder a realizar modelos más avanzados que nos permitan detectar las diferencias de valoración entre sociedades.

También se ha analizado la correlación existente entre los coeficientes obtenidos en la tabla 8.1. Como se observa en la tabla 8.4, los datos del año 2014 muestran un coeficiente de correlación menor (0,64), frente al 0,99 que figuran entre el modelo de los dos años y del año 2015 solo.

Tabla 8.4: Coeficientes de correlación de Pearson entre los coeficientes de los modelos

	2014-2015	2014	2015
2014-2015	1,00		
2014	0,74	1,00	
2015	0,99	0,64	1,00

De los resultados obtenidos en la tabla 8.4, se deduce que la razón de las diferencias observadas puede deberse a la peor calidad de los datos reportados, de modo que en 2014, al haber menor experiencia en la codificación de los datos se producen errores que afectan al modelo. Ello se corrobora al observar que en el modelo para el año 2014, una variable no resulta significativa (la terraza descubierta) y la variable número de planta no es significativa al 99%.

### **Criterios de selección de los datos de 2015 para realizar el modelo predictivo**

Una vez analizado tanto los resultados del modelo conjunto, como de cada año por separado, y a la vista de que el resultado del test de Chow indica que no se cumple la hipótesis de igualdad estructural del modelo, se ha de decidir de qué año se van a seleccionar los datos para especificar el modelo de regresión.

Las razones por las que se toma la decisión de realizar el modelo solo con datos de 2015, son los siguientes:

- a) Presenta el coeficiente de Durbin-Watson más alto: 1,811 (2015) frente a 1,398 (2014)
- b) Los valores de los regresores se ajustan mejor a los esperados a juicio, en particular el valor del intercepto.
- c) El modelo del año 2015 es más estable. La correlación de los regresores es superior.
- d) Los  $R^2_{\text{ajust.}}$  son similares: 0,807 y 0,804

Consecuentemente, las conclusiones que se deriven del modelo realizado con los datos de 2015 serán más correctas que las del realizado con datos de 2014, por lo que el resto de análisis se referirán sólo a los datos del año 2015. Los datos de 2014 se pueden utilizar posteriormente para contrastar los resultados del modelo al aplicar los ratios de IAAO entre los resultados del modelo de 2015 con inmuebles que

también fueron objeto de valoración en 2014, y por tanto no han intervenido en la elaboración del modelo de 2015.

Una vez determinado que el modelo se va a realizar con los datos de 2015, el objetivo es conseguir el mejor modelo de regresión básico posible.

Un primer modelo a considerar, es el de MCO con 24 variables que se ha especificado anteriormente (ver tabla 8.1 año 2015), pues como se ha indicado, la multicolinealidad no va a afectar significativamente a la capacidad predictiva del modelo.

#### **“Split validation”. Validación del modelo.**

Al objeto de determinar la validez y estabilidad de los modelos de regresión, **Snee (1977)** introdujo la técnica denominada “split validation”, y se ha aplicado por **Goh et. al (2012)**. De acuerdo con esta técnica, se ha realizado una segmentación de los datos en dos grupos. Uno con el 40% de los datos para entrenamiento del modelo, y otro con el 60% restante, para la especificación y contraste del modelo. Los  $R^2$  ajustados son respectivamente de 0,805 y 0,804. (AICc de 1.478,6 y 1.491.3 respectivamente).

El coeficiente de correlación de Pearson entre los valores estimados con el modelo de entrenamiento para las viviendas utilizadas para el contraste y sus valores reales es de 0,897.

#### **Modelo MCO sin multicolinealidad**

A continuación, se especificará un modelo con los datos de 2015 en el que se haya eliminado la multicolinealidad, para ver cómo afecta a la bondad del ajuste.

De acuerdo a **Lazaridis (2007)**, cuando existe multicolinealidad espuria, ésta se puede eliminar centrando las variables. Esto se consigue normalizándolas (tipificándolas) restando la media de cada variable y dividiendo el resultado por la desviación típica.

El resultado del modelo centrado, es el que se muestra en la tabla 8.5.

Tabla 8.5 Modelo de regresión lineal sin multicolinealidad en 2015

Características	Variables (Constante)	Coeficientes (significación)	
		Año 2015	VIF
		0(***)	
Intrínsecas	ANT_C	-0,08(***)	1,644
	SADO	0,46(***)	1,679
	COST	0,13(***)	1,313
	NUDO	0,08(***)	1,647
	IZVE	0,03(***)	1,854
	IPIS	0,04(***)	2,114
	ICAL	0,06(***)	1,368
	IAIR	0,06(***)	1,385
	CALI	-0,11(***)	1,468
	CONS	-0,09(***)	1,215
	IASC	0,18(***)	1,412
	NPLA	0,01(***)	1,127
	MCTC	0,02(***)	1,050
MCTD	0,01(***)	1,033	
Socioeconómicas	PEXE	-0,07(***)	1,132
	PEXN	-0,02(***)	1,621
	NEALT	0,07(***)	1,305
	VVAC	-0,04(***)	1,206
	HAVI	-0,14(***)	2,834
	VALQ	0,16(***)	2,501
De localización	C1	0,11(***)	1,152
	C2	0,15(***)	1,707
	P1	0,08(***)	1,432
	P2	0,1(***)	2,027

El IC en este modelo de variables centradas es de 4,134 (inferior a 30 que es considerado como valor límite), y el  $R^2$  ajustado es de 0,804, igual al  $R^2$  ajustado de 0,805 del modelo con todas las variables. En la tabla 8.6 se muestran los resultados de los test efectuados.

Tabla 8.6: Diagnósticos del modelo por MCO para 2015 sin multicolinealidad

Tests	Año 2015
$R^2$ ajustado	0,805
AICc	20.533,5
Durbin-Watson	1,832
IC	4,134
Jarque-Bera	4.869,9(***)
Breusch-Pagan	2228,8(***)

Por el contrario, aumenta el test de Breusch Pagan (de 445,2 a 2228,8) por lo que aumenta la heterocedastidad y no normalidad de los errores. El test de Jarque-Bera se mantiene.

El problema que presenta el modelo, es que los coeficientes de las variables, al haber sido centrados, no están en su adecuada magnitud económica. Por ejemplo, el término constante es muy próximo a cero. Sin embargo, la capacidad predictiva del modelo es la misma que la del modelo original.

Otro modo de eliminar la multicolinealidad es a partir del análisis de componentes principales, que se analiza a continuación.

## 8.2 Análisis factorial.

Con los datos del año 2015 se ha realizado un análisis factorial de las 24 variables explicativas (tabla 8.1), para obtener y definir la estructura subyacente en los datos y determinar grupos homogéneos (dimensiones o factores) entre las variables estudiadas. Al considerar los factores en el modelo se eliminan problemas de multicolinealidad de las variables, que impedirían realizar el análisis por GWR, como se comentará más adelante. Asimismo, se han excluido del análisis las variables de ubicación espacial C1, C2, P1, y P2, dado que la GWR ya los contempla y resultarían redundantes.

Lo primero que se ha de comprobar es si el análisis factorial es adecuado. Para ello se analizan los valores de la prueba Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y el test de esfericidad de Bartlett (tabla 8.7).

La medida KMO es de 0,723 (superior a 0,6) y nos señala la adecuación de la muestra al análisis factorial. El test de Bartlett igualmente muestra un nivel crítico de significación inferior al 0,05, por lo que confirma la idoneidad del análisis factorial.

Tabla 8.7: Prueba de KMO y Bartlett

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo	0,723
Prueba de esfericidad de Bartlett Aprox. Chi-cuadrado	66.916,8
gl	190
Sig.	0,000

Asimismo, tanto la matriz de correlaciones /nivel de significación en la que todos los valores son estadísticamente significativos (lo que implica ausencia de correlación de las variables), como la matriz de correlaciones reproducidas/residuos, en la que el 57% de los residuos presentan un nivel inferior al 5%, indican que es realizable el análisis factorial.

En **Anejo n° 8.2** se muestra la metodología para la extracción de los factores. La matriz de componentes rotados (tabla 8.8) muestra la idoneidad de la selección de componentes efectuada, donde la mayoría de los componentes supera el valor de 0,5 (NPLA, número de planta, es la variable con menor saturación con un peso de solo -0,46 de modo que es el menos explicativo).

Tabla 8.8: Matriz de componentes rotados<sup>12</sup>

	FACTORES							
	1	2	3	4	5	6	7	
CALI	-,664							<b>FAC1:</b> JERARQUIA
COST	,649							
ANT_C	-,624							
IASC	,585							
CONS	-,549							
VALQ		,795						<b>FAC2:</b> ENTORNO SOCIAL
PEXN		,712						
NEALT		,613						
NPLA		-,460						
IZVE			,849					
IPIS			,840					<b>FAC3:</b> SERVICIOS
HAVI			-,605					
SADO				,831				
NUDO				,807				<b>FAC4:</b> TAMAÑO
IAIR					,787			<b>FAC5:</b> ACONDICMTO
ICAL					,776			
PEXE						,700		<b>FAC6:</b> OCUPACION
VVAC						,663		
MCTC							-,685	<b>FAC7:</b> TERRAZAS
MCTD							,615	

Los factores seleccionados, responden a unas características comunes: el primero, que se denomina JERARQUÍA, concentra las variables correspondientes a la calidad de la vivienda, tales como estado de conservación, costes de construcción, antigüedad, ascensor, y calidad de la construcción.

Se ha denominado como ENTORNO SOCIAL, al factor que agrupa las variables de número de viviendas en alquiler en la zona, población extranjera no europea, y nivel medio de estudios alto (también aparece el número de planta, pero con menor peso).

SERVICIOS es el factor que agrupa la piscina, zonas verdes, y habitantes por vivienda medios de la zona.

<sup>12</sup> Método de extracción: análisis de componentes principales. Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser. La rotación ha convergido en 11 iteraciones.

TAMAÑO, engloba la superficie y el número de dormitorios.

ACONDICIONAMIENTO, se refiere a la calefacción y el aire acondicionado.

OCUPACIÓN, incluye el nivel de viviendas vacías, en la zona, y la población extranjera europea.

Finalmente, TERRAZAS, se refiere a las terrazas cubiertas o descubiertas.

En el **Anejo 8.3** se muestra la distribución geográfica de los valores de cada uno de los factores.

- Significación de los modelos de regresión por MCO con los factores y bondad del ajuste.

Tabla 8.9: Ajuste de los modelos de regresión con los factores

	<b>MODELO</b>	<b>ADJ R<sup>2</sup></b>	<b>AIC</b>
1	<b>FAC1, FAC2, FAC3, FAC4, FAC5, FAC6, FAC7</b>	0,68	11.944,1
2	<b>FAC1, FAC2, FAC3, FAC4, FAC5, FAC6</b>	0,68	11.962,3
3	<b>FAC1, FAC2, FAC3, FAC4, FAC5</b>	0,67	12.624,3
4	<b>FAC1, FAC2, FAC3, FAC4</b>	0,63	14.144,3
5	<b>FAC1, FAC5, FAC3, FAC4</b>	0,61	15.251,3
6	<b>FAC1, FAC2, FAC5</b>	0,57	16.735,4
7	<b>FAC1, FAC2, FAC4</b>	0,35	23.931,6
8	<b>FAC1, FAC2, FAC3</b>	0,33	24.465,1

En el modelo de regresión por MCO con todos los factores obtenidos, que es el que muestra mejores resultados en términos de criterio de información y de ajuste del modelo, el R<sup>2</sup> ajustado es de 0,68, y el AIC de 11944,1. No obstante se observa que el modelo factorial nº 3 de 5 factores da un resultado muy similar (tabla 8.9).

Además, en todos ellos, todos los coeficientes de los factores son significativos al 99%.

En la tabla 8.10 se recogen los diagnósticos de la regresión realizada a partir del análisis de los componentes principales.



Tabla 8.10: Diagnostico de la regresión MCO Factorial.

	GI	z-valor	p-value
<b>MULTICOLINEALIDAD</b>			
IC		1	
<b>DURBIN-WATSON (AUTOCORRELACIÓN)</b>			
<b>TEST DE NORMALIDAD DE LOS ERRORES</b>			
JARQUE-BERA	2	2177,08	0
<b>DIAGNOSTICOS PARA HETEROCEDASTICIDAD</b>			
BREUSCH-PAGAN	7	1069,74	0
KOENKER-BASSETT	7	581,51	0

La bondad del ajuste obtenida en el modelo factorial es menor que en el modelo con todas las variables para el año 2015 (tabla 8.1) (0,804/0,68), y mayor que en el modelo en el que se eliminaron las variables causantes de la multicolinealidad ( $R^2$  ajust.= 0,63) y los coeficientes son significativos al 99%. Obviamente, el análisis factorial elimina la multicolinealidad (IC = 1).

Por las razones expuestas, se va a formular un modelo sin multicolinealidad por MCO con el máximo número de variables explicativas (tabla 8:1). Para ello, realizamos la misma transformación de las variables no dicotómicas de las viviendas, de acuerdo a lo señalado por **Lazaridis (2007)**, pero en este caso se van a incorporar las variables de sociedades.

### 8.3 Modelo explicativo por mínimos cuadrados ordinarios con variables “dummies” de sociedades

Se ha especificado un modelo explicativo con datos de 2015, en el que se incluyen como variables Dummies las diferentes sociedades de tasación.

La especificación del modelo MCO que se ha aplicado es la que figura en la tabla 8.11. Se ha tomado el modelo especificado en 8.1, para 24 variables con los coeficientes directos (MD) y otro con las variables centradas (MC) y se han añadido como variables “dummy” las sociedades de tasación. La sociedad S25 es la que se toma como referencia para las comparaciones.

Tabla 8.11. Modelo MCO con variables dummy de sociedades.

Características	VARIABLES	MD	MC
Intrínsecas	CONSTANT	2,69(***)	-0,35(***)
	ANT C	-0,05(***)	-0,07(***)
	SADO	0,96(***)	0,47(***)
	COST	0,7(***)	0,32(***)
	NUDO	0,1(***)	0,06(***)
	IZVE	0,05(***)	0,02(***)
	IPIS	0,08(***)	0,04(***)
	ICAL	0,05(***)	0,04(***)
	IAIR	0,06(***)	0,04(***)
	CALI	-0,29(***)	-0,09(***)
	CONS	-0,18(***)	-0,07(***)
	IASC	0,21(***)	0,16(***)
	NPLA	0,03(***)	0,02(***)
	MCTC	-0,01(***)	-0,01(***)
	MCTD	0,02(***)	0,02(***)
Socioeconómicas	PEXE	-1(***)	-0,06(***)
	PEXN	-0,23(***)	-0,02(***)
	NEALT	0,52(***)	0,06(***)
	VVAC	-0,31(***)	-0,03(***)
	HAVI	-0,32(***)	-0,13(***)
	VALQ	1,95(***)	0,14(***)
De localización	C1	0,6(***)	0,1(***)
	C2	0,25(***)	0,14(***)
	P1	0,37(***)	0,08(***)
	P2	0,18(***)	0,09(***)
	S01	0,79(***)	1,31(***)
	S07	0,15(***)	0,25(***)
	S08	0,15(***)	0,25(***)
	S09	0,29()	0,48()
	S10	0,5(***)	0,82(***)
	S11	0,08(***)	0,14(***)
	S12	0,09(***)	0,15(***)
	S14	0,39(***)	0,65(***)
	S15	0,18(***)	0,3(***)
	S16	0,13(***)	0,22(***)
	S17	0,25(***)	0,41(***)
	S18	0,26(***)	0,42(***)
	S20	0,21(***)	0,34(***)
	S23	0,22(***)	0,36(***)
	S26	0,2(***)	0,32(***)
	S27	0,17(***)	0,28(***)
	S28	0,14(***)	0,24(***)
	S29	0,22(***)	0,37(***)
	S30	0,14(***)	0,24(***)
AGRUP 75	0,23(***)	0,32(***)	

Significación: 99% \*\*\*, 95% \*\* 90% \*P-valores en paréntesis. (S25 es la sociedad testigo).

Las ventajas del modelo con variables centradas para que no se presente la multicolinealidad, son que los valores de los regresores son más fiables, y por otro lado, al contrario que en el modelo factorial, los coeficientes de regresión son interpretables (tras una sencilla retransformación, que los convierte en los coeficientes de los del modelo sin centrar las variables), dado que afectan a cada variable y no a un factor compuesto de interacciones de varias variables, como es el caso del análisis factorial de componentes principales.

Para que las variables “dummy” muestren sus valores naturales, basta con multiplicar los coeficientes obtenidos para las variables centradas, y multiplicarlos por la desviación estándar de la variable dependiente<sup>13</sup>. Los coeficientes que obtenemos entonces, son los mismos para ambos modelos.

La desviación estándar de la variable dependiente Y es  $S_y = 0,60615$ . Como el coeficiente obtenido en el modelo tipificado para lo sociedad S01es de 1,31, el coeficiente sin tipificar es de  $1,31 \times 0,60615 = 0,79$ . Y así para el resto.

Consecuentemente, los coeficientes obtenidos son los mismos para las variables dummy de sociedades en ambos modelos.

La tabla 8.12 muestra los resultados de los test efectuados al modelo básico por MCO.

Tabla 8.12. Diagnósticos del modelo por MCO con sociedades

Tests	MD	MC
R <sup>2</sup> ajustado	0,832	0,832
AICc	994,365	18.023,6
Durbin-Watson	1,80	1,81
IC	235,38	14,58
Jarque-Bera	7.374,9(***)	7.419,38 (***)
Breusch-Pagan	893,2(***)	3.452,7 (***)

El modelo de variables centradas presenta igual bondad del ajuste que el obtenido con las variables sin centrar, pero la posible multicolinealidad que marcaba el IC se ha eliminado al pasar este de 235,38 a solo 14,58. Los coeficientes asignados a las variables “dummy” de las sociedades, una vez retransformadas a variables no tipificadas son idénticas a las del modelo MC.

<sup>13</sup> En el modelo tipificado tenemos que,  $\frac{Y-\hat{Y}}{S_y} = \alpha_t + \beta \left( \frac{x-\bar{x}}{S_x} \right) + \gamma_t D + e$ ; de modo que  $Y = S_y \left( \alpha_t + \beta \left( \frac{x-\bar{x}}{S_x} \right) + \gamma_t D + e \right) + \hat{Y}$

El coeficiente no tipificado de las variables dummies D es  $\gamma = (S_y \gamma_t)$ . Para las variables continuas  $\hat{\beta} = \beta \frac{S_y [x-\bar{x}]}{S_x}$

#### 8.4 Obtención empírica de los parámetros de homogeneización en el método de valoración por comparación.

Como ya se ha comentado en el capítulo 7, en la práctica de la valoración, cuando se aplica el método de comparación para valorar un inmueble, se siguen los siguientes pasos:

- a) Determinación de las características del inmueble a tasar. Se trata de ver cuáles son las variables que determinan el valor del inmueble.
- b) Realizar un estudio de mercado de inmuebles similares al que se va a valorar, que se ubiquen en el mismo mercado. Normalmente se toman 6 inmuebles comparables, porque es la cantidad mínima que exige la Orden ECO/805/2003 para valoraciones con finalidad financiera, que tratan de reproducir el mercado local para la tipología de inmueble a valorar.
- c) Obtención de los parámetros para realizar la homogeneización de los valores de los inmuebles comparables con el inmueble a valorar. Si el comparable es mejor al inmueble a valorar, se aplica un parámetro de homogeneización de menos de la unidad, y superior a la unidad si es peor. Caso de ser iguales se aplica un factor de 1. Así, por ejemplo, si el inmueble a valorar es más antiguo que el comparable, se asigna un valor al parámetro de homogeneización menor a 1. Estos parámetros son estimados a criterio subjetivo del valorador.
- d) Finalmente se multiplica el valor base obtenido de los comparables por cada uno de los coeficientes obtenidos en la fase de homogeneización.

Lo que se propone a continuación es un procedimiento de cálculo de los parámetros de homogeneización objetivo a partir de datos del mercado, y la obtención del valor del inmueble, mediante la aplicación del modelo hedónico, de modo que los parámetros de homogeneización se obtengan a partir de los regresores del modelo y de los valores de las variables consideradas en los inmuebles comparables y en el inmueble a valorar. En este caso, es muy importante que los parámetros no estén afectados por multicolinealidad, puesto que esta circunstancia generará estimadores sesgados de los parámetros de homogeneización.

El modelo hedónico retransformado es, en realidad, la base teórica de la metodología que se aplica en la práctica, y a partir de los regresores es posible obtener unos coeficientes de homogeneización de un modo “científico” y objetivo. Al objeto de

comprobar la idoneidad de los parámetros de homogeneización aplicados en las tasaciones, sería útil realizar un contraste de los coeficientes de homogeneización aplicados en una valoración con los regresores obtenidos del modelo hedónico.

Por este procedimiento es posible evaluar si los coeficientes aplicados en una tasación son correctos, puesto que es posible contrastar los parámetros considerados por el tasador en la valoración con los parámetros calculados por el modelo.

Por ejemplo, si se trata de realizar la valoración de un inmueble y se dispone de un único comparable, ambos con una superficie de 100 m<sup>2</sup>, se suele operar del siguiente modo (tabla 8.13). Los coeficientes de homogeneización estimados por el tasador se basan en su criterio subjetivo.

Tabla 8.13: Propuesta de ejemplo de coeficientes de homogeneización subjetivos en el método de comparación

	INMUEBLE: VALORES		Coeficientes Homog.
	COMPARABLE	VALORADO	
Antigüedad (años)	2	12	0,95
Superficie (m2)	100	110	0,95 x 1,1
Piscina	1	0	1,1
Aire/Ac	1	0	1,1
Calidad constructiva	2	2	1
Estado de conservación	2	2	1
Ascensor	1	1	1
Ajuste por coeficientes			1,20
<b>VALOR</b>	<b>Unitario</b>	<b>unitario</b>	<b>VALOR</b>
190.802 €	1.908 €/m2	2.292 €/m2	229.197 €

Por ejemplo, si se tiene en cuenta la antigüedad, al ser la antigüedad del comparable menor que la del valorado, el coeficiente ha de ser menor que 1 (el comparable es “mejor”), en este caso el tasador subjetivamente le asigna un valor de 0,95, que multiplicará por el valor del comparable.

En síntesis el resultado se obtiene a partir de un comparable valorado en 190.802 €, como sigue:

<p>Valor Comparable (190.802 €)</p> <p>X</p> <p>ANT_C(0,95)xSUPA (1,045)xIPIS (1,1) x IAIR(1,1) x CALI(1)xCONS(1)xIASC (1)=</p>
---

229.197 €

Hay que significar que el valor obtenido es arbitrario, dado que los coeficientes no responden a ningún tipo de análisis estadístico. En todo caso al leal saber y entender del tasador.

Sin embargo, a partir del modelo formulado tras la retransformación<sup>14</sup>, sí es posible obtener unos coeficientes con una justificación empírica que permitan determinar el valor de tasación del inmueble de un modo objetivo.

A partir de los regresores del modelo recogidos en la tabla 8.1 y para determinados valores de las variables del inmueble valorado, es posible determinar los coeficientes de homogeneización, de un modo empírico, como se muestra en la siguiente tabla 8.14. En la consideración del valor de cada uno de los coeficientes, en este tipo de análisis, es muy relevante la inexistencia de multicolinealidad, ya que su presencia puede afectar al valor de cada uno de estos; si bien, como ya se ha indicado en el apartado anterior, dicha multicolinealidad no afecta a la capacidad predictiva del modelo ni a la distribución de los errores.

---

<sup>14</sup> Retransformación del modelo log normal al modelo lineal.

Tabla 8.14: Coeficientes de homogeneización de acuerdo con el modelo MCO para el año 2015

	INMUEBLE: VALORES DE X		$\beta$	MODELO RETRANSFORMADO: MULTIPLICACION DE FACTORES		
	COMPARABLE	VALORADO		COMPARABLE (C)	VALORADO (V)	Coefficientes (V)/(C)
ANT_C	2	12	-0,06	0,96	0,87	0,9
SADO	100	110	0,93	70,74	77,26	1,09
COST	700	750	0,28	6,21	6,33	1,02
NUDO	1	2	0,13	1	1,09	1,09
IZVE	1	0	0,07	1,08	1	0,93
IPIS	1	0	0,09	1,09	1	0,92
ICAL	1	0	0,08	1,08	1	0,92
IAIR	1	0	0,07	1,07	1	0,93
CALI	2	2	-0,36	0,78	0,78	1
CONS	2	2	-0,21	0,86	0,86	1
IASC	1	1	0,24	1,28	1,28	1
NPLA	2	15	0,02	1,01	1,05	1,04
MCTC	5	5	0,02	1,03	1,03	1
MCTD	12	8	0,02	1,04	1,03	0,99
PEXE	0,01	0,01	-1,14	0,99	0,99	1
PEXN	0,1	0,1	-0,20	0,98	0,98	1
NEALT	0,5	0,5	0,54	1,31	1,31	1
VVAC	0,1	0,1	-0,35	0,97	0,97	1
HAVI	1	1	-0,35	0,71	0,71	1
VALQ	0,1	0,1	2,13	1,24	1,24	1
C1	0	0	0,65	1	1	1
C2	0	0	0,26	1	1	1
P1	0	0	0,40	1	1	1
P2	0	0	0,19	1	1	1
(Constante)	1	1	5,77	320,08	320,08	1
Smearing				1,0387	1,0387	0,83
VALOR TOTAL DEL INMUEBLE				190.802,10	158.214,80	0,83

Por lo tanto, de acuerdo a los resultados del modelo, - recordemos que el modelo retransformado toma la forma de la ecuación (6.13) :  $\hat{Y} = [\hat{\theta} * x_i^{\beta_i} * e^{\hat{\nu}D_j}]$  -, los coeficientes “objetivos” serían los de la tabla 8.12, de modo que el valor estimado sería:

Valor Comparable (190.802)  x
-------------------------------------

ANT\_C(0,9) x SADO (1,09) x IPIS (1) x IAIR (1,07) x CALI(1) x  
 CONS(1,09) x IASC (1) x

Resto coeficientes (0,98) x smearing (1,0387) = 158.214,80
--

En consecuencia, el valor tasado por coeficientes de homogeneización “a juicio”, daría un resultado de un 45% superior a la valoración por coeficientes obtenidos del modelo estadístico (229.197 / 158.214,80) -1. Evidentemente, las diferencias hubieran sido distintas si se hubieran aplicado otros coeficientes de homogeneización subjetivos.

Las diferencias entre los coeficientes obtenidos por el modelo y los aplicados por el tasador “a juicio” son las que figuran en la tabla 8.15.

Tabla 8.15. Comparación de los coeficientes de homogeneización obtenidos por MCO y “a juicio”

Variables	Coeficientes de homogeneización		
	Obtenidos del modelo	Estimados "a juicio"	diferencia %
Antigüedad (años)	0,90	0,95	6%
Superficie (m2)	1,09	1,05	-4%
Piscina	0,92	1,10	20%
Aire/Ac	0,93	1,10	18%
Calidad constructiva	1,00	1,00	0%
Estado de conservación	1,00	1,00	0%
Ascensor	1,00	1,00	0%
Ajuste por coeficientes	0,80	0,96	21%
Smearing	1,0387		
Valor del comparable	190.802		
Valor estimado	158.214,80	229.197	45%

Como se puede observar, todos los coeficientes estimados por el tasador son coherentes con los estimados por el modelo, sin embargo se observa una sistemática sobrevaloración de estos respecto a los calculados por el modelo.

El valor del comparable, es el valor de base de los cálculos, que en el caso del modelo MCO, se corresponde con el valor de un inmueble cuyos parámetros sean todos iguales al inmueble a valorar. Dado que el modelo estimado se ha transformado logarítmicamente, éste ha de ser corregido por el coeficiente del estimador de Smearing.



# Capítulo 9

# CORRELACION ESPACIAL

“Todo está relacionado con todo lo demás, pero cosas cercanas están más relacionadas que cosas distantes”

Primera ley de Tobler de las condiciones de la geografía.

## 9.1 Medición de la correlación espacial: Moran I

Como se ha indicado en el capítulo 6 de metodología, para aplicar los modelos de regresión espacial, lo primero que hay que comprobar es si existe correlación espacial de los valores de la variable a analizar, en nuestro caso del valor total de la vivienda. **Basu y Thibodeau (1998)** estudiaron los efectos que tiene la autocorrelación espacial en los coeficientes de los modelos hedónicos de precios de la vivienda.

Para medir la correlación espacial, se ha calculado el I de Moran, aplicando diferentes matrices de pesos espaciales, para la variable Logaritmo del valor total del inmueble. Es muy relevante la construcción de las referidas matrices, puesto que los valores pueden estar autocorrelacionados, ò no, dependiendo de los umbrales que se tomen.

El resultado se recoge en la tabla 9.1.

Tabla 9.1: Índice de Moran para el logaritmo natural valor total del inmueble

Criterios	MATRIZ DE	MORAN'S I
Distancia	DIST_UMBRAL	0,032
	DIST_1000	0,283
	DIST_500	0,356
Contigüidad	ADJ_1	0,525
	ADJ_2	0,426
	ADJ_30	-0,059
Vecindad	KNN6	0,548
	KNN10	0,517
	KNN30	0,448

KNNX: k x vecinos próximos.

Como se puede observar, la matriz de pesos de distancias con orden de contigüidad 1 (Queen), da unos buenos resultados del I de Moran (0,525), pero los mejores son los generados con el criterio de vecindad, en particular knn de 6 vecinos, con un I de Moran de 0,548.

<sup>15</sup> DIST\_UMBRAL, se refiere a la distancia mínima para que todas las observaciones tengan un vecino, que es de 12,77 Km. DIST\_1000 y DIST\_500 hacen referencia a 1.000 y 500 metros. ADJ\_1, se refiere a contigüidad grado 1 (todos los pisos más próximos), ADJ\_2 y ADJ\_30 a contigüidad grado 2 y 30 (todos los pisos hasta el k grado de proximidad, de modo que el número de vecinos es variable dependiendo de la cercanía); KNN6, KNN10, y KNN30 se refieren solo a los 6,10 y 30 vecinos más próximos.

Por el contrario, el criterio que proporciona peores resultados es el de distancia umbral, dado que si se considera la distancia umbral mínima (para que todas las viviendas cuenten con al menos un vecino), el I de Moran muestra una autocorrelación espacial casi nula (se genera una distribución bimodal). Pero si se toman distancias menores que la mínima, aumenta la autocorrelación (lo cual es lógico), se presentan “islas” en los pesos, lo que complica el análisis. Además, y no menos importante, este tipo de matrices de pesos suponen un consumo enorme de recursos de computación, dada la gran densidad de la matriz  $n \times n$ , lo que hace que a partir de unos 5.000 datos se complique en extremo el cálculo. **Anselin y Rey (2014)** señalan que a partir de varios miles de datos empiezan a surgir problemas de cálculo, tanto para SLM como para SEM, realizados con Geoda.

Asimismo, se ha analizado si existe correlación espacial en las variables independientes, obteniendo como resultado que las 24 variables utilizadas están correlacionadas espacialmente. Las variables que presentan z-valores más altos (además de la variable dependiente) entre las específicas del inmueble, son la antigüedad y la existencia de piscina (**Anejo 9.1**); y sobre las variables de localización: la población extranjera no europea presenta niveles altos de agrupación, junto con las variables de distancia al centro de ciudad.

Por su parte, el modelo factorial también muestra autocorrelación para todas las variables independientes, en particular para el factor 2, que se corresponde con el nivel de estudios alto, población extranjera no europea y viviendas en alquiler (**Anejo 9.2**).

Dada la existencia de autocorrelación espacial en los valores de la variable dependiente, cabe esperar que los errores del modelo estimado por MCO presenten a su vez autocorrelación. El modelo obtenido con los datos del año 2015 y las 24 variables explicativas (tabla 8.1), presenta un buen nivel de ajuste,  $R^2_{adj.} = 0,805$ , si bien existen ciertos problemas de heterocedasticidad y normalidad de los residuos. Esto podría deberse a la existencia de correlación espacial de las variables, de modo que lo primero que hay que realizar es medir si existe dicha correlación, para, de ser así, realizar una nueva especificación del modelo, aplicando modelos espaciales, que corrija los efectos de la misma.

Para medir dicha autocorrelación, se ha calculado el I de Moran de los residuos utilizando la matriz de contigüidad de grado 1 y de los 6 vecinos más próximos. El resultado es que el modelo sin sociedades de la tabla 8.1, tal como figura en la tabla

9.2, presenta correlación espacial en los residuos, lo que justificaría que se apliquen modelos espaciales para eliminar dicho efecto, y que las estimaciones no resulten sesgadas.

Tabla 9.2: Tests de dependencia espacial de los residuos del modelo por MCO sin sociedades de tasación

<b>MATRIZ</b>		<b>MCO</b>
<b>CONTIG</b>	Índice de Moran	0,2227
	Índice esperado <sup>16</sup>	- 0,0001
	Z_VALOR	116,6008
	p_valor	-
<b>DIST_INV</b>	Índice de Moran	0,2808
	Índice esperado	- 0,0001
	Z_VALOR	67,7598
	p_valor	-

Como se observa en la tabla 9.2, el test del I de Moran señala la existencia de dependencia espacial en el modelo MCO, lo que justifica la elaboración de los modelos espaciales.

## 9.2 Clusters. Análisis LISA (Local indicator of Spatial Analysis).

Como se ha indicado, el I de Moran permite determinar si existe autocorrelación espacial. De modo similar, mediante la herramienta Local Moran univariada, se pueden estimar los diferentes clústeres existentes, dependiendo de los p-valores del citado test a nivel local.

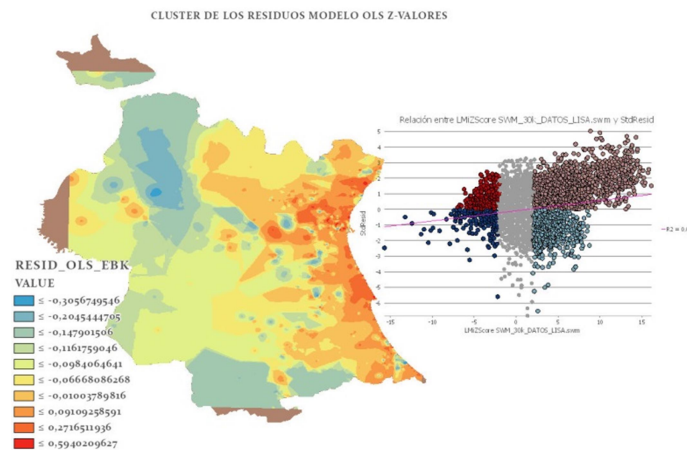
El mapa de clusters y significación (ilustración 9.1) señala si existen zonas donde se producen agrupaciones de errores que son indicativas de autocorrelación no eliminada por el modelo.

A partir de la matriz generada por 30 vecinos más próximos, se obtienen, para los valores de los residuos estandarizados generados por los modelos, 2 tipologías de clúster: H-H valores altos (bien de los residuos o del valor del inmueble) rodeados de otros inmuebles con valores similares, y LL, que son zonas de inmuebles de valores bajos, en zonas con valores más bajos, y los outlier espaciales L-H y H-L, que son respectivamente valores bajos en zonas de valores altos y viceversa. Finalmente,

<sup>16</sup> El índice esperado de Moran I, bajo la hipótesis nula de no autocorrelación espacial es:  $E(I) = \frac{-1}{N-1}$ ; donde N es el número de elementos.

aparecen elementos que no alcanzan el nivel de dignificación para clasificarse en una de las 4 categorías citadas.

Como se observa en la ilustración 9.1, los residuos estandarizados del modelo básico de MCO sin sociedades de tasación presentan un elevado nivel de clusterización. A efectos ilustrativos se representan los puntos calientes con z-valores mayores (positivos, en rojo y negativos en azul). Además, el nivel de significación de los clusters es alto .

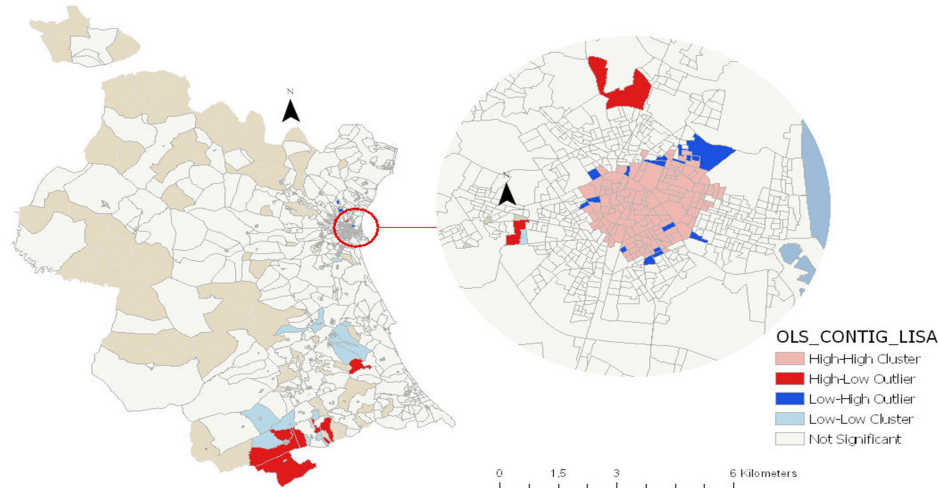


**Ilustración 9.1: Distribución de los residuos y clusters del modelo MCO y nivel de significación**

El análisis de agrupamiento de los residuos, se ha realizado también a partir de las secciones censales de la provincia de Valencia. Las secciones censales están definidas por el artículo veintitrés de la Ley Orgánica 5/1985, de 19 de junio, del Régimen Electoral General. Son unidades territoriales inferiores al municipio. Todos los municipios están divididos en una o más secciones censales. Las secciones de un municipio se agrupan, a su vez, en distritos censales. Ninguna sección comprende áreas pertenecientes a distintos términos municipales.

Están definidas por límites fácilmente identificables (ríos, calles, etc.) y tienen un tamaño de entre 1000 y 2500 habitantes, a no ser que el municipio correspondiente tenga una población menor. A la fecha de realización de la presente Tesis Doctoral, en España había 35.960 secciones censales, de las que a los datos analizados en la provincia de Valencia le corresponden 1.808.

En color rosa figuran los clústeres H-H, y en color azul los L-L; azul claro y rojo son L-H y H-L respectivamente.



**Ilustración 9.2:** Cluster de error estandarizado del modelo MCO agrupado por secciones censales

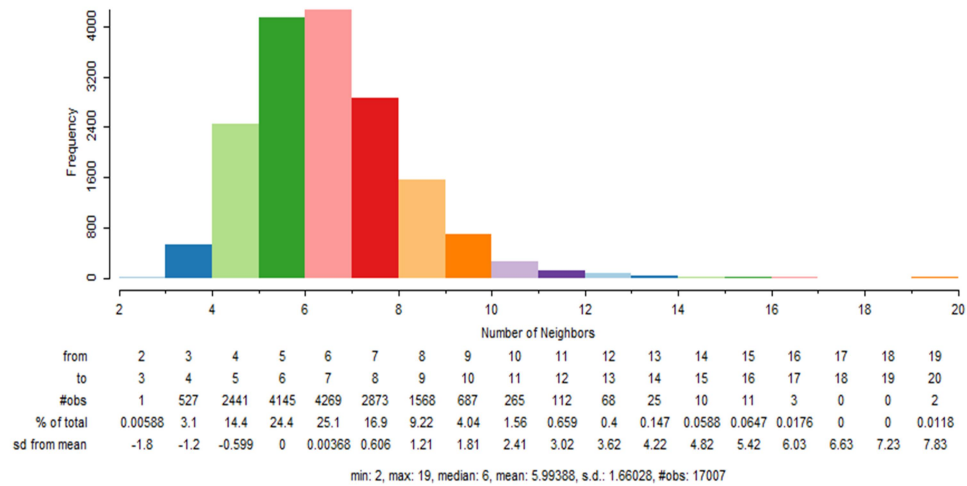
Si se toman las secciones censales y se aplica una matriz de contigüidad de grado 1 para medir la correlación espacial, se observa que los residuos del modelo de MCO (Ilustración 9.2) se concentran en torno a la ciudad de Valencia, donde se observan agrupaciones del tipo HH y del tipo LH, mientras en el resto de la provincia, en la zona sur-interior- es donde aparecen más outlier del tipo LL o HL.

### 9.3 Selección de la matriz de pesos

La selección de la matriz de pesos espaciales es muy relevante de cara a tratar la correlación espacial de los precios de las viviendas. Dependiendo de la metodología a aplicar podrá ser diferente la matriz de pesos relacionada; así se ha de tener en cuenta si los modelos son de ámbito general (SLM y SEM, en los que los coeficientes del modelo son únicos) o son modelos de ámbito local (modelos GWR).

Para la selección de la matriz de pesos a efecto de los modelos SLM y SEM, se parte, de acuerdo con las indicaciones de **Stakhovych y Bijmolt (2009)**, de los

resultados del I de Moran con diferentes matrices de pesos. Como se ha señalado en la tabla 9.1, se descarta la matriz de pesos de distancia, al proporcionar una menor autocorrelación espacial, y se seleccionan la matriz de pesos KNN6, 6 vecinos próximos, y la de contigüidad grado 1. Ambos resultados son similares, pues como se observa en el histograma de conectividad (gráfico 9.1), la mayoría de los inmuebles cuentan con entre 5 y 7 vecinos en la matriz de contigüidad grado 1.



**Gráfico 9.1: Número de vecinos - contigüidad grado 1**

Esta elección es coherente con la estructura de los datos, pero sin embargo plantea algún problema derivado de la falta de simetría de la matriz de pesos.

Al contrario que las matrices de pesos basadas en distancia, la matriz KNN no es simétrica, de modo que ello limita su aplicación a modelos SLM o SEM mediante el método ML. Sin embargo, sí es posible aplicar matrices no simétricas para el GMM.

En el caso de la GWR, la selección del ancho de banda y de la matriz de pesos especiales es algo diferente a lo indicado hasta ahora, puesto que el modelo GWR ha de realizar regresiones de todos los puntos. Por ello es muy importante la selección del ancho de banda que se establezca para determinar los elementos (inmuebles) que van a ser considerados en cada regresión. Si se toma un ancho de banda pequeño, es posible que aparezcan inmuebles sin vecinos, de modo que no sea posible realizar la regresión.

Un método para calcular la matriz de relaciones espaciales es a partir de la banda de distancia mínima necesaria para que cubra la totalidad de los inmuebles vecinos que se establezcan. En nuestro caso 6, 10 y 30 vecinos (tabla 9.3).

Tabla 9.3: Estimación de bandas de distancia

Metros	6KNN	10KNN	30KNN
<b>MIN</b>	6,12	16,80	65,64
<b>MEDIO</b>	166,04	266,16	644,81
<b>MAX</b>	33.394,16	46.923,49	55.173,46

La distancia máxima es aquella en la que todas las viviendas tienen al menos el número de vecinos especificado. En el caso de 6 vecinos, la distancia máxima es de 33.394 metros, y para 30 vecinos es de 55.173 metros.

A partir de la distancia máxima, que es en la que todos los puntos tienen al menos k vecinos, se calcula la autocorrelación espacial incremental para determinar los picos de autocorrelación, medidos por los incrementos que se producen en el I de Moran.

En el gráfico 9.2 se pueden observar 2 picos: en los 43.750 metros, y en 55.750 metros.

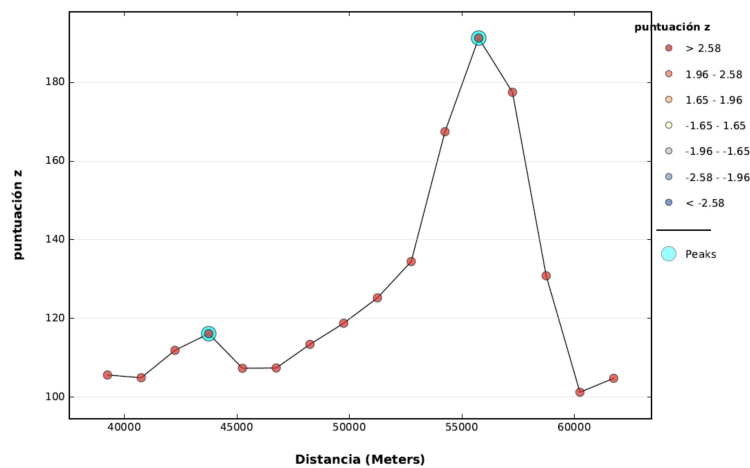


Gráfico 9.2: Autocorrelación espacial incremental

El pico más alto coincide con el máximo de distancia para que todos los puntos tengan 30 vecinos, y el segundo pico en altura es próximo a la distancia que corresponde a 10 vecinos por punto. En principio, la selección sería la del primer



pico, ya que es primer indicativo de zona de cluster, aunque el último pico sea más alto.

Si se toma el AIC (**Fotheringham et al, 2002**) para obtener el umbral de observaciones a considerar en el modelo de GWR, se obtiene un ancho de banda variable de 346 vecinos para el modelo factorial de 7 variables y de 131 para el de 5 variables.

La matriz de ponderaciones espaciales se calcula a partir del ancho de banda variable de una Kernel adaptativa en función de que haya el número mínimo de vecinos que se establezca.

Una vez se tiene la matriz de ponderaciones espaciales, se procede a realizar la GWR.

# Capítulo 10

# RESULTADOS DE LOS MODELOS ESPACIALES.

“All models are wrong, some are useful.”

George Box

## 10.1 Introducción

En el capítulo 8 se obtuvieron diferentes modelos hedónicos por MCO. Dado que se ha demostrado en el capítulo 9, la existencia de correlación espacial en las variables, en el presente capítulo se van a obtener, de acuerdo con lo señalado anteriormente en el capítulo 6 de metodología, los modelos espaciales: el modelo SLM, el modelo SEM, el modelo SLM-SEM, y finalmente el modelo de GWR. Este último a partir de las variables obtenidas del análisis factorial.

El protocolo y los criterios utilizados para la selección del mejor modelo son los recogidos en la tabla 6.2.

En los apartados siguientes se muestran los resultados obtenidos de cada uno de los modelos, comenzando por los modelos estimados por MCO y por ML, seguidos de los modelos estimados por GMM, según la matriz de pesos aplicada, y finalmente se presenta el modelo estimado por GWR. En todos ellos, la variable dependiente es el valor total del inmueble en su forma logarítmica.

Como se ha indicado en el capítulo 8, se ha seleccionado solo la añada de datos de 2015 para especificar el modelo predictivo. Consecuentemente, todos los resultados que se exponen a continuación se refieren exclusivamente al año 2015.

A continuación se muestra los resultados de los modelos espaciales con las dos modalidades analizadas, esto es, sin variables de sociedades y con variables “dummy” de sociedades. Dado que como se ha indicado en el capítulo 8, tanto las estimaciones de los errores como los coeficientes de las variables “dummy” de sociedades, son iguales (una vez retransformados), en el modelo MD, como en el modelo con las variables tipificadas (MC), a continuación vamos a mostrar los resultados de los modelos MD.

### 10.2 Modelos MCO, y SLM y SEM estimados por ML con matrices de contigüidad de grado 1.

Se han utilizado para la especificación de los modelos espaciales estimados por ML, matrices de pesos de contigüidad grado 1 y bandas de distancia variables, de acuerdo a lo indicado en el apartado 6.2.4.4. En la tabla 10.1 se recogen los resultados obtenidos para las 24 variables explicativas (MD).

Como ya se comentó en el capítulo 6 de metodología, debido a la complejidad de los cálculos, el software GeodaSpace no puede estimar los modelos SLM+SEM por ML, pero sí por GMM.

El modelo MCO se corresponde con el de la tabla 8.1. Si se compara los coeficientes de los modelos, se observa que el modelo SLM muestra mayores diferencias respecto a los otros dos modelos, especialmente en lo que se refiere al término constante, bastante inferior al resto. El modelo SEM es el que muestra un mejor ajuste del modelo, y menor valor del AIC corregido.

Tabla 10.1: Modelos MCO, y modelos SLM y SEM estimados por ML con matrices de contigüidad de grado 1.

ML: CONTIGUD_1 VARIABLES	MD		
	MCO	SLM	SEM
CONSTANT	5,77 (***)	2,94 (***)	6,21 (***)
ANT_C	-0,06 (***)	-0,05 (***)	-0,07 (***)
SADO	0,93 (***)	0,87 (***)	0,92 (***)
COST	0,28 (***)	0,24 (***)	0,22 (***)
NUDO	0,13 (***)	0,11 (***)	0,11 (***)
IZVE	0,07 (***)	0,04 (***)	0,06 (***)
IPIS	0,09 (***)	0,04 (***)	0,06 (***)
ICAL	0,08 (***)	0,07 (***)	0,07 (***)
IAIR	0,07 (***)	0,07 (***)	0,06 (***)
CALI	-0,36 (***)	-0,3 (***)	-0,28 (***)
CONS	-0,21 (***)	-0,2 (***)	-0,21 (***)
IASC	0,24 (***)	0,21 (***)	0,22 (***)
NPLA	0,02 (***)	0,01 (0,14)	0,01 *(0,07)
MCTC	0,02 (***)	0,01 (***)	0,02 (***)
MCTD	0,01 (***)	0,01 (***)	0,01 (***)
PEXE	-1,14 (***)	-0,84 (***)	-0,93 (***)
PEXN	-0,20 (***)	0,09 *(0,05)	-0,0108
NEALT	0,54 (***)	0,37 (***)	0,52 (***)
VVAC	-0,35 (***)	-0,27 (***)	-0,34 (***)
HAVI	-0,35 (***)	-0,27 (***)	-0,34 (***)
VALQ	2,13 (***)	1,57 (***)	1,78 (***)
C1	0,65 (***)	0,36 (***)	0,66 (***)
C2	0,26 (***)	0,16 (***)	0,29 (***)
P1	0,40 (***)	0,33 (***)	0,36 (***)
P2	0,19 (***)	0,17 (***)	0,19 (***)
W_LN_VINM		0,28 (***)	
lambda			0,52(***)
Pseudo R-squared	0,805	0,833	0,840
AICc	3506,4	1104,71	999,4

Significativos al 99% \*\*\*; al 95% \*\* al 90%\*.

Como se ha indicado en la tabla 5.8 del capítulo 8, el valor explicativo de los modelos con las variables tipificadas es igual al de las variables sin tipificar, y en consecuencia la distribución de los errores.

Tabla 10.2: Modelos MCO, y modelos SLM y SEM con sociedades, estimados por ML con matrices de contigüidad de grado 1.

ML: CONTIGUD 1 VARIABLES	MD		
	MCO	SLM	SEM
CONSTANT	2.69(***)	0.77(***)	3.96(***)
ANT_C	-0,05(***)	-0,04(***)	-0,06(***)
SADO	0,96(***)	0,89(***)	0,94(***)
COST	0,7(***)	0,61(***)	0,57(***)
NUDO	0,1(***)	0,08(***)	0,09(***)
IZVE	0,05(***)	0,02(*)	0,03(***)
IPIS	0,08(***)	0,04(***)	0,06(***)
ICAL	0,05(***)	0,04(***)	0,04(***)
LAIR	0,06(***)	0,06(***)	0,05(***)
CALI	-0,29(***)	-0,24(***)	-0,24(***)
CONS	-0,18(***)	-0,17(***)	-0,18(***)
IASC	0,21(***)	0,19(***)	0,2(***)
NPLA	0,03(***)	0,01(***)	0,01(***)
MCTC	-0,01(***)	-0,01(***)	-0,01(**)
MCTD	0,02(***)	0,02(***)	0,02(***)
PEXE	-1(***)	-0,72(***)	-0,85(***)
PEXN	-0,23(***)	0,11(*)	-0,16(*)
NEALT	0,52(***)	0,35(***)	0,5(***)
VVAC	-0,31(***)	-0,22(***)	-0,3(***)
HAVI	-0,32(***)	-0,25(***)	-0,31(***)
VALQ	1,92(***)	1,36(***)	1,62(***)
C1	0,6(***)	0,32(***)	0,63(***)
C2	0,25(***)	0,14(***)	0,28(***)
P1	0,37(***)	0,31(***)	0,35(***)
P2	0,18(***)	0,15(***)	0,18(***)
S01	0,79(***)	0,69(***)	0,62(***)
S07	0,15(***)	0,14(***)	0,12(***)
S08	0,15(***)	0,14(***)	0,14(***)
S09	0,3()	0,28()	0,26()
S10	0,5(***)	0,45(***)	0,42(***)
S11	0,08(***)	0,07(***)	0,07(***)
S12	0,09(***)	0,08(***)	0,06(***)
S14	0,39(***)	0,35(***)	0,35(***)
S15	0,18(***)	0,15(***)	0,13(***)
S16	0,13(***)	0,12(***)	0,11(***)
S17	0,25(***)	0,23(***)	0,21(***)
S18	0,26(***)	0,24(***)	0,22(***)
S20	0,21(***)	0,2(***)	0,19(***)
S23	0,22(***)	0,2(***)	0,19(***)
S26	0,2(***)	0,17(***)	0,16(***)
S27	0,17(***)	0,13(***)	0,11(***)
S28	0,15(***)	0,13(***)	0,13(***)
S29	0,23(***)	0,18(***)	0,17(***)
S30	0,14(***)	0,13(***)	0,11(***)
S31	0,23(***)	0,21(***)	0,2(***)
S31	0,23(***)	0,21(***)	0,2(***)
AGRUP 75	0,2(***)	0,16(***)	0,14(***)
W LN VINM		0,27(***)	
lambda			0,51(***)
Pseudo R-squared	0,831	0,855	0,86
AICc	994,365	-1272,89	-1301,07

Significativos al 99% \*\*\*, al 95% \*\* al 90%\*(Sociedad testigo S25)

Los resultados de los modelos espaciales con sociedades (Sociedades individuales: S<sub>i</sub>; Sociedades con < 75 tasaciones: AGRUP\_75) , son los que figuran en la tabla 10.2 anterior.

El modelo MCO se corresponde con el recogido en la tabla 8.11 del capítulo 8. Los resultados son algo mejores en el modelo con las variables de sociedades (tabla 10.2), que en el que no las incluye (tabla 10.1), dado el valor explicativo de aquellas.

Si comparamos los resultados de la tabla 10.2 con los de la tabla del **Anejo 10.1**, podemos observar que en el modelo sin multicolinealidad, cambia la significatividad de algunos coeficientes. En concreto, y en lo que afecta a los coeficientes de sociedades, el coeficiente de S09 pasa a ser significativo al 95% de nivel de confianza.

### 10.3 Modelos SLM, SEM y SLM+SEM estimados por GMM, con matrices de contigüidad de grado 1.

Los modelos espaciales utilizando las matrices de pesos de contigüidad grado 1 estimados por el GMM aparecen en la tabla 10.3.

Tabla 10.3: Modelos SLM, SEM y SLM+SEM estimados por GMM, con matrices de contigüidad de grado 1.

GMM: CONTIGUD 1 VARIABLES	MD		
	SLM	SEM	SLM+SEM
CONSTANT	3,12 (***)	6,19 (***)	3,33 (***)
ANT_C	-0,05 (***)	-0,07 (***)	-0,06 (***)
SADO	0,87 (***)	0,92 (***)	0,9 (***)
COST	0,24 (***)	0,22 (***)	0,22 (***)
NUDO	0,11 (***)	0,11 (***)	0,11 (***)
IZVE	0,04 (***)	0,06 (***)	0,05 (***)
IPIS	0,04 (***)	0,06 (***)	0,04 (***)
ICAL	0,07 (***)	0,07 (***)	0,07 (***)
IAIR	0,07 (***)	0,06 (***)	0,07 (***)
CALI	-0,3 (***)	-0,29 (***)	-0,29 (***)
CONS	-0,2 (***)	-0,21 (***)	-0,21 (***)
IASC	0,21 (***)	0,22 (***)	0,21 (***)
NPLA	0,01 (0,1)	0,01 *(0,07)	0,01 (0,2)
MCTC	0,01 (***)	0,02 (***)	0,01 (***)
MCTD	0,01 (***)	0,01 (***)	0,01 (***)
PEXE	-0,84 (***)	-0,96 (***)	-0,83 (***)
PEXN	0,09 (0,12)	-0,01	0,1 (0,19)
NEALT	0,37 (***)	0,53 (***)	0,39 (***)
VVAC	-0,27 (***)	-0,35 (***)	-0,28 (***)
HAVI	-0,27 (***)	-0,34 (***)	-0,28 (***)
VALQ	1,57 (***)	1,83 (***)	1,56 (***)
C1	0,36 (***)	0,66 (***)	0,38 (***)
C2	0,16 (***)	0,29 (***)	0,17 (***)
P1	0,33 (***)	0,37 (***)	0,33 (***)
P2	0,17 (***)	0,19 (***)	0,17 (***)
W_LN_VINM	0,28 (***)		0,26 (***)
lambda		0,54 (***)	0,27 (***)
Pseudo R-squared	0,812	0,803	0,811

Significativos al 99% \*\*\*; al 95% \*\* al 90%\*

Al igual que en los modelos anteriores estimados por ML, las matrices de pesos aplicadas han sido la de continuidad de grado 1 y las bandas de distancia han sido variables. Se ha aplicado una función Kernel de tipo cuadrático para la especificación de la matriz de covarianza espacial HAC, que se utiliza en el modelo de retardo espacial SLM.

Tabla 10.4: Modelos SLM, SEM y SLM+SEM con sociedades estimados por GMM, con matrices de contigüidad de grado 1.

GMM CONTIGUD_1 VARIABLES	MD		
	SLM	SEM	SLM+SEM
CONSTANT	0.83(***)	3.91(***)	1.12(***)
ANT C	-0.04(***)	-0.06(***)	-0.05(***)
SADO	0.89(***)	0.95(***)	0.92(***)
COST	0.61(***)	0.58(***)	0.59(***)
NUDO	0.08(***)	0.09(***)	0.08(***)
IZVE	0.02()	0.03(***)	0.02(*)
IPIS	0.04(***)	0.06(***)	0.04(***)
ICAL	0.04(***)	0.04(***)	0.04(***)
IAIR	0.06(***)	0.05(***)	0.06(***)
CALI	-0.24(***)	-0.24(***)	-0.23(***)
CONS	-0.17(***)	-0.18(***)	-0.18(***)
IASC	0.19(***)	0.2(***)	0.19(***)
NPLA	0.01(***)	0.01(***)	0.01(***)
MCTC	-0.01(***)	-0.01(**)	-0.01(***)
MCTD	0.02(***)	0.02(***)	0.02(***)
PEXE	-0.73(***)	-0.87(***)	-0.73(***)
PEXN	0.1()	-0.16(*)	0.11()
NEALT	0.36(***)	0.5(***)	0.37(***)
VVAC	-0.22(***)	-0.3(***)	-0.24(***)
HAVI	-0.25(***)	-0.32(***)	-0.26(***)
VALQ	1.37(***)	1.67(***)	1.38(***)
C1	0.33(***)	0.63(***)	0.35(***)
C2	0.15(***)	0.27(***)	0.16(***)
P1	0.31(***)	0.35(***)	0.31(***)
P2	0.15(***)	0.18(***)	0.16(***)
S01	0.69(***)	0.63(***)	0.65(***)
S07	0.14(***)	0.12(***)	0.13(***)
S08	0.14(***)	0.14(***)	0.14(***)
S09	0.28()	0.26()	0.27()
S10	0.45(***)	0.42(***)	0.44(***)
S11	0.07(***)	0.07(***)	0.07(***)
S12	0.08(***)	0.07(***)	0.07(***)
S14	0.35(***)	0.35(***)	0.35(***)
S15	0.15(***)	0.13(***)	0.14(***)
S16	0.12(***)	0.11(***)	0.12(***)
S17	0.23(***)	0.21(***)	0.22(***)
S18	0.24(***)	0.23(***)	0.23(***)
S20	0.2(***)	0.19(***)	0.2(***)
S23	0.2(***)	0.19(***)	0.2(***)
S26	0.18(***)	0.16(***)	0.17(***)
S27	0.13(***)	0.11(***)	0.12(***)
S28	0.13(***)	0.13(***)	0.13(***)
S29	0.18(***)	0.17(***)	0.17(***)
S30	0.13(***)	0.11(***)	0.12(***)
S31	0.21(***)	0.2(***)	0.21(***)
AGRUP 75	0.16(***)	0.14(***)	0.15(***)
W LN VINM	0.27(***)		
lambda		0.53(***)	
Pseudo R-squared	0.839	0.83	0.838

Significativos al 99% \*\*\*; al 95% \*\* al 90%\*. (Sociedad testigo S25)

En general, los coeficientes son similares en los tres modelos, si bien el término constante en los modelos SLM y SLM+SEM resulta sensiblemente inferior al del modelo SEM. En este último, los coeficientes de cercanía al centro de ciudad son sensiblemente superiores a los otros dos modelos y está en línea con los resultados obtenidos por ML.

Todos estos modelos han sido calculados con el software GeodaSpace, y por ese motivo no aparece en la tabla 10.2 el AICc. En los modelos GMM no es posible estimar el criterio de AIC, dado que estos modelos no cumplen con los criterios de normalidad de los errores (Anselin y Rey, 2014).

Si comparamos los resultados de la tabla 10.4 con los de la tabla del **Anejo 10.1**, podemos observar que en el modelo sin multicolinealidad, cambia la significatividad de algunos coeficientes. En concreto, y en lo que afecta a los coeficientes de sociedades, el coeficiente de S09 pasa a ser significativo al 95% de nivel de confianza.

#### 10.4 Modelos de SLM, SEM y SLM+SEM estimados por GMM, con matrices de K-vecinos

Al aplicar la matriz de pesos espaciales basados en 6-vecinos, se han obtenido los modelos SLM y SEM y SLM+SEM utilizando el GMM (tabla 10.5).

En este caso, las bandas de distancia han sido variables, de modo que se tomen siempre el mismo número de pesos. Se ha aplicado una función Kernel de tipo cuadrático para la especificación de la matriz de covarianza espacial HAC, que se utiliza en el modelo de retardo espacial SLM.



Tabla 10.5: Modelos SLM, SEM y SLM+SEM estimados por GMM, con matrices de 6-vecinos

GMM: KNN-6 vecinos VARIABLES	MD		
	SLM	SEM	SLM+SEM
CONSTANT	3,7 (***)	6,16 (***)	3,83 (***)
ANT_C	-0,05 (***)	-0,07 (***)	-0,06 (***)
SADO	0,87 (***)	0,92 (***)	0,91 (***)
COST	0,24 (***)	0,22 (***)	0,22 (***)
NUDO	0,11 (***)	0,11 (***)	0,11 (***)
IZVE	0,05 (***)	0,06 (***)	0,05 (***)
IPIS	0,05 (***)	0,06 (***)	0,04 (***)
ICAL	0,07 (***)	0,07 (***)	0,07 (***)
IAIR	0,07 (***)	0,06 (***)	0,06 (***)
CALI	-0,31 (***)	-0,28 (***)	-0,28 (***)
CONS	-0,21 (***)	-0,21 (***)	-0,21 (***)
IASC	0,22 (***)	0,22 (***)	0,22 (***)
NPLA	0,01 (0,11)	0,01 *(0,09)	0,01 (0,24)
MCTC	0,01 (***)	0,01 (***)	0,01 (***)
MCTD	0,01 (***)	0,01 (***)	0,01 (***)
PEXE	-0,9 (***)	-0,95 (***)	-0,84 (***)
PEXN	0,04 (0,7)	-0,13 (0,22)	0,09 (0,26)
NEALT	0,41 (***)	0,55 (***)	0,43 (***)
VVAC	-0,29 (***)	-0,34 (***)	-0,29 (***)
HAVI	-0,28 (***)	-0,34 (***)	-0,28 (***)
VALQ	1,7 (***)	1,9 (***)	1,63 (***)
C1	0,41 (***)	0,65 (***)	0,42 (***)
C2	0,18 (***)	0,28 (***)	0,19 (***)
P1	0,35 (***)	0,36 (***)	0,34 (***)
P2	0,18 (***)	0,2 (***)	0,18 (***)
W_LN_VINM	0,22		0,21 (***)
lambda		0,53 (***)	0,35
Spatial Pseudo R <sup>2</sup>	0,830	0,803	0,831

Significativos al 99% (\*\*\*) ; al 95% \*\* al 90%\* .

Tabla 10.6: Modelos SLM, SEM y SLM+SEM con sociedades estimados por GMM, con matrices de 6-vecinos

VARIABLES	MD		
	SLM	SEM	SLM+SEM
CONSTANT	1,27(***)	3,9(***)	1,58(***)
ANT_C	-0,04(***)	-0,06(***)	-0,06(***)
SADO	0,9(***)	0,94(***)	0,93(***)
COST	0,63(***)	0,58(***)	0,58(***)
NUDO	0,08(***)	0,09(***)	0,08(***)
IZVE	0,02(*)	0,03(***)	0,02(**)
IPIS	0,05(***)	0,07(***)	0,04(***)
ICAL	0,04(***)	0,04(***)	0,04(***)
IAIR	0,06(***)	0,05(***)	0,05(***)
CALI	-0,25(***)	-0,23(***)	-0,23(***)
CONS	-0,17(***)	-0,18(***)	-0,18(***)
IASC	0,19(***)	0,2(***)	0,2(***)
NPLA	0,02(***)	0,01(***)	0,01(***)
MCTC	-0,01(***)	-0,01(***)	-0,01(***)
MCTD	0,02(***)	0,02(***)	0,02(***)
PEXE	-0,77(***)	-0,88(***)	-0,74(***)
PEXN	0,05()	-0,13()	0,1()
NEALT	0,39(***)	0,52(***)	0,41(***)
VVAC	-0,24(***)	-0,3(***)	-0,25(***)
HAVI	-0,26(***)	-0,31(***)	-0,26(***)
VALQ	1,48(***)	1,73(***)	1,45(***)
C1	0,38(***)	0,62(***)	0,39(***)
C2	0,16(***)	0,27(***)	0,18(***)
P1	0,32(***)	0,34(***)	0,32(***)
P2	0,16(***)	0,19(***)	0,17(***)
S01	0,72(***)	0,63(***)	0,64(***)
S07	0,14(***)	0,13(***)	0,13(***)
S08	0,14(***)	0,13(***)	0,13(***)
S09	0,31()	0,3()	0,31()
S10	0,46(***)	0,43(***)	0,43(***)
S11	0,07(***)	0,06(***)	0,06(***)
S12	0,08(***)	0,07(***)	0,07(***)
S14	0,36(***)	0,35(***)	0,35(***)
S15	0,16(***)	0,13(***)	0,13(***)
S16	0,12(***)	0,12(***)	0,12(***)
S17	0,23(***)	0,22(***)	0,22(***)
S18	0,24(***)	0,22(***)	0,23(***)
S20	0,2(***)	0,2(***)	0,2(***)
S23	0,2(***)	0,19(***)	0,19(***)
S26	0,18(***)	0,16(***)	0,16(***)
S25	0(***)	0(***)	0(***)
S27	0,14(***)	0,12(***)	0,12(***)
S28	0,14(***)	0,13(***)	0,13(***)
S29	0,19(***)	0,18(***)	0,17(***)
S30	0,13(***)	0,11(***)	0,12(***)
S31	0,21(***)	0,2(***)	0,2(***)
AGRUP 75	0,17(***)	0,15(***)	0,15(***)
W LN VINM	0,22(***)		0,21(***)
lambda		0,53(***)	0,34(***)
Pseudo R-squared	0,839	0,83	0,837

Significativos al 99% \*\*\*, al 95% \*\* al 90%\*. (Sociedad testigo S25)

Los resultados son similares a los comentados anteriormente, si bien el ajuste de los modelos SLM y SLM+SEM mejora, aumentando algo los coeficientes de cercanía al

centro de la ciudad. Al introducir las variables de las sociedades también mejora algo la bondad del ajuste.

Si comparamos los resultados de la tabla 10.6 con los de la tabla del **Anejo 10.1**, podemos observar que en el modelo sin multicolinealidad, cambia la significatividad de algunos coeficientes. En concreto, y en lo que afecta a los coeficientes de sociedades, el coeficiente de S09 pasa a ser significativo al 95% de nivel de confianza.

### 10.5 Modelo de regresión ponderada geográficamente.

Para la selección del modelo de GWR, es muy relevante seguir el principio de parsimonia, dado que estos modelos, al realizar tantas regresiones como número de observaciones, elevan de modo exponencial el número de parámetros computado en el AIC.

Por otro lado, en el cálculo de GWR es frecuente que aparezcan problemas de multicolinealidad de las variables y no normalidad de los errores. El problema de la multicolinealidad en GWR ha sido tratado por **Wheeler y Tiefelsdorf (2005)**, y por **Fotheringham y Oshan (2016)**, con resultados algo diferentes. Mientras los primeros apuntan a que pueden darse problemas de multicolinealidad en los coeficientes locales de regresión, incluso aunque las variables no estén correlacionadas, los segundos señalan que GWR es un modelo robusto a la multicolinealidad entre las variables explicativas, excepto en casos muy extremos. Indican que incluso en casos de niveles de multicolinealidad de moderados a altos, las estimaciones de los parámetros de regresión son adecuadas.

Para paliar los posibles problemas de multicolinealidad que pueden afectar a esta metodología GWR, se ha optado por utilizar las variables factoriales calculadas en el apartado 8.2 anterior, ya que de otro modo se incurriría en severos problemas de multicolinealidad que invalidarían el resultado (esto resulta particularmente importante cuando se utilizan variables dummy que solo toman valores 0,1).

Para la selección del modelo predictivo GWR, se ha realizado un análisis exploratorio en función del ajuste del modelo y del AIC (tabla 10.7).

Tabla 10.7: Ajuste de modelos factoriales al aplicar la GWR

Modelo	Adj R-squared	AIC	Nº variables del modelo
8	0,619	16.158,0	3 FAC1 FAC2 FAC3
7	0,629	15.806,1	3 FAC1 FAC2 FAC5
6	0,802	5.410,0	3 FAC1 FAC2 FAC4
5	0,809	4.844,3	4 FAC1 FAC2 FAC3 FAC4
4	0,830	2.379,7	4 FAC1 FAC5 FAC3 FAC4
3	<b>0,835</b>	<b>2.208,9</b>	<b>5 FAC1 FAC2 FAC3 FAC4 FAC5</b>
2	0,821	2.613,0	6 FAC1 FAC2 FAC3 FAC4 FAC5 FAC6
1	0,823	2.533,3	7 FAC1 FAC2 FAC3 FAC4 FAC5 FAC6 FAC7

Se ha seleccionado el modelo factorial 3 de 5 factores, que es el presenta mejores valores tanto de ajuste del modelo (0,835), como de AIC (2.208,9) (tabla 10.7 y gráfico 10.1).

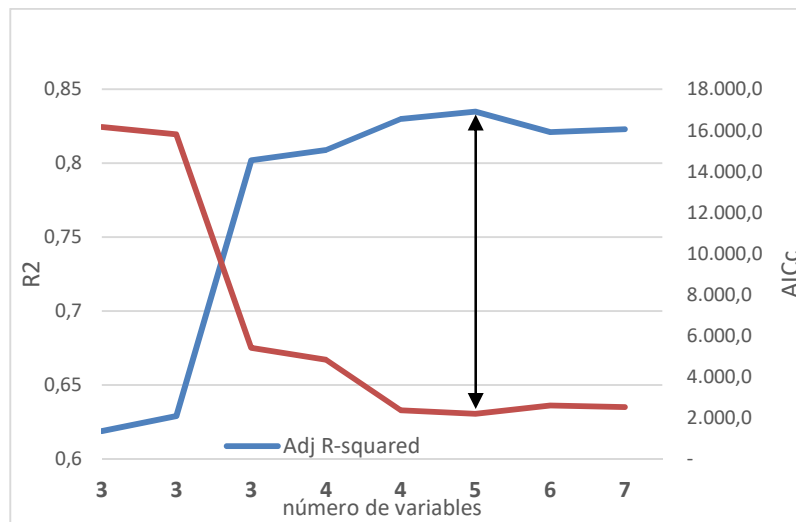


Gráfico 10.1: Ajuste del modelo Factorial GWR: R2 y AICc

En el caso de la GWR, por las razones de existencia de multicolinealidad que se generan al aparecer variables con valor cero (o simplemente valores iguales de las variables de los inmuebles) en las regresiones múltiples, ha sido preciso utilizar las variables factoriales calculadas anteriormente en el capítulo 8, y que se definieron en el apartado 8.2.

Se ha aplicado una matriz de ponderaciones espaciales de 30 vecinos, con ancho de banda adaptativa, y la conceptualización espacial se modela con una función kernel gaussiana.

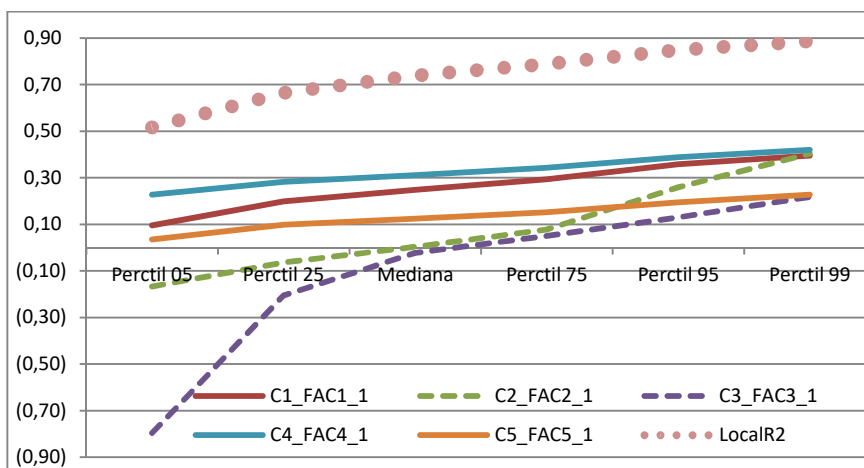
Dado que no hay una sola regresión, sino tantas como inmuebles han sido analizados, en la tabla 10.8 se muestra el resumen de los resultados de las 17.007 regresiones:

Tabla 10.8: Resumen del modelo de regresión ponderada geográficamente

<b>RESULTADOS GWR 5</b>	<b>Media</b>	<b>Percentil 05</b>	<b>Percentil 25</b>	<b>Mediana</b>	<b>Percentil 75</b>	<b>Percentil 95</b>	<b>Percentil 99</b>
<b>Intercept</b>	11,27	10,9	11,1	11,23	11,43	11,75	12,03
<b>C1_FAC1_1</b>	0,24	0,1	0,2	0,25	0,29	0,36	0,4
<b>C2_FAC2_1</b>	0,02	-0,17	-0,06	0	0,08	0,26	0,4
<b>C3_FAC3_1</b>	-0,14	-0,8	-0,21	-0,02	0,05	0,13	0,22
<b>C4_FAC4_1</b>	0,31	0,23	0,28	0,31	0,34	0,39	0,42
<b>C5_FAC5_1</b>	0,12	0,04	0,1	0,13	0,15	0,2	0,23
<b>LocalR2</b>	0,72	0,52	0,67	0,74	0,79	0,85	0,89
<b>IC</b>	6,91	2,53	3,9	6,11	8,97	14,33	18,2
<b>ANCHO DE BANDA</b>							AICc
<b>AIC</b>							2.208,00
<b>R<sup>2</sup>Adjustado</b>							0,84

Variable dependiente: LN\_VINM; Variables explicativas: FAC1; FAC2; FAC3; FAC4;FAC5

Como se puede observar, algunos coeficientes son relativamente estables, FAC1, FAC4, y FAC5, mientras que FAC2 y FAC3 (entorno social y servicios), muestran una mayor inestabilidad. Esto es coherente con el hecho de que mientras los 3 factores estables corresponden a las características de la vivienda, y en consecuencia son más generales de aplicación (a mayor superficie, por ejemplo, siempre habrá un mayor valor del inmueble), los otros tres, son más dependientes del entorno en que se ubiquen (unas zonas verdes en ciudad, aportan más valor que en el campo).



**Gráfico 10.2: Estacionariedad de los coeficientes factoriales (C<sub>i</sub>FAC<sub>i</sub>), y de R2 del modelo GWR**

### 10.6 Correlación en los modelos espaciales

En la tabla 10.9 figuran los test de dependencia espacial de tres de los modelos espaciales que dan mejores resultados de ajuste, comparados con el de MCO, para mostrar cómo en dichos modelos se elimina la correlación espacial.

Tabla 10.9: Tests de dependencia espacial de los residuos del modelo por MCO y de los modelos espaciales, sin incluir la sociedades de tasación.

MATRIZ		MCO	SEM	GWR FACT7	GWR FACT5
<b>CONTIG</b>	Índice de Moran	0,2227	0,0233	0,0022	0,0125
	Índice esperado <sup>17</sup>	- 0,0001	-0,0001	- 0,0001	- 0,0001
	Z VALOR	116,6008	5,1775	- 6,6827	- 4,9634
	p_valor	-	-	-	0,0000
<b>DIST_INV</b>		<b>MCO</b>	<b>SEM</b>	<b>GWR FACT7</b>	<b>GWR FACT5</b>
	Índice de Moran	0,2808	0,0262	- 0,0268	0,0163
	Índice esperado	- 0,0001	- 0,0001	- 0,0001	- 0,0001
	Z VALOR	67,7598	6,3311	- 6,4649	3,9418
	p_valor	-	-	-	0,0001

Los correspondientes al modelo MCO son los recogidos anteriormente en la tabla 9.2. Como se observa en la tabla 10.9, el test del I de Moran señala la existencia de dependencia espacial en el modelo MCO, con la matriz de contigüidad, pero esta dependencia prácticamente desaparece en todos los casos en los modelos SEM y GWR de 7 y de 5 factores.

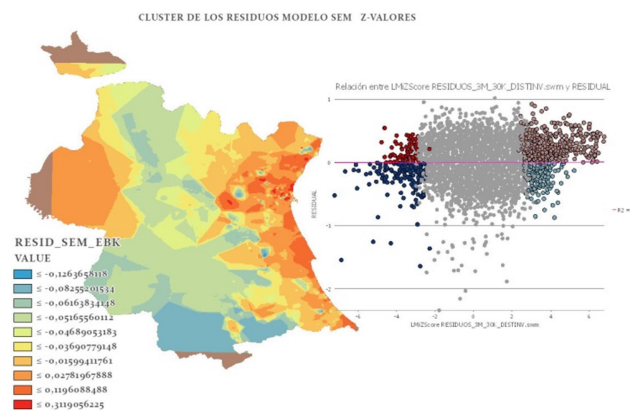
<sup>17</sup> El índice esperado de Moran I, bajo la hipótesis nula de no autocorrelación espacial es:  $E(I) = \frac{-1}{N-1}$  ; donde N es el número de elementos

### 10.7 Clusters. Análisis LISA (Local indicator of Spatial Analysis).

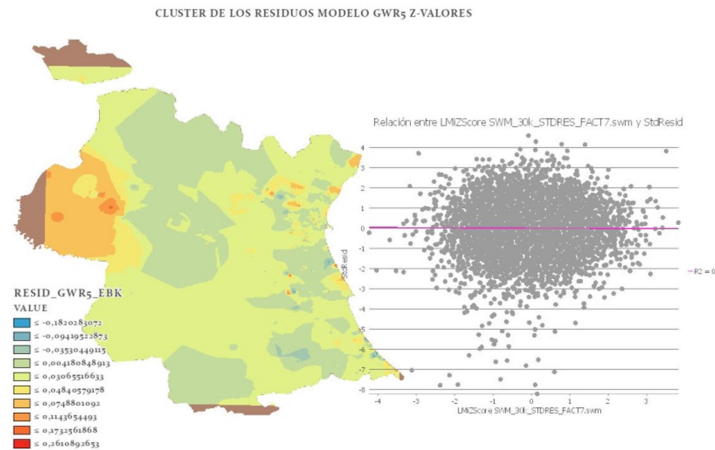
Como se ha indicado, el I de Moran permite determinar si existe autocorrelación espacial. De modo similar, mediante la herramienta Local Moran univariada, se pueden estimar los diferentes clústeres existentes, dependiendo de los p-valores del citado test a nivel local.

Los mapas de clusters y significación (ilustraciones 10.1 y 10.2) señalan, para cada modelo, si existen zonas donde se producen agrupaciones de errores que son indicativas de autocorrelación no eliminada por el modelo. En el modelo SEM, se observan zonas donde los residuos presentan clusters de valores significativamente altos, tanto positivos como negativos, mientras que en el GWR se puede descartar algún tipo de agrupamiento.

A partir de la matriz generada por 30 vecinos más próximos, se obtienen, para los valores de los residuos estandarizados generados por los modelos, 2 tipologías de clúster: H-H valores altos (bien de los residuos o del valor del inmueble) rodeados de otros inmuebles con valores similares, y LL, que son zonas de inmuebles de valores bajos, en zonas con valores más bajos, y los outlier espaciales L-H y H-L, que son respectivamente valores bajos en zonas de valores altos y viceversa. Finalmente, aparecen elementos que no alcanzan el nivel de dignificación para clasificarse en una de las 4 categorías citadas.



**Ilustración 10.1: Distribución de los residuos y clusters del modelo SEM y nivel de significación**



**Ilustración 10.2: Distribución de los residuos y clusters del modelo GWR y nivel de significación**

Mientras en el modelo de MCO se apreciaban agrupamientos de errores (ilustración 9.1), en el modelo SEM también aparecen en menor medida (ilustración 10.1). Por el contrario, si se analizan los residuos del modelo de GWR (ilustración 10.2), se observa que no hay clusters y, consiguientemente, los z-valores son bajos, de modo que desaparece la autocorrelación espacial de los residuos.

El análisis de agrupamiento de los residuos se ha realizado también a partir de las secciones censales de la provincia de Valencia. Las secciones censales están definidas por el artículo veintitrés de la Ley Orgánica 5/1985, de 19 de junio, del Régimen Electoral General. Son unidades territoriales inferiores al municipio. Todos los municipios están divididos en una o más secciones censales. Las secciones de un municipio se agrupan, a su vez, en distritos censales. Ninguna sección comprende áreas pertenecientes a distintos términos municipales.

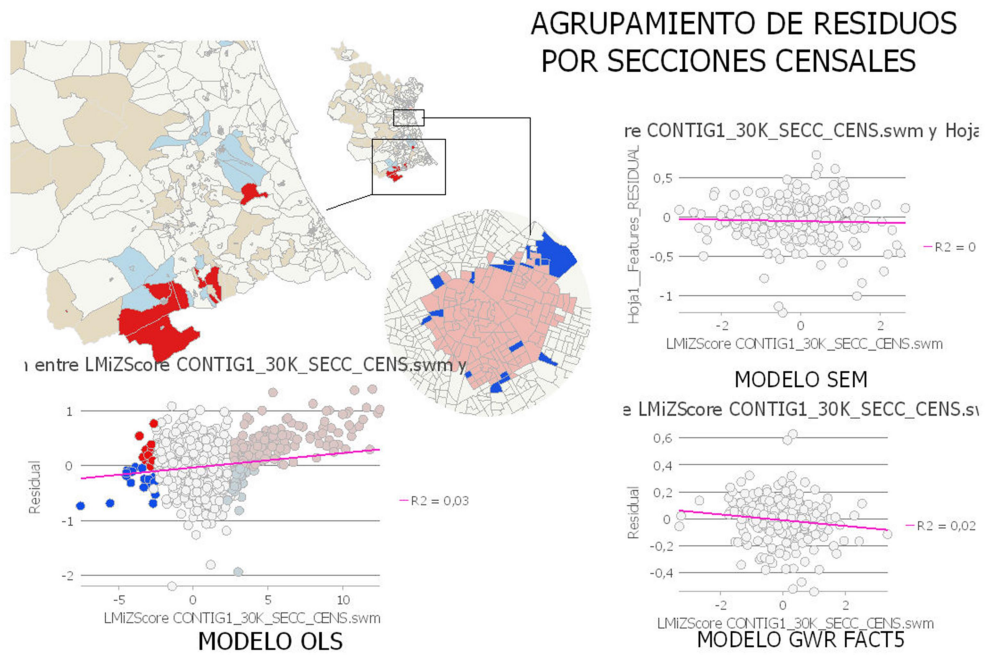
Están definidas por límites fácilmente identificables (ríos, calles, etc.) y tienen un tamaño de entre 1000 y 2500 habitantes, a no ser que el municipio correspondiente tenga una población menor. A la fecha de realización de la presente Tesis Doctoral, en España había 35.960 secciones censales, de las que a los datos analizados en la provincia de Valencia le corresponden 1.808.

En la ilustración 10.3 figuran en color rosa los clústeres H-H, y en color azul los L-L; azul claro y rojo son L-H y H-L, respectivamente. Los resultados muestran los



agrupamientos de niveles significativos de los residuos de cada uno de los tres modelos seleccionados.

Respecto a los modelos SEM y GWR\_F5, como se observa en la ilustración 10.3, los errores no presentan autocorrelación espacial, si bien el primero presenta unos z-valores mayores que el modelo GWR\_F5, que es por tanto el que elimina mejor la correlación espacial de los errores.



**Ilustración 10.3:** Significatividad de los cluster de error de los modelos MCO, SEM y GWR\_F5, y detalle de los Cluster de error estandarizado del modelo MCO.

### 10.8 Selección del Modelo: Análisis de ratios

Hasta ahora se han presentado los resultados de la bondad del ajuste de cada uno de los modelos, sin embargo, a los efectos propuestos es necesario contemplar otra serie

de ratios para seleccionar el modelo más fiable. Los ratios que se analizan son los indicados en el apartado 6.2.6 de esta Tesis.

Se van a analizar tres modelos: el modelo por MCO con el conjunto de las 24 variables, el mejor modelo de regresión espacial general (SEM) estimado por ML y matriz de contigüidad de grado 1 con el conjunto de las 24 variables, y el modelo GWR con los factores.

La selección del modelo SEM, de entre los modelos espaciales globales, se ha realizado en base a los mejores ratios de bondad del ajuste, AIC, y el análisis de sus coeficientes de regresión.

Como se ha señalado, los ratios que se van a señalar a continuación sirven para realizar el “benchmark” del modelo frente a los valores “reales” de compraventa, para determinar la precisión y el sesgo del modelo; si bien en nuestro caso, se han aplicado los ratios comparando por un lado los valores de tasación declarados, y por otro las estimaciones realizadas por el modelo. No se ha realizado una comparación de ventas de inmuebles con los resultados del modelo, dado que no se ha dispuesto de dicha información, y por otro lado, lo que se trata es de determinar qué modelo es más fiable con la información disponible.

Dado que las variaciones de precios en los años analizados han sido prácticamente nulas, se ha realizado el contraste de los resultados de los respectivos modelos con los datos de inmuebles iguales tasados en 2014 (**Anejo 10.2**). De este modo es posible comparar el valor estimado por el modelo con el valor de ese mismo inmueble valorado mediante una tasación completa, pero tomando datos que no se han utilizado para estimar los modelos, al ser del año 2014. Los resultados obtenidos son similares a los que figuran en la tabla 10.11, donde aparecen los principales ratios de precisión y sesgo del modelo.

Tabla 10.10: Análisis de ratios de los modelos

	<b>MCO</b>	<b>SEM</b>	<b>GWR</b>
MAPE	20,4	20,6	17,6
MEDIA SP	102.664	102.664	102.664
MEDIA AV	102.505	100.598	99.922
MEDIANA RATIO	1,04	1,03	<b>0,99</b>
MEDIA RATIO	1,08	1,08	<b>1,03</b>
COD	0,22	0,22	<b>0,18</b>
WEIGHTED MEAN RATIO	1	0,98	0,97
PRD	1,04	1,05	1,05
POSICION EN RANGOS	<b>MCO</b>	<b>SEM</b>	<b>GWR</b>
+/-5%	15,79%	15,58%	19,19%
+/-10%	15,69%	15,50%	18,27%
+/-15%	13,75%	14,01%	15,87%
+/-20%	12,48%	12,17%	13,59%
+/-50%	34,52%	34,70%	29,18%
NÚMERO DE PARÁMETROS	24	25	2338,1
<b>R<sup>2</sup> ADJUST</b>	0,805	<b>0,84</b>	<b>0,84</b>
<b>AIC</b>	3506,4	<b>999,4</b>	2208,9

La MEDIA AV, es el valor medio del inmueble obtenido por el modelo, y la MEDIA SP, es la media de los valores de contraste (en nuestro caso las tasaciones).

El WEIGHTED MEAN RATIO, es la ratio de las dos medias anteriores (MEDIA AV/MEDIA SP)

La bondad del ajuste, medida por el R<sup>2</sup> ajustado, es igual en los modelos SEM y GWR. El valor de AIC es mejor en el modelo SEM que en el GWR. Ello se debe al mayor número de parámetros de este último al realizar múltiples regresiones.

Sin embargo, los ratios que proporciona el modelo GWR son sensiblemente mejores que los otros 2 modelos. Dado que el AIC del modelo SEM es el más bajo, este es el modelo candidato a ser seleccionado para evaluar las diferencias de valoración entre diferentes agentes.

Los ratios de media y mediana muestran un sesgo de sobrevaloración en MCO y SEM, mientras en GWR el ratio es casi neutral (el ratio de media muestra una ligera sobrevaloración, 1,03, y el de mediana es de 0,99, muy próximo a 1).

El MAPE, aunque es algo elevado en todos los modelos, es más bajo en el modelo GWR.

La dispersión, medida por el COD, es mucho mayor en MCO y SEM que en GWR, si bien los tres modelos superan el límite del 15% establecido como admisible<sup>18</sup>. La posición en rangos corrobora estos resultados: en MCO y SEM, más de un tercio de las diferencias de valor superan el 50% de error.

Los resultados del contraste de los ratios de los modelos realizados a partir de inmuebles iguales tasados en 2014 y 2015, dan resultados similares a los indicados (**Anejo 10.1**).

Los gráficos de la distribución geográfica del COD de cada uno de los modelos (ilustraciones 10.5, 10.6 y 10.7) muestran unos niveles similares de dispersión local del modelo MCO y SEM, aunque este último presenta una mayor homogeneidad geográfica. El modelo GWR presenta menores niveles de dispersión en toda la provincia.

Se puede distinguir claramente la zona noroeste de la provincia, en torno a Requena, como una zona de máxima dispersión de los valores.

---

<sup>18</sup> IAAO

### COD MODELO MCO

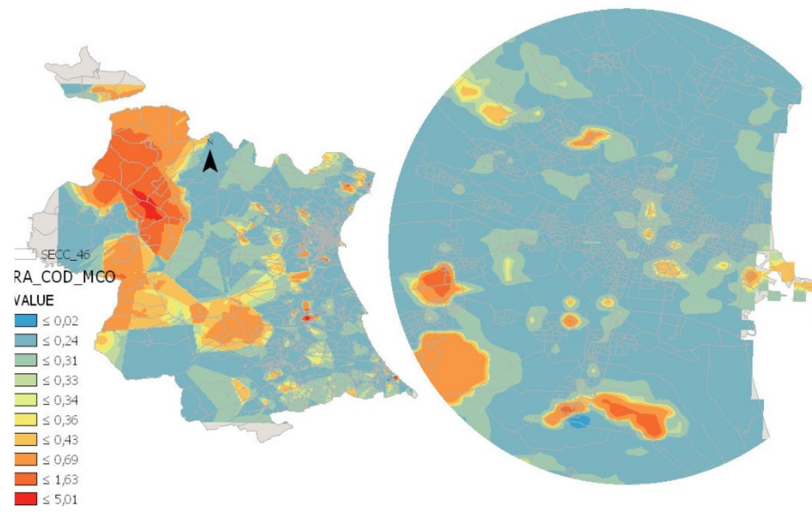


Ilustración 10.4: Distribución del COD del modelo MCO

### COD MODELO SEM

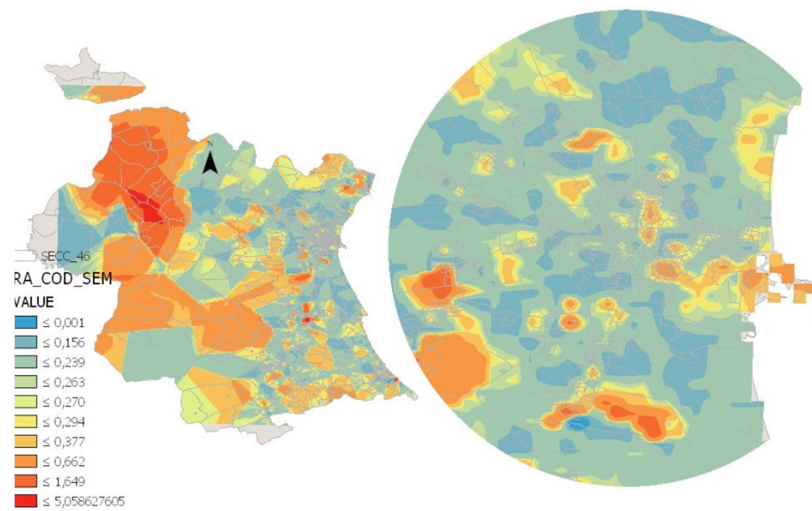
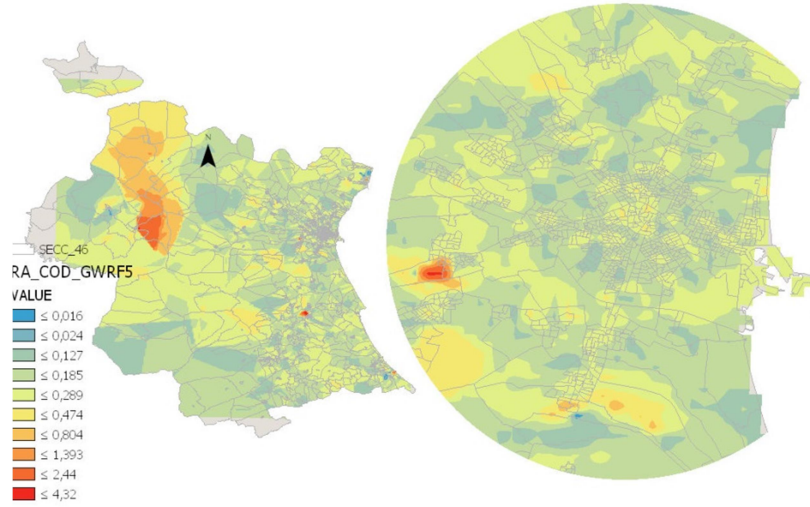


Ilustración 10.5: Distribución del COD del modelo SEM

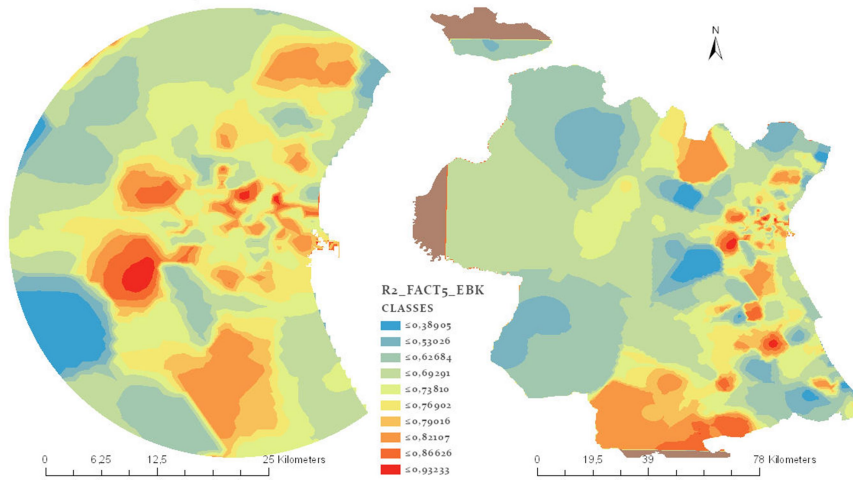
### COD MODELO GWR\_F5



**Ilustración 10.6: Distribución del COD del modelo GWR5**

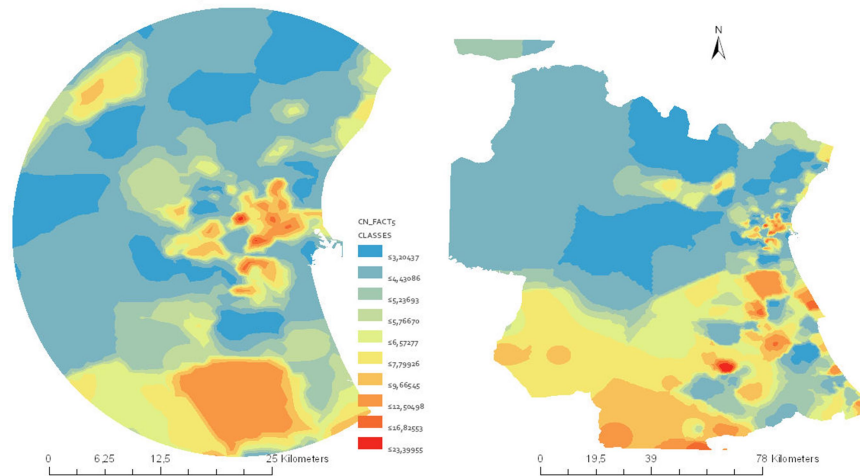
La distribución espacial de la bondad del ajuste y del IC se muestra en las ilustraciones 10.9 y 10.10.

### Distribucion espacial coeficiente R2 Factorial 5



**Ilustración 10.7: Distribución espacial del R<sup>2</sup> en el modelo GWR5**

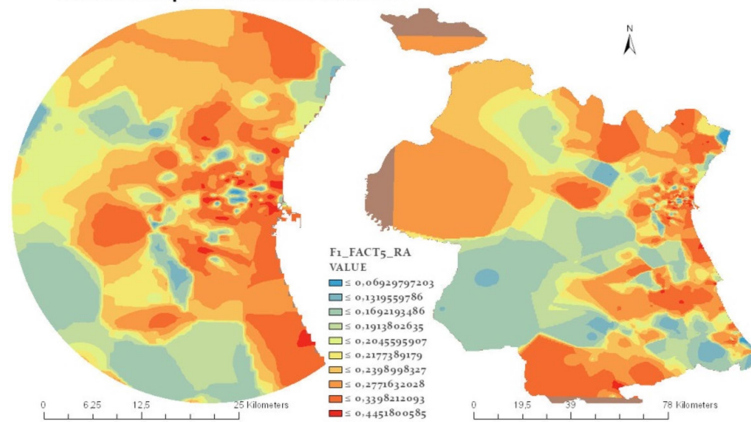
**Distribución espacial coeficiente CN Factorial 5**



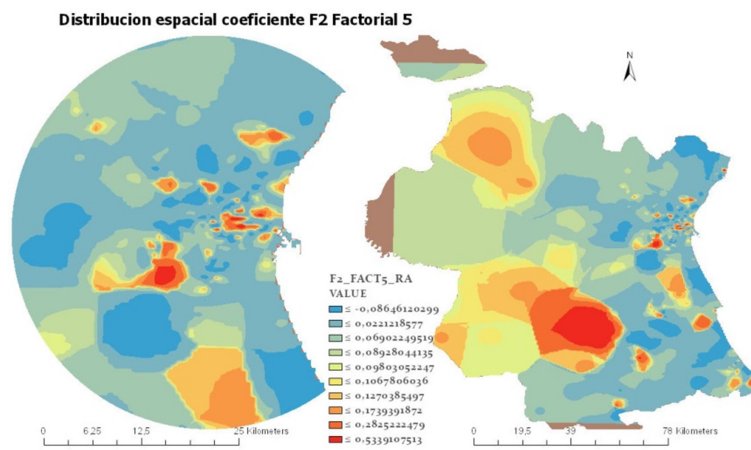
**Ilustración 10.8: Distribución espacial del IC en el modelo GWR5**

La distribución espacial de los factores distribuida espacialmente se muestra en las ilustraciones 10.6, 10.7, 10.8, 10.9, 10.10 y 10.11.

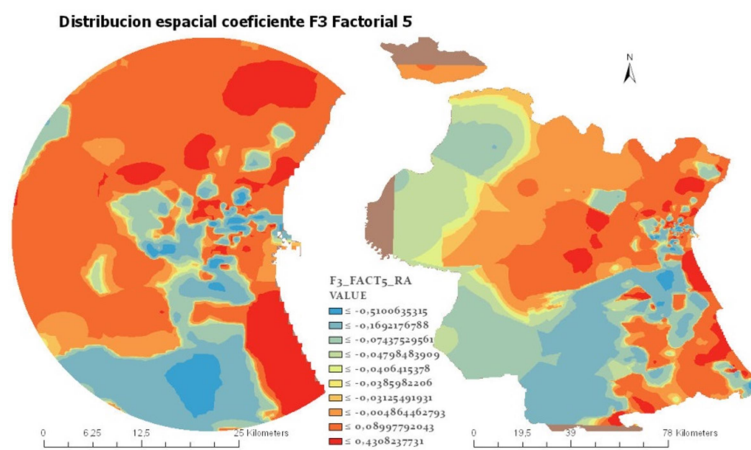
**Distribución espacial coeficiente F1 Factorial 5**



**Ilustración 10.9: Calidad de las viviendas: F1 Factor Jerarquía.**

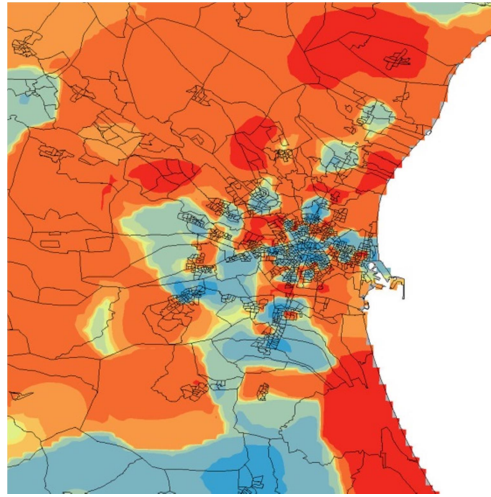


**Ilustración 10.10: F2 Factor entorno social**

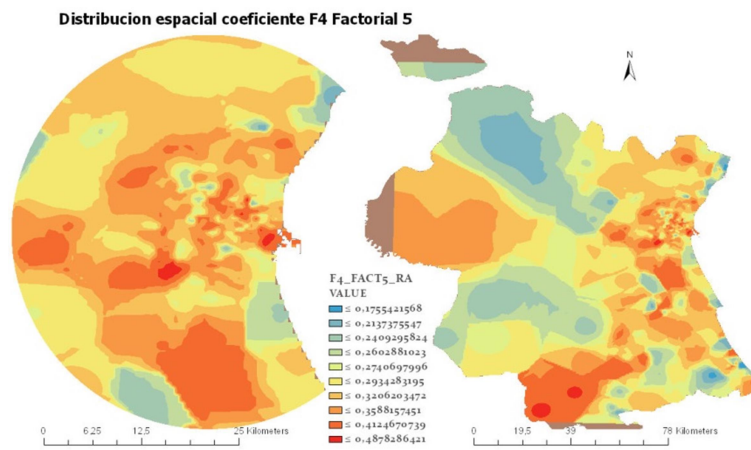


**Ilustración 10.11: F3 factor servicios. Piscina y zonas verdes. Densidad poblacional**

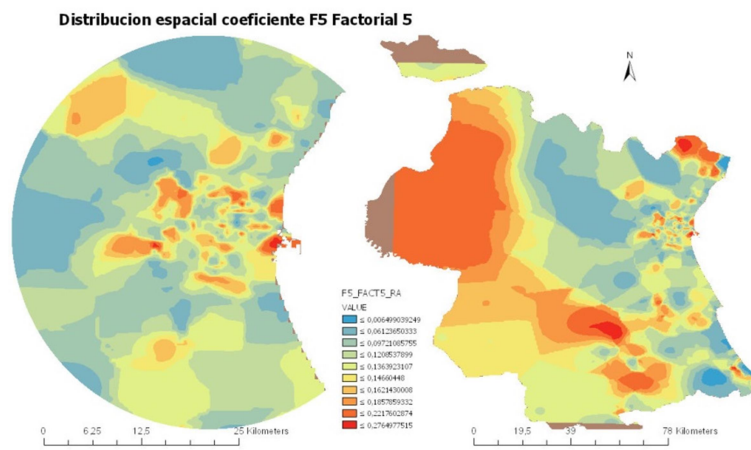




**Ilustración 10.12: Detalle zona Capital Valencia F3**



**Ilustración 10.13: f4 Tamaño**



**Ilustración 10.14: : Factor 5 acondicionamiento vivienda**

# Capítulo 11

## DETECCIÓN Y ANÁLISIS DE LAS DIFERENCIAS DE VALORACIÓN. ENTRE DIFERENTES SOCIEDADES.

“...más luego del segundo lance, el traidor mudó propósito, y comenzó a tomar de dos en dos, considerando que yo debía hacer lo mismo. Como vi que él quebraba la postura, no me contenté ir a la par con él; más aún pasaba yo adelante; dos a dos y tres a tres, y como podía las comía.

Acabando el racimo, estuvo un poco con el escobajo en la mano, y meneando la cabeza, dijo: - Lázaro: engañado me has. Juraré yo a Dios que has tú comido las uvas de tres en tres. - No comí - dije yo - ; mas, ¿por qué sospecháis eso? - ... Respondió el sagacísimo ciego: - ¿Sabes en qué veo que las comiste tres a tres?. En que comía yo dos a dos y tú callabas”.

El lazarillo de Tormes

## 11.1 Fase 2. Inferencia de las diferencias de valoración entre sociedades.

Una vez definido los mejores modelos en la fase 1, de acuerdo con la ilustración 6.1, se va a pasar a la fase 2 donde se va a inferir si existen diferencias de valoración entre las diferentes sociedades, y de ser así, se procederá a clasificar a las sociedades por nivel de sobrevaloración.

Por un lado, se van a utilizar los modelos de 24 variables explicativas más las correspondientes a las sociedades de tasación. El modelo GWR no es posible aplicarlo al modelo con sociedades debido a que su cálculo no puede realizarse debido a que las regresiones locales en muchos casos no cuentan con un suficiente número de sociedades.

Por otro lado, en cuanto a los modelos predictivos de 24 variables explicativas sin incluir las correspondientes a las sociedades de tasación, aunque se ha determinado que el mejor modelo predictivo es claramente el GWR, realizado con los datos de 2015, se van a utilizar los tres modelos MCO, SEM y GWR seleccionados en el apartado 10.6 para estimar las diferencias de valoración entre cada una de las sociedades de tasación, y así poder observar si los resultados varían y cuánto.

### *11.1.1. Resultados de diferencias de valor obtenido por los modelos explicativos*

La tabla 11.1 muestra los coeficientes de las sociedades de tasación, obtenidos con el modelo que denominamos MCO\_M24 recogido en la tabla 8.11, que es el modelo más básico y no recoge la autocorrelación espacial, así como los correspondientes al modelo que denominamos SEM\_M24 (tabla 10.4) obtenido por ML con matrices de contigüidad de grado 1, que es el modelo espacial que proporciona mejores resultados en cuanto a bondad del ajuste.

Tabla 11.1. Coeficientes de las variables de tasadoras estimados por el modelo MCO y SEM realizado por ML

Sociedad	MCO_M24	SEM_M24
S01	0,79(***)	0,62(***)
S10	0,5(***)	0,42(***)
S14	0,39(***)	0,35(***)
S09	0,3()	0,26()
S18	0,26(***)	0,22(***)
S17	0,25(***)	0,21(***)
S31	0,23(***)	0,2(***)
S31	0,23(***)	0,2(***)
S20	0,21(***)	0,19(***)
S23	0,22(***)	0,19(***)
S29	0,23(***)	0,17(***)
S26	0,2(***)	0,16(***)
S08	0,15(***)	0,14(***)
AGRUP 75	0,2(***)	0,14(***)
S15	0,18(***)	0,13(***)
S28	0,15(***)	0,13(***)
S07	0,15(***)	0,12(***)
S16	0,13(***)	0,11(***)
S27	0,17(***)	0,11(***)
S30	0,14(***)	0,11(***)
S11	0,08(***)	0,07(***)
S12	0,09(***)	0,06(***)

Nivel de significación \*\*\* 99%; \*\*95%, \*90%;

AGRUP\_75= agrupación de sociedades con menos de 75 tasaciones

Como se puede observar, todos los coeficientes son estadísticamente significativos al 99% (excepto el correspondiente a la S09), y muestran la sobrevaloración de cada sociedad respecto a la sociedad con menor coeficiente (S25, que es la que se toma siempre en todos los modelos como referencia para comparación).

### ***11.1.2 Resultados de diferencias de valor obtenidos por el modelo predictivo estimado por mínimos cuadrados ordinarios (MCO).***

En primer lugar, mediante el modelo de inferencia, se va a contrastar, a partir de los resultados del modelo de regresión MCO recogido en la tabla 8.1 correspondiente al año 2015, cómo afecta que sociedad sea la que ha realizado cada valoración a las diferencias de valor. Estas diferencias de valor o residuos son obtenidas entre las estimaciones de valor del modelo y los valores consignados en los informes de tasación, de acuerdo con la metodología expuesta en el apartado 6.3.

Los resultados obtenidos por el modelo de regresión MCO en donde los residuos son la variable dependiente, y las sociedades las variables independientes, y por el análisis de la varianza de las medias de diferencias HSD de Tukey entre sociedades, son los que figuran en la tabla 11.2. En Anejo 11.1 figuran los detalles del análisis de la varianza.

Tabla 11.2: Coeficientes de sobretasación relativa estimados con el modelo MCO y análisis de la varianza (HSD de Tukey)

Sociedad	Coefficiente <sup>19</sup>	Orden De Agrupamiento
(Constante)	-0,104 (***)	
S01	0,324 (***)	7
S14	0,317 (***)	7
S10	0,228 (***)	6
S17	0,18 (***)	5,5
S18	0,167 (***)	5,5
S27	0,15 (***)	4
S20	0,14 (***)	4,5
S23	0,119 (***)	4
S31	0,108 (***)	4
AGRUP_75	0,104 (***)	4
S29	0,104 (***)	4
S07	0,087 (***)	2
S26	0,086 (***)	3
S15	0,076 (***)	2
S30	0,071 (***)	2
S16	0,066 (***)	2
S08	0,055 (**)	2
S28	0,051 (***)	2
S11	0,029 (*)	1,5
S12	0,021 ()	1,5
S25	0 (***)	1
R <sup>2</sup> ajustado	0,074	
F	68,940 (***)	
Durbin-Watson	1,804	

Nivel de significación \*\*\* 99%; \*\*95%, \*90%

<sup>19</sup> Como se ha indicado anteriormente, la interpretación de los resultados, al ser un modelo lineal, es aditiva. Será la suma del término constante más el valor del coeficiente de cada sociedad. Así por ejemplo, la sociedad con mayores diferencias es la S01, que muestra un coeficiente de 0,324, si bien la diferencia será igual a la suma de dicho coeficiente más el término constante (-0,104), cuyo resultado es de 0,22. Todas las diferencias son en términos relativos. Se ha tomado como sociedad de referencia la S25, que muestra un coeficiente de regresión del 0%, y por tanto un nivel de sobrevaloración del -10,4%.

El coeficiente de regresión, de acuerdo al modelo de regresión señalado anteriormente, figura en la segunda columna; y en la tercera columna el orden de agrupamiento generado por el análisis de la varianza de las diferencias de valoración.

Las sociedades se han ordenado de acuerdo con la diferencias significativas entre el nivel de sobrevaloración en 7 grupos (entre dichos grupos no hay diferencias significativas con un nivel de significación del 5%).

Las sociedades S01, S14, S10, S18, S17 y S27, presentan sobrevaloración de acuerdo con este modelo.

Claramente las sociedades S01 y S14, muestran unos niveles de sobrevaloración muy superiores al resto (22% y 21%). El siguiente grupo con sobrevaloración está compuesto por las sociedades S20, S27, S17, S18 y S10 (4%-12%).

Ambos análisis muestran idénticos resultados, si bien el análisis de diferencias de Tukey permite agrupar a las sociedades por nivel de diferencias. En Anejo 11.1 figuran los detalles del análisis de la varianza.

### ***11.1.3 Resultados de diferencias de valor obtenidos por el modelo predictivo de error espacial (SEM).***

De modo equivalente a como se ha procedido en el apartado anterior, a partir de los residuos del modelo SEM recogido en la última columna de la tabla 10.1, se ha realizado una regresión por MCO en la que los residuos son la variable dependiente, y las sociedades las variables independientes.

El resultado se muestra en la tabla 11.3.

Tabla 11.3: Coeficientes de sobretasación estimados del modelo SEM y HSD de Tukey.

Sociedad	Coefficiente	Orden De Agrupamiento
(Constante)	-0,107 (***)	
S14	0,294 (***)	9
S01	0,216 (***)	10
S10	0,169 (***)	8,5
S18	0,142 (***)	7
S17	0,134 (***)	7,5
S20	0,123 (***)	6
S27	0,112 (***)	6,5
S23	0,09 (***)	5
S29	0,077 (***)	3,5
AGRUP_75	0,075 (***)	4,5
S26	0,064 (***)	4,5
S31	0,06 (***)	2
S30	0,048 (***)	3,5
S16	0,039 (***)	2,5
S15	0,038 (***)	3
S07	0,025 ()	2,5
S28	0,018 ()	1,5
S08	0,01 ()	2
S25	0 (***)	1
S12	-0,005 ()	1
S11	-0,014 ()	1,5
R <sup>2</sup> ajustado	0,055	
F	50,516 (***)	
Durbin-Watson	1,786	

Nivel de significación \*\*\* 99%; \*\*95%, \*90%

Como se puede observar, si se comparan los coeficientes del modelo SEM con los del modelo MCO anteriores, los resultados son muy similares, y se mantiene un ordenamiento de las sociedades muy análogo.

Las sociedades S14, S01, S10, S18, S17, S27, S20, S23, AGRUP\_75 y S29, presentan sobrevaloración con este modelo. El análisis de la varianza, detecta 10 agrupaciones de sociedades. Las S14, S01 y S10, son las que muestran una más clara sobretasación relativa. En Anejo 11.1 figuran los detalles del análisis de la varianza.

#### ***11.1,4 Resultados de diferencias de valor obtenidos por el modelo predictivo de regresión ponderada geográficamente de 5 factores (GWR\_F5).***



Finalmente, se muestran los resultados del análisis de los residuos del modelo de GWR con 5 factores, comentado en el apartado 10.5. Como se puede observar en la tabla 11.4, el valor de los coeficientes es sensiblemente menor que en los dos casos anteriores.

Tabla 11.4: Coeficientes de sobretasación estimados del modelo GWR y HSD de Tukey

Sociedad	Coefficiente	Orden de Agrupamiento
(Constante)	-0,089 (***)	
S10	0,153 (***)	7
S14	0,138 (***)	7,5
S18	0,115 (***)	8
S01	0,115 (**)	6,5
S17	0,104 (***)	7
S23	0,082 (***)	4
S20	0,072 (***)	4,5
S29	0,071 ()	5,5
S16	0,065 (***)	4
S26	0,059 (**)	1,5
S31	0,053 (***)	4,5
S27	0,052 (**)	1,5
S08	0,041 (*)	4
S30	0,021 (*)	2
S28	0,019 (*)	2,5
S15	0,009 ()	4
AGRUP_75	0,005 ()	3
S07	0,001 ()	2,5
S25	0 (***)	1
S12	-0,016 ()	1
S11	-0,02 ()	1,5
R2 ajustado	,013	
F	12,313 (***)	
Durbin-Watson	1,965	

Nivel de significación \*\*\* 99%; \*\*95%, \*90%

Las sociedades S10, S14, S18, S01 y S17, presentan mayor sobrevaloración con este modelo, y se incluyen en el primer cluster de sobrevaloración relativa.

La prueba HSD de Tukey (Tukey-b) muestra 7 agrupaciones. En el grupo de mayor sobretasación aparecen las sociedades S1 y S14, de modo similar a la sobretasación detectada por los anteriores modelos. Si bien las magnitudes del error son muy inferiores en este modelo respecto a los otros dos, el orden de las sociedades por nivel de sobrevaloración se mantiene inalterado.

**11.1.5 Conclusiones sobre las diferencias de tasación detectadas en cada uno de los modelos: análisis comparativo.**

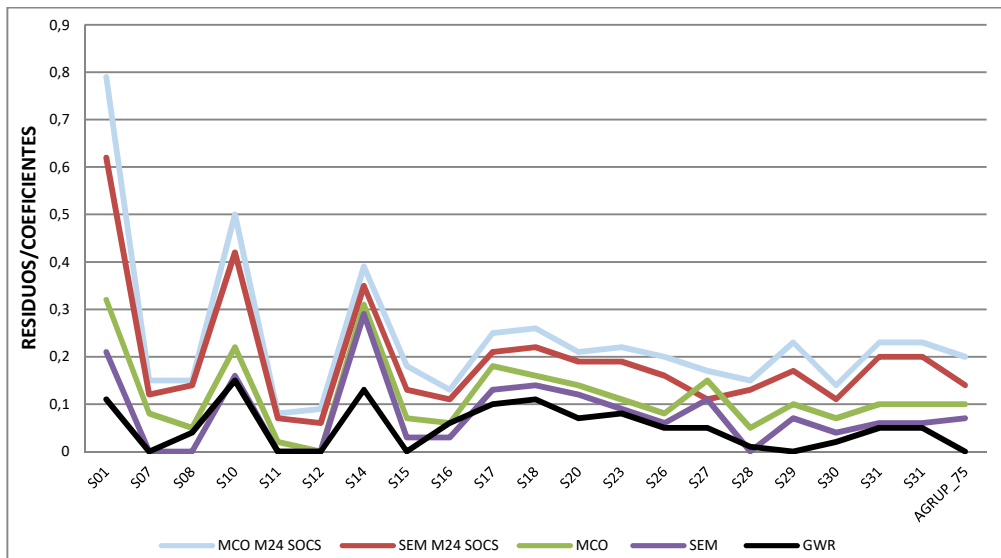
Una vez obtenidos los resultados de cada uno de los modelos, procede realizar un análisis comparativo para poder determinar si los resultados son homogéneos, y determinar qué modelo obtiene unos resultados más acertados.

La correlación entre los coeficientes de los 5 modelos es muy alta (entre 0,72 y 0,99), como se muestra en la tabla 11.5. El resultado por MCO y SEM, son muy similares, mientras que el resultado obtenido por GWR está algo menos correlacionado con los anteriores. El modelo explicativo SEM con sociedades, SEM\_M24, es el que tiene menor correlación con el resto de los modelos espaciales.

Tabla 11.5: Correlación de los coeficientes de los modelos

<i>CORRELACION</i>	<i>RESID_MC</i> <i>O M24</i>	<i>RESID_</i> <i>MCO</i>	<i>RESID_S</i> <i>EM</i>	<i>RESID_G</i> <i>WR_5F</i>	<i>SEM</i> <i>_M24</i>
<i>RESID_MCO</i> <i>M24</i>	1,00				
<i>RESID_MCO</i>	0,87	1			
<i>RESID_SEM_</i>	0,99	0,97	1		
<i>RESID_GWR_5F</i>	0,72	0,85	0,87	1	
<i>SEM_M24</i>	0,76	0,91	0,82	0,79	1

En el gráfico 11.1 se muestran los niveles medios de sobrevaloración estimados por los modelos de regresión, y por el análisis de la varianza de los errores medios. Se puede ver que el modelo de GWR muestra sistemáticamente menores diferencias que los otros dos modelos.



**Gráfico 11.1: Sobrevaloraciones relativas de las Sociedades en los modelos seleccionados MCO, SEM, GWR5 y MCO\_M24 , SEM\_M24 .**

Los picos suponen sociedades con mayores niveles de sobrevaloración. Los resultados obtenidos se pueden considerar robustos, puesto que todos los modelos son coincidentes a la hora de señalar si existe sobrevaloración relativa, o no, y de ordenar las sociedades por nivel de sobrevaloración.

Las sociedades S01, S14, S10, S17, S18, presentan los 5 mayores niveles de sobrevaloración relativa según todos los modelos. En la tabla 11.6 figura la ordenación según cada modelo.

Tabla 11.6: Orden de sociedades por nivel de sociedad y modelo

ORDEN	DUMMIES SOCIEDADES		PREDICTIVOS		
	Sociedad	MCO M24	SEM M24	MCO	SEM
S01	1	1	1	2	3
S10	2	2	3	3	1
S14	3	3	2	1	2
S18	4	4	5	4	3
S17	5	5	4	5	5
S29	6	10	9	9	7(+)
S31	6	6	9	11	11
S31	6	6	9	11	11
S23	9	8	8	8	6
S20	10	8	7	6	7
S26	11	11	13	11	11
AGRUP_75	11	12	9	9	7(+)
S15	13	14	15	15	18(+)
S27	14	17	6	7	11
S07	15	16	13	17(+)	18(+)
S08	15	12	18	18(+)	15
S28	15	14	18	18(+)	17
S30	18	17	15	14	16
S16	19	17	17	15	10
S12	20	21	20(+)	20(+)	18(+)
S11	21	20	20	20(+)	18(+)

(+) son resultados estadísticamente no significativos

### 11.2. Fase 3. Influencia del tamaño relativo de las sociedades de tasación, de los mandatarios o de los tasadores en la sobretasación de los inmuebles.

Una vez determinados los diferentes resultados obtenidos por cada uno de los modelos, procede a pasar a la fase 3 analizando la influencia que puedan tener en el valor otro tipo de agentes distintos a las sociedades de tasación, y sus posibles interacciones. El procedimiento de esta fase 3 ha sido descrito en el apartado 6.4

Para la determinación de la influencia en función de su importancia relativa se ha generado los siguientes grupos, según la tabla 11.7.

Tabla 11.7: Agrupaciones de los agentes y número de viviendas tasadas

FACTORES		GRUPOS	Nº VVDAS
G_TASAD_N (SOCIEDAD DE TASACION)	1	TASADORAS GRANDES	7.938
	1	RESTO	7.909
	3	TASADORAS PEQUEÑAS	1.160
MANDATARIO (G_MAN_N)	1	MANDATARIOS GRANDES	12.121
	2	RESTO	3.429
	3	MANDATARIOS PARTICULARES	1.457
PROFESIONALES (PROF_N)	1	PROFESIONALES GRANDES	3.689
	2	RESTO	6.031
	3	PROFESIONALES PEQUEÑOS	7.287
TOTAL			<b>17.007</b>

Las sociedades de tasación se han clasificado en grandes, pequeñas y resto, según el número de valoraciones realizadas en la provincia de Valencia. Se pretende determinar si ser muy grande o pequeña, influye en los valores tasados.

Se han agrupado los mandatarios, por grandes, clientes particulares y resto de entidades financieras. De este modo se puede detectar si al solicitar la tasación de la vivienda directamente el cliente, se muestran diferencias en los valores tasados, y a su vez si el tamaño del mandatario influye en el valor.

Finalmente, los profesionales se han agrupado por su volumen de actividad: más de 200 tasaciones se han considerado grandes, frente al resto, y de menos de 100 se han considerado pequeños. El criterio es si con la actividad de valoración se obtienen ingresos suficientes para que sea una profesión o solo una fuente adicional complementaria. Se supone que, en línea con lo que señala **Rudolph (1998)**, los profesionales con mayor experiencia, si el banco los conoce, le resultaran preferidos, y estos obviamente mostrarán un menor sesgo en las valoraciones. Si el banco desconoce su experiencia, se producirían procesos de selección adversa.

En nuestro caso, la situación es algo más compleja, al existir la figura de la Sociedad de Tasación, que de algún modo viene a suplir la figura de la agencia de certificación para determinar la cualificación de los tasadores

El total de combinaciones posibles que se suelen dar con mayor frecuencia en la realidad es 3 emparejamientos, y una agrupación de los tres agentes conjuntamente. El resultado se muestra en la tabla 11.8.

Tabla 11.8: Resultados del análisis univariante: Pruebas de significatividad de efectos inter-agentes

AGRUPACIONES	MCO error	SEM error	GWR error
G_TASAD_N	***	***	***
PROF_N	***	***	
G_MAN_N	***	***	**
G_TASAD_N * PROF_N	***	***	***
G_TASAD_N *	***	***	***
PROF_N * G_MAN_N	**	**	
G_TASAD_N * PROF_N	***	***	***
* G_MAN_N			
R2 ajustado	0,020	0,015	0,004

Nivel de significación \*\*\* 99%; \*\*95%,\*90%

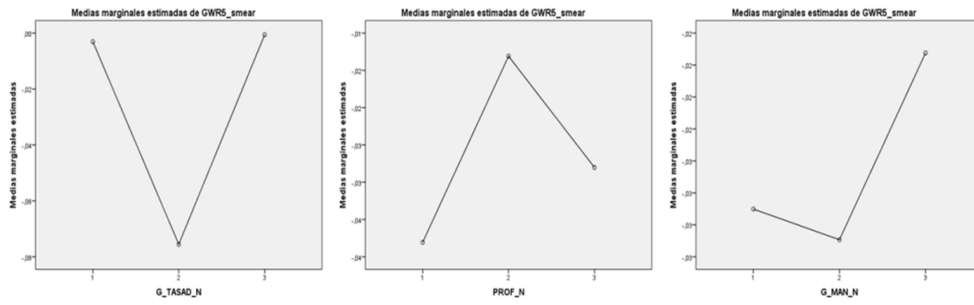
El ajuste de los modelos es bajo, pero no obstante las agrupaciones señaladas son significativas. Por otro lado, si bien los resultados más fiables son los que se obtienen del modelo GWR (al ser el modelo con mejor bondad de ajuste y mejores ratios de acuerdo a lo señalado en el capítulo 10), es interesante analizar los resultados de los tres modelos.

Son significativas las agrupaciones de sociedades de tasación (al 99%), y de mandatarios (al 95%). Las agrupaciones por profesionales no son significativas en el modelo GWR, aunque sí en los otros dos modelos.

Los modelos inter-agentes son significativos en los modelos SEM y MCO. En el modelo GWR5, solamente la agrupación por profesionales-mandatarios no es significativa

### 11.7.1 Efectos principales

El resultado para el modelo GWR5 aparece en el gráfico 11.2. y en la tabla 11.9. Las agrupaciones de los factores son los que se indicaron en la tabla 11.7



**Gráfico 11.2: Medias marginales del residuo de los agentes**

Tabla 11.9 medias marginales estimadas de error de las agrupaciones de factores.

AGRUPACIONES	G TASAD N	PROF N	G MAN N
1	-.003	-.038	-.029
2	-.076	-.013	-.031
3	-.001	-.028	-.019

G\_TASAD\_N (SOCIEDAD DE TASACION); MANDATARIO (G\_MAN\_N); PROFESIONALES (PROF\_N)

Estas medias no son las observadas o empíricas, sino las obtenidas por el modelo GWR5

**TEXTO INHIBIDO**

Esto implica que cuando el cliente es directamente el que encarga la tasación a la sociedad, el nivel de sobretasación es superior que cuando se encarga a través de un banco (en este caso el banco actúa como mandatario)

Del análisis de la varianza, ANOVA, se constata que las diferencias entre las sociedades medianas y el resto son estadísticamente significativas, así como en el caso de los clientes particulares frente al resto de mandatarios. Las diferencias entre profesionales no son significativas estadísticamente al 90% de nivel de confianza.

Como se muestra en el **Anejo 11.2**, los tres modelos: MCO, SEM, y GWR alcanzan las mismas conclusiones básicas.

### **TEXTO INHIBIDO**

El análisis post-hoc de cada una de las agrupaciones de cada factor, realizado por la metodología HSD de Tukey, muestra que las tres agrupaciones de tasadoras y profesionales son diferentes con un nivel de confianza del 95%, y que los mandatarios resto, son diferentes de los otros dos grupos (grandes mandatarios y clientes). Los resultados se muestran en el **Anejo 11.2**

#### ***11.7.2 Interacciones***

Una vez analizados los efectos directos de cada uno de los agentes, resulta interesante analizar sus interacciones.

#### **Interacción Sociedad de tasación-Profesional:**

### **TEXTO INHIBIDO**

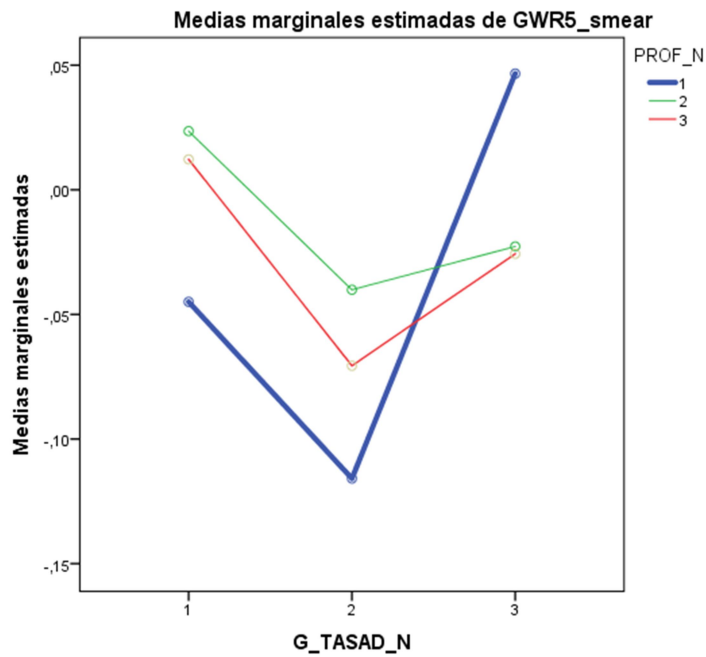
En primer lugar, se ha de indicar que en los tres modelos la interacción es significativa al 99%.

Las conclusiones de las interacciones, tal como se muestran en el gráfico 11.3, y en la tabla 11.10 son:



**TEXTO INHIBIDO**

d) Los tres modelos MCO, SEM y GWR5 son coincidentes en las conclusiones.



**Gráfico 11.3: Medias marginales interacción Sociedad- Profesional<sup>20</sup>**

20

TASADORAS	MANDATARIOS	PROFESIONALES	clave
GRANDES	GRANDES	EXPERTOS	1
MEDIANAS	MEDIANOS Y PEQUEÑOS	EXPERT. MEDIO	2
PEQUEÑAS	CLIENTES	EXPERT. BAJO	3

Tabla 11.10 Medias marginales estimadas de error de interacción Sociedad- Profesional

G_TASAD_N	PROF_N	Media
1	1	-.045
	2	<b>.024</b>
	3	.012
2	1	-.116
	2	<b>-.040</b>
	3	-.071
3	1	<b>.047</b>
	2	-.023
	3	-.026

Estas medias no son las observadas o empíricas, sino las obtenidas por el modelo GWR5

**Interacción Sociedad de tasación-Mandatario:**

**TEXTO INHIBIDO**

Las interacciones son estadísticamente significativas en los tres modelos.

En todos los casos, los patrones son similares (gráfico 11.4 y tabla 11.11):

**TEXTO INHIBIDO**

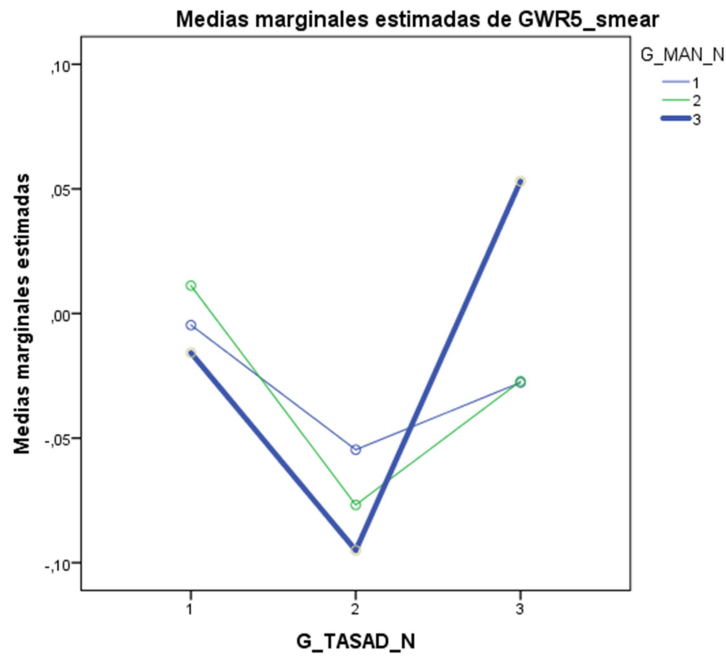


Gráfico 11.4: Interacción Sociedad-Mandatario

Tabla 11.11 Medias marginales estimadas de error de interacción Sociedad- Mandatario

G_TASAD_N	G_MAN_N	Media
1	1	-.005
	2	.011
	3	-.016
2	1	-.055
	2	-.077
	3	<b>-.095</b>
3	1	-.028
	2	-.027
	3	<b>.053</b>

**Interacción Profesional-Mandatario: TEXTO INHIBIDO**

En este caso los resultados son significativos en todos los modelos.

TEXTO INHIBIDO

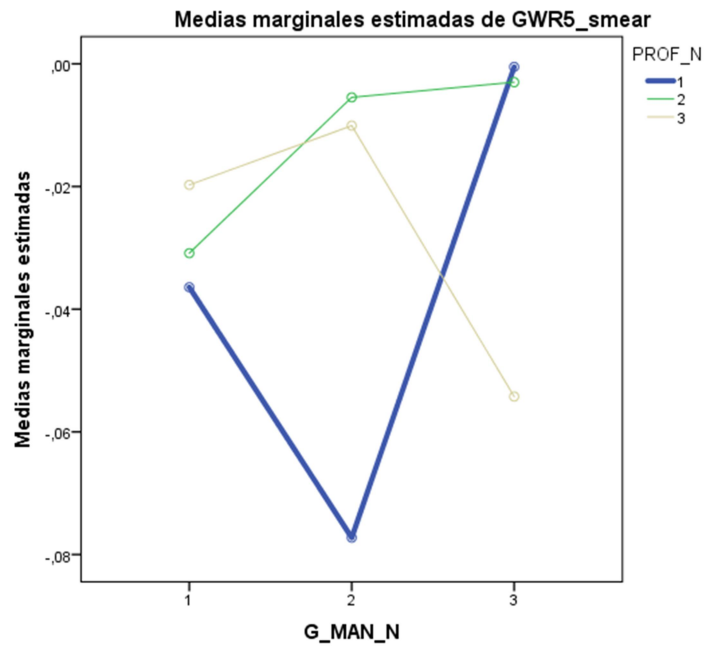


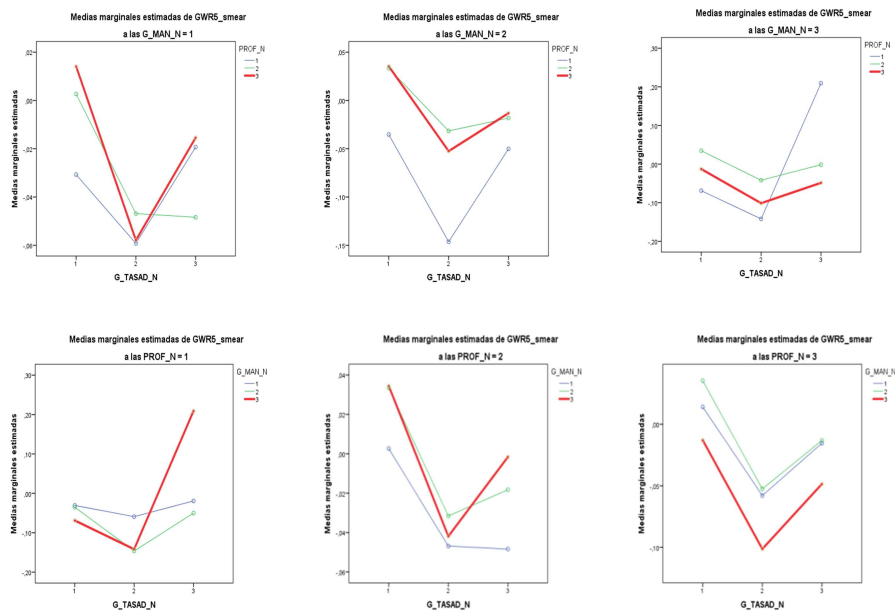
Gráfico 11.5: Interacción profesional-Mandatario

Tabla 11.12 Medias marginales estimadas de error de interacción Profesional- Mandatario

PROF_N	G_MAN_N	Media
1	1	-.036
	2	-.077
	3	.000
2	1	-.031
	2	-.005
	3	-.003
3	1	-.020
	2	-.010
	3	-.054

**Interacción Sociedad de Tasación-Profesional-Mandatario:**

**TEXTO INHIBIDO**



**Gráfico 11.6: Interacciones Sociedad-Mandatario-Profesional**

Tabla 11.13: Medias marginales estimadas de error de interacción  
 Profesional- Mandatario-Sociedad

G TASAD N	PROF N	G MAN N	Media
1	1	1	-.031
		2	-.035
		3	-.069
	2	1	.003
		2	.033
		3	.034
	3	1	.014
		2	.035
		3	-.013
2	1	1	-.059
		2	-.146
		3	-.142
	2	1	-.047
		2	-.032
		3	-.042
	3	1	-.058
		2	-.053
		3	-.101
3	1	1	-.019
		2	-.050
		3	.209
	2	1	-.048
		2	-.018
		3	-.002
	3	1	-.015
		2	-.013
		3	-.048

**11.7.3 Conclusiones sobre las interacciones entre agentes**

**TEXTO INHIBIDO**



# **BLOQUE 4**

## **DISCUSION**

### **Capítulo 12**

# **DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

Las burbujas son peligrosas por dos motivos esenciales: porque los efectos son muy positivos para el crecimiento económico mientras dura la fase ascendente; y porque siempre se encuentran justificaciones a las valoraciones desorbitadas que se atribuyen a una situación económica nueva para la que no sirven los precedentes. Es muy impopular interrumpir el festín, máxime cuando existe el riesgo de provocar, junto a la baja de las valoraciones, un deterioro de las expectativas que desemboque en una fase de recesión económica.

Por estos motivos, es extraordinariamente saludable y rentable para cualquier país que existan economistas e instituciones con la independencia y altura de miras suficientes, que denuncien los excesos que otros agentes económicos y políticos no tienen interés en corregir, puesto que o son beneficiarios, o no desean, o no pueden asumir la responsabilidad de que su intervención genere un deterioro de las expectativas. El caso japonés hace aconsejable que las instituciones públicas intervengan sin timidez ni complejos para moderar excesos en las valoraciones que puedan degenerar en ajustes dolorosos.



Antonio Torrero Mañas

## 12.1 Discusión

### El problema de la valoración inmobiliaria

Existe una interrelación de los mercados inmobiliarios y financieros en las crisis bancarias internacionales, de modo que la influencia de la evolución de los mercados inmobiliarios en las crisis financieras es elevada al tratarse de procesos que se retroalimentan. Cuatro de las últimas once crisis financieras acaecidas a nivel global desde el siglo XVII, se producen con el mercado inmobiliario como factor generador.

La formación de burbujas inmobiliarias se debe a procesos de sobreinversión en el sector inmobiliario (sin dinero no hay burbuja) que marcan una dinámica de crecimiento de precios no sostenible y provocan caídas bruscas en el número de transacciones en una primera fase acompañadas de caídas de precios. En España, por ejemplo, el volumen de activos hipotecarios en 2015, tras el estallido de la burbuja inmobiliaria, suponía el 32% del PIB y la financiación hipotecaria el 51% del PIB.

Las propias dinámicas alcistas de los precios inmobiliarios contribuyen también al dinamismo de la demanda, propiciando unas mayores expectativas de revalorización de los inmuebles y facilitando un incremento de la oferta de crédito respaldada por esa evolución de los precios y de los activos inmobiliarios.

Se entiende por burbuja inmobiliaria el incremento del precio de los inmuebles y de su nivel de ventas continuado y desproporcionado, que sufre un proceso de aceleración que finaliza de forma abrupta, colapsando el precio de dichos activos.

Hay varias fórmulas de medición de las burbujas inmobiliarias, que básicamente se dividen entre las denominadas burbujas intrínsecas (si el precio se aparta del valor por renta del inmueble) y burbujas especulativas racionales (el componente especulativo del precio se dispara). **Miralles (2015)** considera que la última burbuja inmobiliaria en España se produjo de 1997 a 2006 con fase recesiva desde 2007 hasta 2013.

La cuestión que está en discusión es cuál es la influencia de los valoradores en el alza de los precios. Para ello conviene situar el entorno en los que estos emiten sus opiniones de valor. Así, algunos autores como **Mercille (2013)**, han analizado la

confluencia de intereses políticos e institucionales, además de puramente mercantiles, que se articulan en la prensa y medios de comunicación para negar la burbuja. Como señala **García Montalvo (2009)**, en el caso de España, los incentivos perversos plagaban todas las esquinas del sistema de financiación inmobiliaria, y el elemento fundamental era el supuesto compartido por todos los participantes en los mercados financieros e inmobiliarios de que los precios nominales de la vivienda no podían caer.

## TEXTO INHIBIDO

Ha habido autores que han analizado las diferentes formas de presión sin cuantificar sus efectos, tales como **Levy y Schuck (2005)**, que indican que dicha presión a veces puede ser bastante subliminal, y se puede ejercer de cuatro modos diferentes: mediante el poder de recompensa/coerción; el poder experto; el poder de información, y el poder de procedimiento. **Shi-Ming (2002)**, constató la existencia de presión sobre los tasadores, si bien no encontró diferencias estadísticamente significativas de modificación de los valores de tasación; **Tzioumis (2015)**, analizó las evidencias de relación de sobretasación de viviendas con el volumen de facturación del tasador, sin alcanzar a detectar casos de sobretasación significativos. Igualmente, **Achu, K. (2011)**, analizó mediante entrevistas personales a los diferentes agentes, la presión a la que se ven sometidos los tasadores, en Malasia, pero aunque constató la existencia de incentivos para que se produzcan presiones sobre los tasadores, no se determinó que dichas presiones fueran del todo efectivas para que se modifiquen los valores. **Graff y Webb, (1997)**, por su parte, que señalan que en general el tasador fijará una valoración muy alineada con el precio de venta, puesto que le resultará muy difícil justificar valores inferiores.

Otros, han cuantificado la existencia de sobrevaloración, en niveles moderados, como **Chinloy et al. (2017)**, que analizaron la existencia de sobrevaloración en hipotecas en los Estados Unidos, que cifró en un 2%, para el periodo 1975-1993; **Cho y Megbolugbe (1996)** sobre la base de estudio previo realizado por **Lang y Nakamura (1993)**, encontraron que existe un sesgo al alza generalizado de la

tasación entre el 0-5%. Por su parte **Cheng et al. (2011)** determinaron la existencia de heterogeneidad en el comportamiento de los tasadores, sin concluir en la existencia de sobretasación.

Finalmente, se muestran claras evidencias de presión que afectan a los valores en los estudios realizados por autores como **(Smolen y Hambleton 1997)**, **(Crosby et al. 2010)**, **(Levy y Schuck 2005)** en el caso de Nueva Zelanda. **(Baum et al. 2000)** en un estudio realizado a partir de las encuestas realizadas en el Reino Unido, **Nwuba et al. (2015)**, **(Akin et al. 2014)**, para España, o **(Amidu et al. 2007)**, en su análisis en Nigeria. En todos ellos, las conclusiones son que los tasadores sufren una elevada presión de los bancos y clientes, que pone en cuestión su independencia.

## TEXTO INHIBIDO

**McAllister et al. (2003)** en 1999 en el Reino Unido, constató que las restricciones metodológicas e institucionales restringen la posibilidad de alterar los valores de tasación. Respecto al tamaño de las sociedades, se ha constatado que la atomización de la industria de valoración la hace más vulnerable a las presiones, como ocurre con los tasadores en Taiwan **(Yao Chen y Ming Yu 2009)**, donde las sociedades más solventes y más sólidas resisten mejor las presiones de los clientes. En Estados Unidos de América, los investigadores **Kinnard et al., (1997)**; o los ya citados **Smolen y Hambleton (1997)**, llegan a iguales conclusiones.

Un aspecto muy relevante, que puede reducir el efecto de las presiones sobre los tasadores, es la existencia de un sistema de valoración inmobiliaria, si bien, como señala **Vaz (2015)** no hay estándares internacionales de valoración que eliminen totalmente el componente subjetivo en la formación del valor, por lo que dichos estándares por sí mismos no son suficientes para eliminar la presión.

Otros aspectos que pueden paliar la presión lo constituye la formación del profesional, o la existencia de controles internos desde estructuras societarias con suficientes medios técnicos.

Por todas estas cuestiones, es por lo que se entiende que un sistema de valoración inmobiliaria, para que sea eficaz, ha de contar con cuatro elementos: a) unos estándares y metodologías de valoración, b) un procedimiento de certificación del valorador, c) un modelo estándar de reporte, de modo que en el informe se recoja la información mínima necesaria y resulten fácilmente interpretables las conclusiones de la valoración, y d) un órgano de supervisión y control de la actividad realizada.

## TEXTO INHIBIDO

### Modelos

Se han realizado 5 tipos de modelos diferentes. Partimos del modelo más sencillo de MCO para posteriormente realizar una serie de modelos de regresión espacial, tanto de tipo global (SLM, SEM, SLM-SEM), como locales, GWR. Estos modelos se han formulado tanto con variables dummy de sociedades como sin ellas para determinar la influencia de estas en el valor.

Desde que **Court (1939)**, formalizó el primero de los modelos hedónicos, su uso se ha extendido a múltiples áreas, y en particular se ha aplicado al mercado inmobiliario extensamente. Sin embargo, la especificación de un modelo de regresión hedónico multivariante, presenta varias cuestiones que es necesario valorar. Como se ha señalado, uno de los principales aspectos a considerar en los modelos hedónicos es la selección de la formulación funcional del modelo. En el caso de esta tesis se ha optado por una función logarítmica con variables dummy. Esta formulación presenta la ventaja de que normaliza el valor de las variables, y de este modo se consigue, además, que los valores de los coeficientes de regresión de cada variable equivalgan a la elasticidad respecto a la variable dependiente (**Giles, 2011**) y se mejora la normalidad de los residuos. Consecuentemente, los modelos así formulados se comportan mejor que los lineales (**Rahmatian y Cockerill, 2004**).

Además, el modelo logarítmico tiene la ventaja de que los coeficientes son más fáciles de interpretar que otro tipo de funciones. **Sopranzetti (2015)**.

Otro aspecto a tener en cuenta es el de la delimitación o segmentación de mercados, aspecto, así como el número de variables y su especificación, aspectos analizados por **Goodman y Thibodeau (2003)**, y por **Wild (2009)**, que consideraron que la especificación dicotómica de variables de localización mejora los resultados. En el caso de la presente tesis, se ha seleccionado la provincia de Valencia, que representa una combinación de factores que pueden tener influencia sobre el valor, tales como que dispone de zona de costa con predominio de la ocupación turística, zonas de interior donde coexisten municipios poblados densamente con otros con baja densidad de población, y la capital de la provincia que presenta las características típicas de urbes de dimensión grande.

En todos los trabajos mencionados en la tesis, los diferentes autores se ha enfrentado al problema de la dificultad de obtener unos estimadores óptimos del modelo. Como señalan **Goodman y Thibodeau (1995)**, los modelos hedónicos de precios de vivienda suelen presentar heterocedasticidad de los errores motivados por la variable antigüedad de la vivienda, dado que una mayor antigüedad puede significar una vivienda de mayor calidad o bien una vivienda obsoleta o en estado de deterioro, dependiendo de su ubicación, características, etc.

Adicionalmente, en las especificaciones hedónicas típicas, la dependencia especial de la ubicación y de atributos estructurales, unido a que la información sea incompleta, o que presenta sesgos según la sociedad de tasación informante, hace que la dependencia espacial de los residuos sea casi inevitable (Dubin, Pace y Thibodeau 1999; Pace y Gilley 1997). En la misma línea, Zhu et al. (2011) señalan que la autocorrelación y heterogeneidad espacial se produce fundamentalmente por tres cuestiones: la primera porque algunos atributos estructurales o del vecindario del inmueble son inobservables; segundo, porque algunas variables son difíciles de cuantificar (por ejemplo la calidad de un sistema público de enseñanza); y tercero, por la propia relación derivada de la proximidad de unas viviendas a otras.

Es por todo ello que resulta necesario el desarrollo de modelos espaciales que contemplen este problema. En particular, las estimaciones de los parámetros por MCO, serán ineficientes y producirán incorrectos intervalos de confianza para las estimaciones de los parámetros y para los valores estimados. Además, los test

normalmente aplicados para la significación estadística inducirán a conclusiones inexactas (Dubin 1998).

La problemática asociada al incumplimiento de los principios de gauss-Markov, fue analizada por Ezell y Land (2005), que indican que debe valorarse el grado de violación de los principios, más que la mera indicación de su cumplimiento o no. Por otro lado, el uso de estimadores robustos también ayuda a solucionar el problema, tales como los estimadores HAC (Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent Standard Errors), test de White y el test KP-HET, que infiere estimadores en presencia de heterocedasticidad y autocorrelación, propuesto por **Kelejian y Prucha (2010)**.

Se han contrastado los diferentes modelos realizados con los que figuran en la bibliografía sobre el tema. Un problema frecuente en los modelos hedónicos por MCO es la aparición de la multicolinealidad. Como señala **Midi et al., (2010)**, las posibles soluciones de la multicolinealidad de un modelo van desde eliminar variables que muestran alta inflación de la varianza, aumentar el tamaño de la muestra, transformar las variables dependientes, realizar un análisis factorial y finalmente señala que lo mejor suele ser reconocer la existencia de multicolinealidad y ser consciente de sus consecuencias. En los modelos realizados por MCO para determinar el precio de la vivienda, es frecuente que no sea posible obtener unos estimadores insesgados óptimos, debido a los problemas de que algunas variables no presentan relaciones monotónicas, y la correlación propia de los inmuebles derivada de su ubicación.

Con carácter previo a la aplicación de modelos de regresión espacial, que han resultado ser los más adecuados en el ámbito inmobiliario, se ha analizado el grado de correlación espacial existente para determinar si tiene sentido el análisis espacial al estar los valores correlacionados geográficamente, y por tanto justificar la utilización de los modelos espaciales. Asimismo, se ha realizado el análisis local de clusters de residuos de los modelos, denominado Análisis LISA (Local indicator of Spatial Analysis), desarrollado por **Anselin (1995)**, para evaluar la concentración espacial (clusterización) de los residuos de los modelos, y detectar si hay zonas de concentración de errores de cada modelo.

De los diferentes modelos formulados en esta tesis, los modelos espaciales ofrecen mejores resultados que los modelos hedónicos, en línea con otros trabajos (**Affuso et al. 2017; Brasington 2004; Chegut et al. 2015; Zhang et al. 2015**). Dentro de los

modelos espaciales de coeficientes únicos (globales), el que ofrece mejores resultados ha sido el de error espacial, sin embargo, de los modelos analizados, el que ofrece mejores resultados es el de GWR, que presenta coeficientes variables (locales).

La consideración de la variación espacial de los regresores de los modelos fue analizada por **Hanink et al (2012)**, que en un estudio realizado para el conjunto de China analizaron la importancia de tener en cuenta la existencia de variación espacial en los coeficientes para la determinación del precio de la vivienda. Observaron que los resultados a nivel local mostraron los efectos de la variación espacial tanto de elementos estructurales como del contexto de la localización del inmueble.

Asimismo se observó la importancia que tienen las variables espaciales sobre el valor estimado del inmueble, los problemas derivados de la correlación espacial, y la no estacionariedad geográfica de los coeficientes locales mencionada. Todo ello hace que el modelo que mejor resuelve todos estos aspectos, y además permite obtener una buena bondad del ajuste ha sido el GWR.

Esta mejor precisión de los modelos GWR señalada, coincide con las conclusiones del análisis realizado por **Bidanset y Lombard, (2014)**, en el que compararon los resultados del modelo de GWR y el modelo de retardo espacial (SAR), a partir de una muestra de 2.450 ventas independientes de viviendas unifamiliares en Norfolk, Virginia de 2010 a 2012.

Para la selección del modelo GWR, se ha utilizado el criterio de selección de ancho de banda que minimiza el criterio AICc. Ello es así, porque se puede conseguir un modelo con un nivel de ajuste muy alto, pero con problemas de sobreajuste, al contar con un excesivo número de parámetros, de modo que el modelo no sea representativo para inmuebles fuera del rango de los datos del propio modelo.

Para la medición de los resultados de los modelos, además de las medidas tradicionales de  $R^2$  y AICc, se aplicó el análisis de ratios establecido por **IAAO (2013)**. Los tres criterios han sido aplicados para la selección del mejor modelo predictivo.

Una vez obtenidos los residuos de cada uno de los modelos predictivos, se ha procedido a realizar la segunda fase del análisis de inferencia estadística, que ha

consistido en la detección de diferencias en la valoración de cada una de las sociedades analizadas.

Si bien, como se ha indicado, el modelo predictivo seleccionado ha sido el de GWR, a efectos ilustrativos se han comparado sus resultados con el modelo de error espacial de coeficientes fijos, el modelo de MCO, y el modelo hedónico con variables dummy. Se han contrastado los resultados mediante ratios obtenidos del análisis de los valores de tasación de la misma vivienda tasada en 2014 y en 2015 (esto supone el 8% de los pisos de 2015).

Los dos contrastes realizados de los modelos (frente a las propias tasaciones de 2015, y frente a las tasaciones repetidas en 2014 y 2015) muestran similares resultados. Los ratios de los modelos MCO y SEM son mayores tanto en PRD (Price related differences) como en COD (coeficiente de dispersión) que los del modelo GWR. El PRD mide el sesgo de sobrevaloración y el COD la dispersión de las valoraciones. El contraste de las tasaciones de 2015 con la muestra de tasaciones del año 2014 da unos resultados mucho mejores que el de los modelos (como cabría esperar al tratarse de tasaciones y no de estimaciones).

#### **TEXTO INHIBIDO**

Finalmente, se ha analizado la influencia en el valor, directamente o por interacción de los tres agentes considerados: sociedades de tasación, mandatarios y profesionales. Autores como **Gwin y Maxam (2002)** observaron que hay incentivos para que aparezca un conflicto de interés (riesgo moral) si el Banco garantiza al tasador con una futura facturación, condicionada a que las tasaciones favorezcan la operativa de negocio (mayores créditos). Desde el punto de vista del enfoque del problema Principal-Agencia, (**Gwin et al., 2005**) concluyen que hay incentivos por parte de la tasadora (agencia), para valorar por encima del valor de mercado, si así lo solicita el Banco (principal).

#### **TEXTO INHIBIDO**



## Resultados

La contribución a la literatura académica de la presente Tesis Doctoral, radica precisamente en que este es el primer trabajo que analiza conjuntamente los datos de todas las valoraciones realizadas con fines financieros durante un período de un año y en una zona determinada. Hasta la fecha, todos los trabajos realizados en España se han relacionado con una sola empresa de valoración (**García, Raya 2011**) o con un intermediario inmobiliario (**Akin et al. 2014; Montalvo, Raya 2017**), lo que significa que no se puedan hacer comparaciones entre ellos. Lo que esto sugiere es que cuando se analizan los datos de las valoraciones de una sola fuente de información, pueden proporcionar resultados sesgados que se derivan del juicio humano o de las pautas del evaluador.

### TEXTO INHIBIDO

En el modelo seleccionado, GWR, se ha aplicado la metodología factorial, y se han contemplado 5 factores, que toman los siguientes valores medios : Jerarquía (0,24), Entorno Social (0,02), Servicios (-0,14), Tamaño (0,31), y Acondicionamiento (0,12).

El factor con más peso es el del tamaño, que recoge la superficie de la vivienda y el número de dormitorios. El siguiente factor en importancia, es el denominado jerarquía, que contempla la calidad del inmueble, el coste de construcción estimado, la antigüedad, el ascensor y el estado de conservación. El factor servicios es el tercero, que presenta signo negativo, e incluye la existencia de zonas verdes y piscina. El factor acondicionamiento, a continuación, contempla el aire acondicionado y la calefacción. Finalmente el factor con menor relevancia es el del entorno social que incluye aspectos como el número de viviendas en alquiler, el nivel de estudios, población extranjera no europea, y el número de planta de la vivienda. Respecto a esto último, ha de indicarse que aquellas variables más relacionadas con la ubicación pierden importancia en este tipo de modelos dado que

la localización de cada inmueble ya está considerada en las estimaciones realizadas localmente por el propio modelo.

Los mencionados factores son variables en función de la ubicación, de modo que sus importes son una mera referencia general, debiendo analizar la ubicación específica de cada inmueble para estimar los coeficientes.

Para disponer de una mejor visión global de la importancia de cada variable en la zona considerada, es mejor analizar los datos de los modelos espaciales globales. Entre estos, el modelo que proporciona mejores resultados, el modelo SEM, muestra que las variables más relevantes, al presentar estas los coeficientes de una magnitud mayor, para determinar el valor de tasación de la propiedad, son básicamente aquellas que afectan el entorno socioeconómico, entre las que destaca por su importancia el porcentaje de viviendas de alquiler en la zona, y donde no resulta significativa la influencia de la población extranjera no europea; el resto de factores son el nivel de educación, porcentaje de viviendas vacías, y número medio de inquilinos. En segundo lugar estarían las variables intrínsecas de la vivienda, entre las cuales el factor tamaño es el más importante (aunque de menor relevancia que el de viviendas en alquiler) y en tercer lugar el factor de ubicación, donde la proximidad al centro de la ciudad es la variable más relevante.

La influencia tan relevante del número de viviendas en alquiler sobre el precio de la vivienda, puede entenderse debido a que ello es indicativo de la existencia de un mercado activo residencial, donde hay demanda para residir, y en consecuencia un mercado más profundo implica una mayor renta y en consecuencia un mayor precio del inmueble. La interrelación entre el precio de la vivienda y la renta ha sido analizado por **Chica Olmo, J. (1995)**.

En la ilustración 12.1, se muestran las zonas en color más oscuro con mayor nivel de viviendas en alquiler por sección censal en el entorno de la ciudad de Valencia. Las zonas del centro de la ciudad muestran los niveles más altos, si bien hay zonas más periféricas como Alboraya, Beniferri, Paterna y Godella hacia el norte con alta densidad de viviendas en alquiler. En el oeste encontramos zonas de Chiva, Torrente y Chirivella con alto nivel de vivienda en alquiler. En el sur Sueca muestra áreas también con niveles elevados. Curiosamente, el litoral, salvo en este último caso no muestra niveles de alquiler elevados.

## Densidad de viviendas en alquiler en Valencia

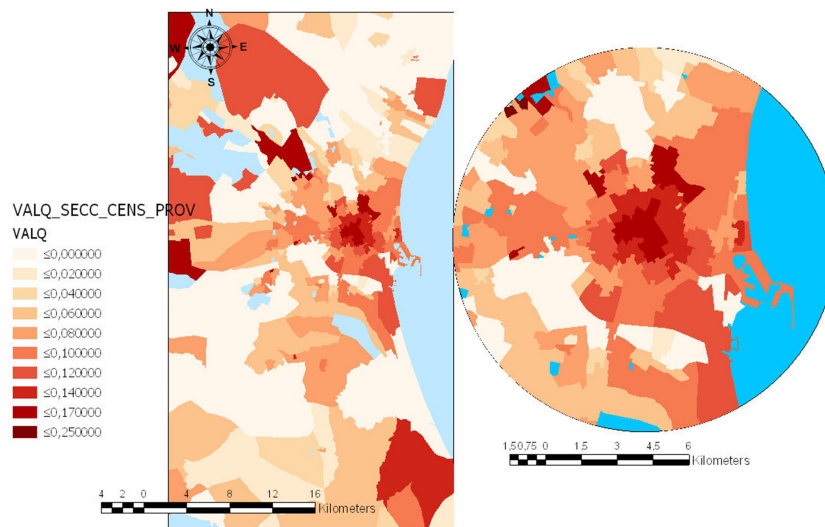


Ilustración 12.1 Densidad de viviendas en Alquiler por secciones censales en Valencia

Estos resultados no coinciden exactamente con la opinión de **Aspachs-Bracomys y Rabanal (2010)**, quienes consideran que uno de los principales factores que podrían estar detrás del pico observado en las propiedades residenciales en España son los factores demográficos relacionados con la inmigración y los cambios en la composición de los hogares. Según la presente tesis, la población extranjera no europea no fue significativa o dio un coeficiente negativo en los modelos. Salvo en algunas áreas muy delimitadas (como en la ciudad de Valencia), esto podría deberse a que esta población se distribuye por toda la provincia, excepto en las zonas costeras donde no aparece. Por el contrario, la población extranjera europea tiene un coeficiente negativo. Esto se debe a las concentraciones más altas de comunidades europeas no comunitarias, que presentan un nivel económico medio-bajo. Estos coeficientes implican que en los casos con una mayor concentración de extranjeros, los precios relativos son más bajos. Sin embargo, en algunas zonas aisladas, se pueden encontrar concentraciones de diferentes poblaciones europeas en comparación con la anterior (particularmente británica), lo que tendría un efecto diferente, pero como su peso relativo en la provincia es menor, no obstante, los regresores muestran una relación inversa al precio.

Al igual que **Taltavull et al. (2016)**, Se observó que una distancia más corta a la costa significa un precio de compra-venta más alto para propiedades residenciales.

En su estudio, realizado en la provincia de Alicante, próximo a Valencia por tanto, observaron que se producían efectos de transmisión de precios hasta unos 25 km de la línea de costa, a partir de esta distancia los efectos no eran significativos. En el caso de la presente Tesis Doctoral, se observa que los precios con una distancia más corta de 100 metros desde una playa obtienen precios 19% más altos que los obtenidos para distancias entre 100 metros y 2 km, pero solo para el factor de ubicación, lo que concuerda con la diferencia de coeficientes retransformados.

Con respecto a la distancia al centro de la ciudad, también se observa en la presente Tesis Doctoral que las viviendas ubicadas en el centro tienden a ser más caras que las que están más alejadas del centro. Este resultado coincide con **Chasco y Le Gallo (2013)**, quienes obtuvieron resultados estadísticamente significativos por la proximidad a los ejes principales, la distancia al CDB y la distancia a los grandes parques para analizar el impacto de la contaminación y el ruido en el precio de compra-venta de Viviendas en la ciudad de Madrid. Sin embargo, su estudio se refería solo al centro de Madrid, y la idiosincrasia de Madrid también difiere de la de Valencia. El valor de una propiedad residencial ubicada en el centro de la ciudad de Valencia es de media, “*ceteris paribus*”, casi el doble del precio de aquellos ubicados fuera de la ciudad.

En relación a las variables de ubicación, cabe señalar que en el modelo global seleccionado (SEM), los regresores dan un valor de 0.66 y 0.36 en el primer anillo del centro de la ciudad y ubicación en primera línea a la playa respectivamente, en comparación con 0.29 y 0.19 para ubicaciones que están en el segundo anillo del centro de la ciudad y en la segunda en línea a la playa.

Todo lo anterior muestra que la ubicación es una variable mucho más importante a la hora de valorar una vivienda que sus características intrínsecas, al menos para viviendas con características básicas similares. De hecho, algunas variables características de las viviendas influyen menos en el valor. Por ejemplo, los regresores de estas variables toman valores de 0.22 si el edificio tiene un ascensor, o solo de 0.06 si hay aire acondicionado y, por lo tanto, influyen en el valor menos que los factores de ubicación.

**TEXTO INHIBIDO**

**TEXTO INHIBIDO**

**TEXTO INHIBIDO**

En línea con estos resultados, en la presente Tesis Doctoral, las desviaciones observadas en la valoración entre las sociedades analizadas, a partir de los resultados

del modelo GWR, son del 19% entre la que presenta un mayor coeficiente y la que presenta un coeficiente menor.

No obstante, cabe destacar que este estudio difiere de los de **Chinloy et al. (1997)** y **Chu y Megbolubge (1996)**, que compararon las valoraciones de las propiedades con los precios de compra-venta.

## TEXTO INHIBIDO

En este sentido, cabe señalar que una adecuada aplicación del valor hipotecario, estimado con carácter macroprudencial sería más efectivo que el valor escriturado, Por un lado, el valor escriturado no es un valor homogéneo, dado que al ser la base para la estimación de impuestos sobre la vivienda, está muy ligado al valor mínimo legal, que lo fija cada comunidad autónoma, y mientras en algunas comunidades tiende a situarse por niveles incluso superiores a los valores de transacción, en otras comunidades y municipios, suele estar muy por debajo; por otro lado, si el valor escriturado se convierte en el valor de referencia a efectos del cálculo del LTV, podría quedar sujeto a igual manipulación que cualquier otro, de modo que incluso dejaría de ser una posible referencia sobre el valor “real” del inmueble.

**TEXTO INHIBIDO**

**TEXTO INHIBIDO**

Conclusiones





**TEXTO INHIBIDO**

## Limitaciones

La metodología utilizada en la presente tesis, precisa que el número de valoradores sea suficientemente amplio, y que cada uno de ellos realice un número mínimo de valoraciones para de ese modo poder realizar comparaciones y estimaciones de error con un nivel de confianza adecuado.

Los modelos desarrollados, a partir del modelo inicial de MCO, adolecen de ciertas limitaciones respecto al cumplimiento de los supuestos básicos de los modelos clásicos de regresión como la no normalidad o heterocedasticidad de la varianza de los errores, que se solventan parcialmente mediante el uso de estimadores insesgados, la aplicación de metodologías como la de máxima verosimilitud o de los momentos generalizados, y por el elevado número de observaciones dispuestas, no obstante en muestras más pequeñas de inmuebles estas circunstancias podrían afectar a la precisión de las estimaciones.

El ajuste del modelo MCO sin incorporar las sociedades como variable dummy, con datos de 2014 y 2015 es similar ( $R^2$  es de 0,807 y 0,805 y AICc es de 2.055,9 y 3.506,4 respectivamente), a pesar de se han evidenciado defectos de información en la recogida de los datos de 2014.

En el contraste del modelo mediante el método de “Split validation”, sobre los datos de 2015 sin sociedades, se evidencian resultados robustos con una bondad de ajuste similar. Los  $R^2$  ajustados son de 0,805 y 0,804. (AICc de 1.478,6 y 1.491.3 respectivamente para el 40% de los datos para entrenamiento del modelo, y para el 60% restante.

Han surgido problemas de multicolinealidad con la variable dependiente que se han resuelto mediante la estandarización de los datos, si bien estos problemas no afectan a la idoneidad de las estimaciones del modelo.

El modelo si ha presentado problemas de heterocedasticidad y de no normalidad de los errores, que se palian con la obtención de estimadores robustos tales como los estimadores HAC (Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent Standard

Errors), test de White y el test KP-HET, que infiere estimadores en presencia de heterocedasticidad y autocorrelación.

Asimismo, estos problemas surgidos en la especificación del modelo, unidos a la existencia de valores aislados geográficamente, afectan a la operatividad de los modelos de regresión ponderada geográficamente. Esta casuística ha hecho que los modelos GWR hayan tenido que ser formulados mediante una reducción factorial de dimensiones para así obtener la ortogonalidad de las variables.

El modelo factorial seleccionado presenta una bondad del ajuste de 0,67, y un AICc de 12.624,3. Estos resultados son inferiores a los del modelo de MCO, pero este modelo no es aplicable debido a que en GWR sus variables muestran defectos severos de especificación tal como se ha mencionado anteriormente.

Respecto a los modelos de retardo y de error espacial, realizados con diferentes matrices de relaciones espaciales y anchos de banda, los resultados oscilan entre 0,803 que muestran los modelos SEM con matrices de contigüidad de grado 1, o con matrices de 6-vecinos, por el método de los momentos generalizado, al modelo SEM con matrices de contigüidad de grado 1, por el método de máxima verosimilitud, cuyo resultado es de 0,86 y un AICc de -1301,07.

Respecto a los modelos de inferencia, en los que la variable dependiente que se ha tomado han sido los residuos, su bondad de ajuste es baja. Para mejorar el resultado, debería de tratar de mejorarse la capacidad predictiva del modelo, lo cual se puede conseguir con la mejora de la recogida de datos de campo, lo cual excede la capacidad del investigador, así como con una diferente especificación del modelo, lo cual abre futuras vías de investigación.

Las diferentes finalidades, tanto legales como de otra índole, hacen que los valores de tasación puedan verse alterados con signo distinto, lo cual podría afectar a la sistemática de cada tasador, en el caso de que su especialización sea en una u otra finalidad.

Esta limitación, no obstante es paliada gracias a que la inmensa mayoría de la finalidad de las valoraciones es tradicionalmente para la concesión de hipotecas o valoraciones de inmuebles adjudicados en pago de deudas por las entidades de crédito.

## Futuras líneas de investigación.

La presente investigación se ha centrado en las diferencias de valoración de sociedades de tasación, pero puede igualmente aplicarse a detectar diferencias sistemáticas de valoración de profesionales, a nivel interno de cada sociedad.

**TEXTO INHIBIDO**

**TEXTO INHIBIDO**

Por otro lado, es fundamental, para que los resultados obtenidos sean lo más adecuados posibles, que el modelo predictivo debe tener una bondad de ajuste elevada. Por ello, como líneas futuras de investigación se pueden aplicar modelos jerárquicos multinivel, que pueden mejorar de manera significativa los resultados, si bien, estos, están sujetos a fuertes asunciones.

# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## Capítulo 1 Introducción

Banco de España. (2016). Indicadores económicos. Boletín Económico Banco de España. Recuperado desde: <http://www.bde.es/webbde/es/estadis/infoest/indeco.html>.

Thanasi, M. (2015). Hedonic price model and its application to the housing market (literature review). doi:10.13140/RG.2.1.4231.9521

Asociación Hipotecaria Española AHE. (2015). Asociación Hipotecaria Española. Evolución de títulos hipotecarios en el segundo trimestre de 2015. *Inmueble: Revista del sector inmobiliario*, 154, 50-52.

## Capítulo 2. Mercados inmobiliarios y financieros

Adams, Z., y Fuss, R. (2010). Macroeconomic determinants of international housing markets. *Journal of Housing Economics*, 19(1), 38–50. Recuperado desde: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhe.2009.10.005>.

Agnello, L. y Schuknecht, L. (2011). Booms and busts in housing markets: Determinants and implications. *Journal of Housing Economics*, 20(3), 171–190. Recuperado desde: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhe.2011.04.001>.

Akin, O., Montalvo, J.G., Garcia Villar, J., Peydro, J.L., y Raya, J.M. (2014). The real estate and credit bubble: evidence from Spain. *SERIEs Journal of the Spanish Economic Association*, 5(2-3), 223–243. <http://doi.org/10.1007/s13209-014-0115-9>

- Andersson, F., y Mayock, T. (2014). Loss severities on residential real estate debt during the Great Recession. *Journal of Banking and Finance*, 46(1), 266–284. <http://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2014.05.010>.
- Aspachs-Bracons, O. y Rabanal, P. (2010). The drivers of housing cycles in Spain. *SERIEs Journal of the Spanish Economic Association*, 1(1–2), 101–130.
- Banco de España. (2017). Informe sobre la crisis financiera y bancaria en España, 2008-2014 (2017). [http://www.bde.es/f/webbde/Secciones/Publicaciones/OtrasPublicaciones/Fich/InformeCrisis\\_Completo\\_web.pdf](http://www.bde.es/f/webbde/Secciones/Publicaciones/OtrasPublicaciones/Fich/InformeCrisis_Completo_web.pdf).
- Bellod, J.F.B. (2011). Detección de burbujas inmobiliarias: el caso español. *Contribuciones a la Economía*, Grupo Eumed.net (Universidad de Málaga), issue 2011-05. Disponible en: <http://www.eumed.net/ce/2011a/jfbr.htm>
- Ben-David, I. (2011). Financial Constraints and Inflated Home Prices during the Real Estate Boom. *American Economic Journal*, 3(3), 55–87.
- Bianconi, M., y Yoshino, J. (2010). Firm Market performance and volatility in a National Real Estate Sector. *International Review of Economics and Finance*, 22. 10.2139/ssrn.1692737.
- Blanchard, O., y Watson, M.W. (1982). Bubbles, Rational Expectations and Financial Markets. In P. Wachtel (ed.), *Crises in the Economic and Financial Structure*. Lexington Books, Lexington,
- Bowcock, P. (2015). A discussion paper on valuations for mortgage and the level of house prices. *International Journal of Housing Markets and Analysis*, 8(1), 27–35. Recuperado desde: <http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/IJHMA-07-2014-0024>.
- Campbell, J., y Shiller R.J. (1987). Cointegration and Tests of Present Value Models. *Journal of Political Economy*, 95(5) (Oct., 1987), 1062-1088. <https://doi.org/10.1086/261502>.
- Case, K.E., y Shiller, R.J. (1989). The Efficiency of the Market for Single Family Homes. *American Economic Review*, 79 (1), 125 – 137.
- Cerruti, E., Dagher, J., y Dell’Ariccia, G. (2017). Housing finance and real-estate booms: A cross-country perspective. *Journal of Housing Economics*, 38, 1-13. [doi.org/10.1016/j.jhe.2017.02.001](http://doi.org/10.1016/j.jhe.2017.02.001)

- Chang, O. (2013). Moving homes or moving markets? Atlanta, GA: Sylvan Road Capital. Recuperado desde <http://www.sylvanroad.com/wp-content/uploads/SRC-Housing-Perspectives-Moving-Homes-or-Moving-Markets-04212012-11.pdf>
- Chinloy, P., Cho, M., y Megbolugbe, I.F. (1997). Appraisals, Transaction Incentives and Smoothing. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 14, 89–111.
- Daher, A. (2013). El sector inmobiliario y las crisis económicas. *Eure*, 39(118), 47–76. <http://doi.org/10.4067/S0250-71612013000300003>
- Escobar, C. (2014). Análisis de los factores determinantes de La demanda de hipotecas En España. Grado en Finanzas. Universidad de León, pp.1–74.
- Escobar, L. (2010). Herramientas comparadas de medición y gestión del riesgo inmobiliario. Congreso, X X V Miami, UPAV.
- Gallagher, E., Bond, D., y Ramsey, E. (2014). Northern Ireland's property market bubble: a preliminary analysis. *Applied Economics Letters*, 22(1), 61–65. <http://doi.org/10.1080/13504851.2014.925044>.
- Gallin, J. (2008). The Long-Run Relationship Between House Prices and Rents. *Real Estate Economics*, 36(4), 635-658 Published by Blackwell Publishing Inc Edit DOI: 10.1111/j.1540-6229.2008.00225.x ISSN: 10808620
- García Montalvo, J. (2009). Financiación inmobiliaria, burbuja crediticia y crisis financiera: lecciones a partir de la recesión de 2008-2009. *Papeles de Economía Española*, 122, 66–87.
- García Delgado, L. y Martín, M. (2014). El mercado hipotecario de viviendas en España: crisis y reforma. *Circulo Civico De Opinion*, p.4.
- Gimeno, R., y Martínez-Carrascal, C. (2010). The relationship between house prices and house purchase loans: The Spanish case. *Journal of Banking and Finance*, 34(8), 1849–1855. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbankfin.2009.12.011>.
- Greenaway-McGrevy, R., y Phillips, P.C.B. (2016). Hot property in New Zealand: Empirical evidence of housing bubbles in the metropolitan centers. *New Zealand Economic Papers*, 50(1), 88–113. Recuperado desde: <http://doi.org/10.1080/00779954.2015.1065903>

- Hartmann, P. (2015). Real estate markets and macroprudential policy in Europe. *Journal of Money, Credit and Banking*. Supplement to 47(1) (March–April 2015)
- Howden, D., y Li, J.X. (2015). An Austrian Analysis of China's Unsustainable Boom. *Economic Affairs*, 35(3), 443–452. <http://doi.org/10.1111/ecaf.12133>
- Hui, E.C.M., Wang, Z., y Wong, H. (2014). Risk and credit change in Asian securitized real estate market. *Habitat International*, 43, 221–230. <http://doi.org/10.1016/j.habitatint.2014.03.008>
- Igan, D., y Pinheiro, M. (2010). Exposure to real estate in bank portfolios. *Journal of Real Estate Research*, 32(1), 47–74. Recuperado desde: <http://aresjournals.org/doi/abs/10.5555/rees.32.1.g57457xp8k202241>.
- Jimeno, JF., y Santos, T. (2014). The crisis of the Spanish economy. *Journal of the Spanish Economic Association*, 5, 121-141.
- Kindleberger, C.P., y Aliber, R.Z. (2005). Manias, panics and crashes: a history of financial crises-/Charles P. Kindleberger and Robert Z. Aliber.
- Klotz, P., Lin, T.C. y Hsu, S.H. (2016). Modeling property bubble dynamics in Greece, Ireland, Portugal and Spain. *Journal of European Real Estate Research*, 9(1), 52-75.
- Lacour-Little, M., y Malpezzi, S. (2003). Appraisal Quality and Residential Mortgage Default: Evidence from Alaska. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 27(2), 211–233. <http://doi.org/10.1023/A:1024728420837>
- Leamer, E.E. (2002). Bubble Trouble? Your Home Has a P/E Ratio Too. *UCLA Anderson Forecast*, June.
- LeRoy, S., y Porter, R. (1981); The Present – Value Relation: Tests Base on Implied Variance Bounds. *Econometrica*, 49(3), 555 – 574.
- Leung, C. (2004). Macroeconomics and housing: a review of the literature. *Journal of Housing Economics*, 13(4), 249-267.
- Levin, E.J. y Wright, R.E. (1997, a); The impact of speculation on house prices in the United Kingdom. *Economic modelling*, 14(4), 567-585.

- Levin, E.J., y Wright, R.E. (1997, b). Speculation in the housing market?. *Urban Studies*, 34(9), 1419-1437.
- McGreal, S., y Taltavull, P., (2012). An analysis of factors influencing accuracy in the valuation of residential properties in Spain. *Journal of Property Research*, 29(1), 1–24. Available at: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09599916.2011.589531>.
- McQueen, G., y Thorley, S. (1994). Bubbles, stock returns, and duration dependence. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 29(3), 379-401.
- Mercille, J. (2013). The role of the media in sustaining Ireland's housing bubble. *New Political Economy*, 19(2), 282-301. Recuperado desde: <http://dx.doi.org/10.1080/13563467.2013.779652>.
- Miralles I Garcia, J.L. (2015). Urban coastal development in valencian country: a paradigmatic case of non-sustainable development. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 10(3), 301–314. <http://doi.org/10.2495/SDP-V10-N3-301-314>.
- Muellbauer, J., y Murphy, A. (1997). Booms and busts in the UK housing market. *The Economic Journal*, 107(445), 1701-1727.
- Naredo, J.M. (2010). El modelo inmobiliario español y sus consecuencias. *Boletín CF+S*, 44, 13–27. Recuperado desde: <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n44/ajnar.html>.
- Netto, C.R.L., Fávero, L.P.L., y Suzart, J.A.D.S. (2015). House prices and real estate bubbles in Brazil: an analysis through Johansen cointegration. *International Journal of Applied Decision Sciences*, 8(4), 339-357.
- Nneji, O., Brooks, C., y Ward, C. (2013). Intrinsic and Rational Speculative Bubbles in the US Housing Market: 1960–2011. *Journal of Real Estate Research*, 31(2), 121–151.
- Ó Riain, S. (2012). The crisis of financialisation in Ireland. *Economic and Social Review*, 43(4), 497–533.
- Oliveira, M.M., y Almeida, A.C.L. (2014). Testing for rational speculative bubbles in the Brazilian residential real-estate market. *Risk Management Post*



- Financial Crisis: A Period of Monetary Easing (pp. 401-416). *Emerald Group Publishing Limited*.
- Oliver, J. (2012). Informe sobre el sector inmobiliario residencial en España, p.129. CatalunyaCaixa, Barcelona.
- Pavlov, A.D., y Wachter, S.M. (2009). Subprime lending and house price volatility. University of Penn, *Inst for Law y Econ Research Paper*, (08–33).
- Phillips, P., Shi, S., y Yu, J. (2012). Testing for multiple bubbles. *Research Collection School Of Economics*. [http://ink.library.smu.edu.sg/soe\\_research/1302](http://ink.library.smu.edu.sg/soe_research/1302).
- Riddell, M. (1999). Fundamentals, Feedback Trading, and Housing Market Speculation: Evidence from California. *Journal of Housing Economics*, 8, 272 – 284.
- Shiller, R.J. (1981). Do Stock Prices Move Too Much to be Justified by Subsequent Changes in Dividends?. *The American Economic Review*, 71(3), 421-436.
- Shiller, R.J. (2000). *Irrational Exuberance*, Princeton University Press.
- Takahashi, H. (2012). An analysis of the influence of dispersion of valuations on financial markets through agent-based modeling. *International Journal of Information Technology y Decision Making*, 11(1), 143–166.
- Wachter, S. (2015). The housing and credit bubbles in the United States and Europe: A comparison. *Journal of Money, Credit and Banking*, 47(S1), 37–42.
- West, K. (1987). A Specification Test for Speculative Bubbles. *The Quarterly Journal of Economics*, 102(august), 553 – 580.
- Yiu, M.S., Yu, J., y Jin, L. (2013). Detecting bubbles in Hong Kong residential property market. *Journal of Asian Economics*, 28, 115–124. Recuperado desde: <http://dx.doi.org/10.1016/j.asieco.2013.04.005>.

### Capítulo 3. Valoración inmobiliaria

- Achu, K. (2011). Do Clients Influence Valuations Carried Out For Financial Reporting Purposes ? Some Evidence from Malaysia. *17<sup>th</sup> Pacific Rim Real Estate Society Conference*, 1–37.
- Akin, O., García Villar, J., Montalvo, J.G., Peydro, J.L., y Raya, J.M. (2014). The real estate and credit bubble: evidence from Spain. *SERIEs Journal of the Spanish Economic Association*, 5(2-3), 223–243. <http://doi.org/10.1007/s13209-014-0115-9>
- Alemán, J., Gómez, G., y Gutiérrez, J. (2008). Modelo de Detección de Fraude por Sobrevaluación del Valor de la Vivienda. *Sociedad Hipotecaria Federal, S.N.C.*, 1–28.
- Alís, J.C., Corell, J.V.F., y de Lama Santos, F.C. (2016). La necesidad de nuevas propuestas metodológicas de valoración en la vivienda. *Ciudad y territorio: Estudios territoriales*, 189, 419-436.
- Amidu, A.R., y Aluko, B.T. (2007). Client influence in residential property valuations: an empirical study. *Property Management*, 25(5), 447–461. <http://doi.org/10.1108/02637470710824720>
- Baum, A., Crosby, N., Gallimore, P., McAllister, P., y Gray, A. (2000). The influence of valuers and valuations on the workings of the commercial property investment market. In Royal Institution of Chartered Surveyors/Investment Property Forum, London.
- Bowcock, P. (2015). A discussion paper on valuations for mortgage and the level of house prices. *International Journal of Housing Markets and Analysis*, 8(1), 27 – 35 DOI <http://dx.doi.org/10.1108/IJHMA-07-2014-0024>
- Carswell, A.T., y Bachtel, D.C. (2007). Mortgage Fraud: White-Collar Crime With Long-Standing Community Effects. *Public Administration and Management*, 12(4), 39.
- Cheng, P., Lin, Z., y Liu, Y. (2011). Heterogeneous Information and Appraisal Smoothing. *Journal of Property Research*, 33(4), 443–469. Recuperado desde: <http://ares.metapress.com/index/0QX51767H3424N> 43.pdf.
- Chinloy, P., Cho, M., y Megbolugbe, I.F. (1997). Appraisals , Transaction Incentives and Smoothing. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 14, 89–111.

- Cho, M., y Megbolugbe, I.F. (1996). An Empirical Analysis of Property Appraisal and Mortgage Redlining. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 13, 45–55. <http://doi.org/10.1007/BF00174550>
- Crosby, N., Lizieri, C. y McAllister, P. (2010). Means, motive and opportunity? Disentangling client influence on performance measurement appraisals. *Journal of Property Research*, 27(2), 181–201.
- de Juan, A. (2003). From good bankers to bad bankers: Ineffective supervision and management deterioration as major elements in banking crises. *Journal of Banking Regulation*, 4(3), 237–246.
- Díaz, J., y Hansz, J.A. (2010). A taxonomic field investigation in to induced bias in residential real estate appraisals, *International Journal of Strategic Property Management*, 14(1), 3-17, DOI: 10.3846/ijspm.2010.02
- Graff, R.A., y Young, M.S. (1999). The Magnitude of Random Appraisal Error in Commercial Real Estate Valuation. *Journal of Real Estate Research*, 17(1), 33–54.
- Kinnard, W.N., Lenk, M.M., y Worzala, E.M. (1997). Client pressure in the commercial appraisal industry: how prevalent is it?. *Journal of Property Valuation and Investment*, 15(3), 233-244.
- Klamer, P., Bakker, C., y Gruis, V. (2017). Research bias in judgement bias studies—a systematic review of valuation judgement literature. *Journal of Property Research*, 34(4), 285-304.
- Lang, W.W., y Nakamura, L.I. (1993). A Model of Redlining. *Journal of Urban Economics*, 33(2), 223-234.
- Levy, D. y Schuck, E. (2005). The influence of clients on valuations: the clients' perspective. *Journal of Property Investment y Finance*, 23(2), 182–201.
- Marshall, P.J. (1992). The Role of the Appraisal Industry in the US Savings and Loan Crisis. *Journal of Property Valuation and Investment*, 10(2), 491-503.
- McAllister, P., Baum, A., Crosby, N., Gallimore, P., y Gray, A. (2003). Appraiser behaviour and appraisal smoothing: some qualitative and quantitative evidence. *Journal of Property Research*, 20(3), 261-280.

- McGreal, S., y Taltavull, P., (2012). An analysis of factors influencing accuracy in the valuation of residential properties in Spain. *Journal of Property Research*, 29(1), 1–24. Available at: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09599916.2011.589531>.
- Nwuba, C.C., Egwuatu, U.S., y Salawu, B.M. (2015). Clients’ means of influence on mortgage valuation in Nigeria. *Property Management*, 33(4), 367-385.
- Pinto, I. (2013). Asset value management in the Portuguese real estate sector. *Journal of International Accounting, Auditing and Taxation*, 22(2), 86–97. <http://doi.org/10.1016/j.intaccaudtax.2013.07.003>
- Shi, L., y Zhang, Y. (2015). Appraisal inflation: Evidence from the 2009 GSE HVCC intervention. *Journal of Housing Economics*, 27, 71–90. Recuperado desde: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhe.2015.02.007>.
- Shi-Ming, Y. (2002). Client pressure in residential valuations—evidence from Singapore. Department of Real Estate, National University of Singapore.
- Smolen, G.E., y Hambleton, D. (1997). Is the Real Estate Appraiser’s Role Too Much to Expect ?. *The Appraisal Journal*, 65(1), 9–17.
- Tzioumis, K., (2015). Appraisers and Valuation Bias: An Empirical Analysis. *Working paper*, (May), 1–44.
- Yao Chen, F., y Ming Yu, S. (2009). Client influence on valuation: does language matter? *Journal of Property Investment and Finance*, 27(1), 25–41. Recuperado desde: <http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/14635780910926658>.

#### Capítulo 4. Modelos de comportamiento y factores que afectan a la calidad de las tasaciones

- Akerlof, G.A. (1970). “The Market for ‘Lemons’: Quality Uncertainty and the Market Mechanism.”. *Quarterly Journal of Economics*. The MIT Press. 84 (3),488–500. doi:10.2307/1879431

- Álvarez, (2011). Análisis de la idoneidad del « valor de tasación » como medio de comprobación del « valor real ». *Crónica tributaria*, 43–55.
- Amidu, A.R., y Aluko, B.T. (2007). Client influence in residential property valuations: an empirical study. *Property Management*, 25(5), 447–461. <http://doi.org/10.1108/02637470710824720>
- Anglin, P.M. y Wiebe, R. (2011). Pricing in an Illiquid Real Estate Market. *Journal of Real Estate Research*, 35(1), 83–102.
- Baffour Awuah, K.G., y Gyamfi-Yeboah, F. (2017). The role of task complexity in valuation errors analysis in a developing real estate market, *Journal of Property Research*, 34(1), 54-76, DOI: 10.1080/09599916.2017.1315444
- Baum, A., Crosby, N., Gallimore, P., McAllister, P., y Gray, A. (2000). The influence of valuers and valuations on the workings of the commercial property investment market. In Royal Institution of Chartered Surveyors/Investment Property Forum, London.
- Cannon, S.E., y Cole, R.A. (2011). How Accurate Are Commercial-Real-Estate Appraisals? Evidence from 25 Years of NCREIF Sales Data. Real Estate Research Institute. Recuperado desde: <http://aresjournals.org/doi/abs/10.5555/rees.17.1.w80116146g262172> [Accessed February 9, 2016].
- Gallimore, P., y Wolverton, M. (2000). The objective in valuation: a study of the influence of client feedback, *Journal of Property Research*, 17(1), 47-57.
- García Montalvo, J. (2009). Financiación inmobiliaria, burbuja crediticia y crisis financiera: lecciones a partir de la recesión de 2008-2009. *Papeles de Economía Española*, 122, 66–87.
- Graff, R., y Webb, J. (1997). Agency costs and inefficiency in commercial real estate, *Journal of Real Estate Portfolio Management*, 3(1), 19–37.
- Gwin, C.R. y Maxam, C.L. (2002). Why do real estate appraisals nearly always equal offer price?. *Journal of Property Investment y Finance*, 20(3), 242–253.
- Gwin, C.R., Ong, S.E. y Spieler, A.C. (2005). Real Estate Appraisal and Transaction Price: An Empirical Evaluation of Alternative Theories Real Estate

- Appraisal and Bid Price : An Empirical Evaluation of Alternative Theories. In *American Real State*. 2–17.
- Knitter, R. (1993). What Clients Want from Appraisal Reports. *The Appraisal Journal*, 272-276.
- Levy, D., y Schuck, E. (1999). The influence of clients on valuations. *Journal of Property Investment y Finance*, 17 (4), 380-400, <https://doi.org/10.1108/14635789910271773>
- Levy, D., y Schuck, E. (2005). The influence of clients on valuations: the clients' perspective. *Journal of Property Investment y Finance*, 23(2), 182–201.
- Quan, D.C., y Quigley, J.M. (1991). Price formation and the appraisal function in real estate markets. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 4(2), 127-146.
- Rudolph, P.M. (1994). Will bad appraisals drive out good. *Appraisal Journal*, 62(3), 23–27.
- Rudolph, P.M. (1998). Will mandatory licensing and standards raise the quality of real estate appraisals? Some insights from agency theory. *Journal of Housing Economics*, 7(2), 165–179.
- Tidwell, O.A., y Gallimore, P. (2014). The influence of a decision support tool on real estate valuations. *Journal of Property Research*, 31(1), 45-63.

## Capítulo 5. Sistemas de valoración inmobiliaria

- Abernethy, A.M., y Hollans, H., (2010). The Home Valuation Code of Conduct and Its Potential Impacts. *Appraisal Journal*, 78(1), 81–93.
- Alemán, J., Gómez, G., y Gutiérrez, J. (2008). Modelo de Detección de Fraude por Sobrevaluación del Valor de la Vivienda. *Sociedad Hipotecaria Federal, S.N.C.*, 1–28.
- Appraisal Institute (2001). *The Appraisal of Real Estate*, 12<sup>th</sup> ed., The Appraisal Institute, Chicago, IL.

- Babawale, G.K. y Ajayi, C.A. (2011). Variance in residential property valuation in Lagos, Nigeria A. Olawore, ed. *Property Management*, 29(3), 222–237.
- Bourassa, S.C., Hoesli, M., Scognamiglio, D., y Zhang, S. (2011). Land leverage and house prices. *Regional Science and Urban Economics*, 41(2), 134–144.
- d’Amato, M. (2015). Income approach and property market cycle. *International Journal of Strategic Property Management*, 19(3), 207–219. <http://doi.org/10.3846/1648715X.2015.1048762>
- Feinstein Doyle Payne y Kravec, LLC, (2012). EAppraiseIT - Spears et al v. Washington Mutual. Federal District Court Judge Grants Class Certification In *Mortgage Appraisal Suit*,.
- Gaddy, W.E., y Hart, R.E. (2003). Real Estate Fundamentals, 6<sup>th</sup> ed., Dearborn Financial Publishing, Chicago, IL.
- GAO, (2012). Regulators Should Take Actions to Strengthen Appraisal Oversight. GAO (US Government Accountability Office) Highlights, (June), p.8678.
- Hordijk, A., Nelisse, P., y Koerhuis-Gritter, L. (2011). European valuation practices: how to compare valuations across borders? Initial findings. *Journal of Property Investment y Finance*, 29 (4/5), 575 – 581.
- Hordijk, A., y van de Ridder, W. (2005). Valuation model uniformity and consistency in real estate indices. *Journal of Property Investment y Finance*, 23 (2), 165 – 181.
- IVPI, Independent Valuation Protection Institute. Recuperado desde: <http://www.independent-valuation-protection-institute.org/> [Accessed May 19, 2016].
- IVSC International Valuation Standards Committee (2010). Discussion paper Definition of a Professional Valuer Definition of a Professional Valuer. , (July).
- Linne, M.R., y Cirincione, J., (2008). Creating Open Data Standards for Real Estate, Appraisal, and Mortgage Banking. *Journal of Real Estate Literature*, 16(1), 75–81.

- Lorenz, D., y Lützkendorf, T. (2008). Sustainability in property valuation: theory and practice. *Journal of Property Investment and Finance*, 26(6), 482-521. DOI: 10.1108/14635780810908361
- Muller, K.A., Riedl, E.J., y Sellhorn, T. (2008). Consequences of Voluntary and Mandatory Fair Value Accounting: Evidence Surrounding IFRS Adoption in the EU Real Estate Industry. , p.Working Paper 1–43.
- Murphy, E.V. (2012). Regulation of Real Estate Appraisers. Congressional Research Service. Recuperado desde <http://www.fas.org/sgp/crs/misc/RS22953.pdf> (accessed February 24, 2016).
- Özdilek, Ü. (2010). On Price, Cost, and Value. *The Appraisal Journal*, (Winter), 70–80.
- Quentin, J. (2009). The Subprime Crisis—Implications for Property Valuation? The Revival of Mortgage Lending Value. *Appraisal Journal*, 77(4), 312.
- Rudolph, P.M. (1998). Will mandatory licensing and standards raise the quality of real estate appraisals? Some insights from agency theory. *Journal of Housing Economics*, 7(2), 165–179.
- Shiller, R.J., y Weiss, A.N. (1999). Evaluating Real Estate Valuation Systems. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 18(2), 147.
- Spence, M.T., y Thorson, J.A. (1998). The effect of expertise of the quality of appraisal services. *The Journal of Real Estate Research*, 15(1/2), 205–215.
- Vaz, J.F. (2015). Real estate appraisal and subjectivity. *European Scientific Journal* March 2015. Special edition ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431 REAL, 7881(March), 55–66.
- Venkataraman, M., y Sitaraman, U. (2015). Standardising Valuation Reports (January 15, 2015). II (7), Mumbai, Published by the Indian Bank’s Association. SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2584850>
- Wolff, M. (2010). Adjusting Market Value over Time. *The Appraisal Journal*, 325.
- Yener, C. (2011). The Establishment of the Real Estate Regulation and Supervision Agency of Turkey (RERSAT ) 1. *Housing Finance International, Summer*, 42–52.



## Capítulo 6. Metodología

- Abate, G.D. (2016). Essays in Spatial Econometrics (Doctoral dissertation, Department Of Economics And Business Economics Aarhus University. *Denmark Essays In Spatial Econometrics* By Girum Dagnachew Abate A PhD thesis submitted to School of Business and Social Sciences, Aarhus University).
- Affuso, E., Cummings, J.R., y Le, H. (2017). Wireless towers and home values: an alternative valuation approach using a spatial econometric analysis. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 56(4), 653-676. <https://doi.org/10.1007/s11146-017-9600-9>
- Ali, G., Ali, H., y Bashir, M.K. (2015). Housing valuation of different towns using the hedonic model: A case of Faisalabad city, Pakistan. *Habitat International*, 50, 240-249.
- Allen, W.C., y Zumwalt, J.K. (1994). Neural Networks: a word of caution. Unpublished Working Paper, Colorado State University, 127-145.
- Anselin, L. (1988). Spatial Econometrics: Methods and Models. *Kluwer Academic Publishers*, Dordrecht, The Netherlands.
- Anselin, L. (1995). Local indicators of spatial association—LISA. *Geographical analysis*, 27(2), 93-115.
- Anselin, L. (2003). An introduction to EDA with GeoDa. Spatial Analysis Laboratory (SAL). Department of Agricultural and Consumer Economics, University of Illinois, Urbana-Champaign, IL. <http://sal.agecon.uiuc.edu/>, pp.1–20. Recuperado desde: <http://geodacenter.asu.edu/system/files/quicktour.pdf>.
- Anselin, L. (2005). Exploring Spatial Data with GeoDa: A Workbook. Spatial Analysis Laboratory Department of Geography University of Illinois, Urbana-Champaign Urbana, IL 61801, pp.1–244.
- Anselin, L. (2011). GMM estimation of spatial error autocorrelation with and without heteroskedasticity. Note (GeoDa Center, Arizona State University, 2011).

- Anselin, L., Amaral, P.V., y Arribas-bel, D. (2012). Technical Aspects of Implementing GMM Estimation of the Spatial Error Model in PySAL. 1–20.
- Anselin, L., y Rey, S.J. (2014). Modern spatial econometrics in practice: A guide to GeoDa, GeoDaSpace and PySAL. *GeoDa Press*.
- Anselin, L., Florax, R. y Rey, S. (2004a). Advances in Spatial Econometrics: Methodology, Tools and Applications. *Springer Science y Business Media*.
- Anselin, L., Kho, Y y Syabri, I. (2004b). GeoDa: An Introduction to Spatial Data Analysis, Spatial Analysis Laboratory.
- Arribas, I., García, F., Guijarro, F., Oliver, J., y Tamošiūnienė, R. (2016). Mass appraisal of residential real estate using multilevel modelling. *International Journal of Strategic Property Management*, 20(1), 77-87.
- Belsky, E., Can, A., y Megbolugbe, I. (1998). A Primer on Geographic Information Systems in Mortgage Finance. *Journal of Housing Research*, 9(1), 5–31. Recuperado desde Publisher's URL
- Bidanset, P. E., y Lombard, J. R. (2016). 7 Optimal kernel and bandwidth specifications for geographically weighted regression: an evaluation using automated valuation models (AVMS) for mass real estate appraisal. *Applied Spatial Modelling and Planning* (pp. 131-144). Routledge.
- Borst, R., y McCluskey, W. (2007). Comparative evaluation of the comparable sales method with geostatistical valuation models. *Pacific Rim Property Research Journal*, 13(1), 106-129.
- Borst, R.A, y McCluskey, W.J. (2008). Using geographically weighted regression to detect housing submarkets: modeling large-scale spatial variations in value. *Journal of Property Tax Assessment y Administration*, 5(1), 21-21. doi:10.1080/14445921.2007.11104225
- Borst, R.A. (1991). Artificial neural networks: the next modelling/calibration technology for the assessment community. *Property Tax Journal*, 10(1), 69-94.
- Braga, L. F., y Alves, T. W. (2015). Valuation of Properties in Rio Grande do Sul: an Analysis from Spatial Regression. *A Economia em Revista-AERE*, 22(1), 85-111.

- Caballer V. (2018) Valoración Agraria y Rural, 6ª edición, Mundi-Prensa.
- Caballer V. y Guadalajara N. “Modelos econométricos de valoración de la tierra de uso agrícola Una aplicación al Estado español”. *Estudios Agrosociales*, 205, 2005, pp.13-38.
- Caballero, F.F. (2011). *Selección de modelos mediante criterios de información en análisis factorial. Aspectos teóricos y computacionales*. Granada: Universidad de Granada.
- Can, A. (1990). The measurement of neighborhood dynamics in urban house prices. *Economic geography*, 66(3), 254-272.
- Can, A. (1992). Specification and estimation of hedonic housing price models. *Regional science and urban economics*, 22(3), 453-474.
- Cano-Guervós, R., Chica-Olmo, J., y Hermoso-Gutiérrez, J. A. (2003). A geostatistical method to define districts within a city. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 27(1), 61-85.
- Case B., Clapp J., Dubin R., y Rodriguez M. (2004) Modeling spatial and temporal house price patterns: A comparison of four models. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 29 (2), 167-191
- Chasco, C., y López Hernández, F.A. (2004). Difusión y dinámica temporal de la dependencia espacial. *Anales de Economía Aplicada*. Madrid: Asociación Española de Economía Aplicada ( ASEPELT).
- Chasco, C., y Le Gallo, J. (2013). The Impact of Objective and Subjective Measures of Air Quality and Noise on House Prices: A Multilevel Approach for Downtown Madrid. *Economic Geography*, 89(2), 127-148.
- Chernobai, E., Reibel, M., y Carney, M. (2011). Nonlinear spatial and temporal effects of highway construction on house prices. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 42(3), 348-370.
- Chica-Olmo, J. (2007). Prediction of housing location price by a multivariate spatial method: cokriging. *Journal of Real Estate Research*, 29(1), 91-114.
- Chica-Olmo, J., Cano, R., y Chica-Olmo, M. (2007). Modelo hedónico espacio-temporal y análisis variográfico del precio de la vivienda. *GeoFocus. Revista*

*Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, (7), 56-72.

- Chica-Olmo, J., Cano-Guervos, R., y Chica-Olmo, M. (2013). A Coregionalized Model to Predict Housing Prices. *Urban Geography*, 34(3), 395-412.
- Chica-Olmo, J., Rodríguez-López, C., y Chillón, P. (2018). Effect of distance from home to school and spatial dependence between homes on mode of commuting to school. *Journal of transport geography*, 72, 1-12.
- Chinloy, P., Cho, M., y Megbolugbe, I.F. (1997). Appraisals, Transaction Incentives, and Smoothing. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 14, 89–111.
- Chow, G.C. (1960). Tests of equality between sets of coefficients in two linear regressions. *Econometrica*, 28, 591-605.
- Cleveland, W.S., y Devlin, S.J. (1988). Locally weighted regression: an approach to regression analysis by local fitting. *Journal of the American statistical association*, 83(403), 596-610.
- Conagin, A., Barbin, D., y Demétrio, C.G.B. (2008). Modifications for the tukey test procedure and evaluation of the power and efficiency of multiple comparison procedures. *Scientia Agricola*, 65(4), 428–432. doi:10.1590/S0103-90162008000400016
- Court, A-T. (1939). Hedonic Price Indexes with Automotive Examples. In *The Dynamics of Automotive Demand*, ed. Charles F. Roos 99-117. New York General Motors.
- De la Fuente Fernández, S. (2011). Análisis de correspondencias simples y múltiples. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad Autónoma de Madrid.
- De la Fuente, S. (2011). Análisis factorial. Universidad Autónoma de Madrid.
- Do, A.Q., y Grudnitski, G. (1992). A neural network approach to residential property appraisal. *The Real Estate Appraiser*, 58(3), 38–45.
- Duan, N. (1983). Smearing estimate: A nonparametric retransformation method. *Journal of the American Statistical Association*, 78(383), 605–610.

- Dubin, R.A. (1998) Estimation of Regression Coefficients in the Presence of Spatially Autocorrelated Error Terms. *The Review of Economics and Statistics*, 70(3), 466-474
- Durán, L.F., Cubas, S.V., Navarro, V.J.B., y Ponce, A.L. (2012). Incidencia de la localización en el precio de la vivienda a través de un modelo de red neuronal artificial. Una aplicación a la ciudad de Valencia. En CT. Catastro. Revista de la Dirección General del Catastro (No. 74, pp. 7-25). Dirección General del Catastro.
- Fik, T. J., Ling, D. C., y Mulligan, G. F. (2003). Modeling spatial variation in housing prices: a variable interaction approach. *Real Estate Economics*, 31(4), 623-646.
- Fotheringham, A.S., Brunson, C., y Charlton, M.E. (1998). Geographically weighted regression: a natural evolution of the expansion method for spatial data analysis. *Environment and Planning A*, 30, 1905-1927.
- Fotheringham, A.S., Brunson, C., y Charlton, M.E., (2002) Geographically Weighted Regression - The Analysis of Spatially varying Relationships, John Wiley y Sons, Chichester.
- García, N., Gámez, M., y Alfaro, E. (2008). ANN+ GIS: An automated system for property valuation. *Neurocomputing*, 71(4-6), 733-742.
- Giles, D.E. (2011). Interpreting Dummy Variables in Semi-logarithmic Regression Models: Exact Distributional Results. *Econometrics Working Paper EWP1101*, 1-24.
- Goh, Y.M., Costello, G., y Schwann, G. (2012). Accuracy and robustness of house price index methods. *Housing Studies*, 27(5), 643-666.
- Goodman, A. (1978). Hedonic Prices, Price Indices and Housing Markets. *Journal of Urban Economics*, 5, 471-484.
- Goodman, A.C., y Thibodeau, T.G. (1998). dwelling age heteroskedasticity in repeat sales house price equations. *Real Estate Economics*, 26(1), 151-171.
- Goodman, A.C., y Thibodeau, T.G. (2003). Housing market segmentation and hedonic prediction accuracy. *Journal of Housing Economics*, 12(3), 181-201.

Recuperado

desde:[ftp://131.252.97.79/Transfer/ES\\_Pubs/ESVal/hedonics/goodman\\_02\\_multilevel\\_prop\\_hedonic\\_marketsegmentation.pdf](ftp://131.252.97.79/Transfer/ES_Pubs/ESVal/hedonics/goodman_02_multilevel_prop_hedonic_marketsegmentation.pdf)

- Griffith, D.A. (2013). Spatial autocorrelation and spatial filtering: gaining understanding through theory and scientific visualization. Springer Science y Business Media. Guadalajara, N. (2018). Métodos de Valoración inmobiliaria. Ed. Mundi-Prensa. 2ª edición.
- Guadalajara, N. (2018). Aportaciones de la escuela española de valoración. Homenaje al profesor Vicente Caballer Mellado. Editores: Guadalajara Olmeda, Natividad y Vivas, David ISBN: 9788491904212 Editorial: Editorial Tirant lo Blanch
- Guan, J., Zurada, J.M., y Levitan, A.S. (2008). An adaptive neuro-fuzzy inference system based approach to real estate property assessment. *Journal of Real Estate Research*, 30(4), 395–421.
- Guervós, R. C., & Olmo, J. C. (2004). Una metodología Geo-Econométrica para la valoración inmobiliaria. CIUDAD Y TERRITORIO Estudios Territoriales, 36(139), 135.
- Guo, L., Ma, Z., y Zhang, L. (2008). Comparison of bandwidth selection in application of geographically weighted regression: a case study. *Canadian Journal of Forest Research*, 38(9), 2526-2534.
- Helbich, M., Brunauer, W., Vaz, E., & Nijkamp, P. (2014). Spatial heterogeneity in hedonic house price models: the case of Austria. *Urban Studies*, 51(2), 390-411.
- Herath, S., y Maier, G. (2013). Local particularities or distance gradient: What matters most in the case of the Viennese apartment market?. *Journal of European Real Estate Research*, 6(2), 163-185.
- Hill, R.J., y Scholz, M. (2013). Incorporating Geospatial Data into House Price Indexes: A Hedonic Imputation Approach with Splines, (October). Princeton Conference on ICP/PPP.
- Ho, R. (2013). Handbook of univariate and multivariate data analysis with IBM SPSS. CRC press., Second Edition.

- Hu, G., Feng, W., y Wang, J. (2013). Multivariate regression modeling for home value estimates with evaluation using maximum information coefficient. In *Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing 2012* (pp. 69-81). Springer, Berlin, Heidelberg.
- IAAO (2013). International Association of Assessing Officers. Standard on Ratio Studies. <http://www.iaao.org> ISBN 978-0-88329-208-2
- James, H., y Lam (1996). The reliability of artificial neural networks for property data analysis (No. eres1996\_157). European Real Estate Society (ERES).
- Kelejian, H.H., y Prucha, I.R. (1999). A generalized moments estimator for the autoregressive parameter in a spatial model. *International economic review*, 40(2), 509-533. <https://doi.org/10.1111/1468-2354.00027>
- Kelejian, H.H., y Prucha, I.R. (2010). Specification and estimation of spatial autoregressive models with autoregressive and heteroskedastic disturbances. *Journal of Econometrics*, 157(1), 53-67.
- Kim, B., y Kim, T. (2016). A Study on Estimation of Land Value Using Spatial Statistics: Focusing on Real Transaction Land Prices in Korea. *Sustainability*, 8(3), 203.
- Kontrimas, V., y Verikas, A. (2011). The mass appraisal of the real estate by computational intelligence. *Applied Soft Computing Journal*, 11(1), 443–448.
- Krause, A.L., y Bitter, C. (2012). Spatial econometrics, land values and sustainability : Trends in real estate valuation research. *Cities*, 29, S19–S25. doi:10.1016/j.cities.2012.06.006
- Kuntz, M., & Helbich, M. (2014). Geostatistical mapping of real estate prices: an empirical comparison of kriging and cokriging. *International Journal of Geographical Information Science*, 28(9), 1904-1921.
- Lacour-Little, M., y Malpezzi, S. (2003). Appraisal Quality and Residential Mortgage Default: Evidence from Alaska. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 27(2), 211–233. <http://doi.org/10.1023/A:1024728420837>

- Lee, G., Cho, D., y Kim, K. (2016). The modifiable areal unit problem in hedonic house-price models, *Urban Geography*, 37(2), 223-245. (DOI: 10.1080/02723638.2015.1057397)
- Lehner, M. (2011). Modelling housing prices in Singapore applying spatial hedonic regression (Master's thesis, IVT, ETH Zürich).
- Lenk, M.M., Worzala, E.M., y Silva, A. (1997). High-tech valuation: should artificial neural networks bypass the human valuer?. *Journal of Property Valuation and Investment*, 15(1), 8-26.
- Liao, W. C., y Wang, X. (2012). Hedonic house prices and spatial quantile regression. *Journal of Housing Economics*, 21(1), 16-27.
- Lima, E.C., y Macedo, P.B.R. (1999). Estimation of a weights matrix for determining spatial effects. *IPEA Discussion paper 672*, Rio de Janeiro.
- Limsombunchai, V., Gan, C., y Lee, M. (2004). House price prediction: hedonic price model vs. artificial neural network. *American Journal of Applied Sciences*, 1(3), 193-201.
- Liu, X. (2013). Spatial and temporal dependence in house price prediction. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 47(2), 341-369.
- López-González, E., y Ruiz-Soler, M. (2011). Análisis de datos con el Modelo Lineal Generalizado. Una aplicación con R. *Revista Española de Pedagogía*, 69(248), 59-80.
- López Hernández, F.A., y Chasco, C. (2004). Modelos de regresión espacio temporales en la estimación de la renta municipal: el caso de la región de Murcia. *Estudios de economía aplicada*, 22(3), 605-630.
- López Hernández, F.A., y Chasco, C. (2007). Time-trend in Spatial Dependence: Specification Strategy in the First-order Spatial Autoregressive Model. *Estudios de economía aplicada*, 25(2), 559.
- Lu, B., Charlton, M., Harris, P., y Fotheringham, A.S. (2014). Geographically weighted regression with a non-Euclidean distance metric: a case study using hedonic house price data. *International Journal of Geographical Information Science*, 28(4), 660-681.



- Maxwell, S.E., y Delaney, H. D. (2003). Designing experiments and analyzing data: A model comparison perspective. Routledge.
- McCluskey, W.J., y Borst, R.A. (1997). An evaluation of MRA, comparable sales analysis, and ANNs for the mass appraisal of residential properties in Northern Ireland. *Assessment Journal*, 4, 47-55.
- McCluskey, W.J., y Borst, R.A. (2011). Detecting and validating residential housing submarkets: A geostatistical approach for use in mass appraisal. *International Journal of Housing Markets and Analysis*, 4(3), 290-318.
- McCluskey, W.J., McCord M., Davis P.T., Haran M., y McIlhatton D. (2013) Prediction accuracy in mass appraisal: a comparison of modern approaches, *Journal of Property Research*, 30:4, 239-265, DOI: 10.1080/09599916.2013.781204
- McGreal, S., Adair, A., McBurney, D., y Patterson, D. (1998). Neural networks: the prediction of residential values. *Journal of Property Valuation and Investment*, 16(1), 57-70.
- Militino, A.F., Ugarte, M.D., y Garcia-Reinaldos, L. (2004). Alternative models for describing spatial dependence among dwelling selling prices. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 29(2), 193-209.
- Montes, F. Guadalajara, N. López, M.A. Ifimi, A.Usai, A. (2019). A spatial model for the mean house mortgage appraisal value in boroughs of the city of Valencia (Spain). *Mathematical Methods in the Applied Sciences*. Draft. *Wiley*
- Moran, P.A.P. (1950). Notes on Continuous Stochastic Phenomena. *Biometrika*, 37(1), 17-23.
- Mussa, A., Nwaogu, U. G., y Pozo, S. (2017). Immigration and housing: A spatial econometric analysis. *Journal of Housing Economics*, 35, 13-25.
- Normas Internacionales de Valuación (2017). ATASA
- Normas RICS (2017): Red Book. RICS.

- Nguyen, N., y Cripps, A. (2001). Predicting housing value: A comparison of multiple regression analysis and artificial neural networks. *Journal of Real Estate Research*, 22(3), 313-336.
- Pace, R.K., Barry, R., Slawson, V.C., y Sirmans, C.F. (2004). Simultaneous spatial and functional form transformations. In *Advances in Spatial Econometrics* (pp. 197-224). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Peddy, L.P. (2011). Analysis of the Mass Appraisal Model by Using Artificial Neural Network in Kaohsiung City. *Journal of Modern Accounting and Auditing*, 7(10), 1080-1089.
- Peterson, S., y Flanagan, A.B. (2009). Neural Network Hedonic Pricing Models in Mass Real Estate Appraisal. *Journal of Real Estate Research*, 31(2), 147-165.
- Pi-ying, L. (2011). Analysis of the mass appraisal model by using artificial neural network in Kaohsiung city. *Journal of Modern Accounting and Auditing*, 7(10), 1080.
- Rahmatian, M., y Cockerill, L. (2004). Airport noise and residential housing valuation in southern California: A hedonic pricing approach. *Int. J. Environ. Sci. Technol*, 1: 17. doi:10.1007/BF03325812.
- Reddy, S. (2015). Residential property value estimation via linear mixed model methods. *Journal of Property Tax Assessment y Administration*, 12(2), 73-94.
- Rhoades, S.A. (1993). The herfindahl-hirschman index. *Fed. Res. Bull.*, 79, 188.
- Rossini, P.A., y Kershaw, P.J. (2008). Automated valuation model accuracy: some empirical testing. 14th Pacific Rim Real Estate Society Conference, Kuala Lumpur.
- Rossini, P. (1997). Artificial neural networks versus multiple regression in the valuation of residential property. *Australian Land Economics Review*, 3(1), 1-12.
- Salom Carrasco, J., Albertos Puebla, J.M., y Fajardo Magraner, F. (2015). Crisis y reestructuración en el Área Metropolitana de Valencia. *Revista de Estudios Andaluces*, 32, 1-21. Capítulo XII.

- Shiller, R.J., y Weiss, A.N. (1999). Evaluating Real Estate Valuation Systems. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 18(2), 47.
- Shimizu, C. (2014). Estimation of Hedonic Single-Family House Price Function Considering Neighborhood Effect Variables. *Sustainability*, 6(5), 2946–2960. doi:10.3390/su6052946
- Snee, R.D. (1977). Validation of regression models: methods and examples. *Technometrics*, 19(4), 415-428
- Sopranzetti, B.J. (2015). Hedonic regression models. In *Handbook of financial econometrics and statistics* (pp. 2119-2134). Springer New York.
- Stakhovych, S. y Bijmolt, T.H.A. (2009). Specification of spatial models: A simulation study on weights matrices. *Papers in Regional Science*, 88(2), 389–408. Recuperado desde: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1435-5957.2008.00213.x> [Accessed February 22, 2017].
- Taltavull, P., López, E., y Juárez, F. (2016). Ripple effect on housing prices. Evidence from tourist markets in Alicante, Spain. *International Journal of Strategic Property Management*, 21(1), 1-14.
- Tay, D.P., y Ho, D.K. (1992). Artificial intelligence and the mass appraisal of residential apartments. *Journal of Property Valuation and Investment*, 10(2), 525-540.
- Tukey, J. (1949). Comparing Individual Means in the Analysis of Variance. *Biometrics*, 5 (2): 99–114. JSTOR 3001913
- Ugarte, M.D., Goicoa, T., y Militino, A.F. (2004). Searching for housing submarkets using mixtures of linear models. *Spatial and Spatiotemporal Econometrics*, 18, 259-276. doi:10.1016/S0731-9053(04)18008-0
- Wild, M. (2009). What Drives Land Prices in Your Market? The Use of Multiple Regression Analysis to Confirm the Significance of Determinative Real Estate Value Elements. *Journal of the ASFMRA*, 3–15.

- Wong, B.K., Bodnovich, T.A., y Selvi, Y. (1997). Neural network applications in business: A review and analysis of the literature (1988–1995). *Decision Support Systems*, 19(4), 301-320.
- Worzala, E., Lenk, M., y Silva, A. (1995). An exploration of neural networks and its application to real estate valuation. *Journal of Real Estate Research*, 10(2), 185-201.
- Zou, G. (2015). The effect of central business district on house prices in Chengdu metropolitan area: a hedonic approach. In International Conference on Circuits and Systems, August, Paris, available at: [www.atlantis-press.com/php/download\\_paper.php](http://www.atlantis-press.com/php/download_paper.php).
- Zhou, P., Chen, Y., Liu, Y., Wang, Z., y Zeng, C. (2015). Prediction of the spatial distribution of high-rise residential buildings by the use of a geographic field based autologistic regression model. *Journal of Housing and the Built Environment*, 30(3), 487-508.
- Zoopi, C., Argiolas, M., y Lai, S. (2015). Factors influencing the value of houses: Estimates for the city of Cagliari, Italy. *Land Use Policy*, 42, 367-380.
- Zurada, J.M., Levitan, A.S., y Guan, J. (2006). Non-conventional approaches to property value assessment. *Journal of Applied Business Research*, 22(3), 1–14.

## Capítulo 7 fuentes de información

- Aspachs-Bracons, O., y Rabanal, P. (2010). The drivers of housing cycles in Spain. *SERIEs*, 1(1–2), 101–130.
- Chasco, C., y Le Gallo, J. (2013). The Impact of Objective and Subjective Measures of Air Quality and Noise on House Prices: A Multilevel Approach for Downtown Madrid. *Economic Geography*, 89(2), 127-148.
- Salon, D., Wu, J., y Shewmake, S. (2014). Impact of bus rapid transit and metro rail on property values in Guangzhou, China. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (2452), 36-45.

## Capítulo 8 Resultados de los modelos básicos

- Bala, A. P., Peeters, D., y Thomas, I. (2014). Spatial issues on a hedonic estimation of rents in Brussels. *Journal of Housing Economics*, 25, 104-123.
- Belsley, D.A. (1982). Assessing the presence of harmful collinearity and other forms of weak data through a test for signal-to-noise. *Journal of Econometrics*, 20(2), 211-253.
- Clark, W.A., y Hosking, P.L. (1986). *Statistical methods for geographers* (No. 310 C5).
- Chow, G.C. (1960). Tests of equality between sets of coefficients in two linear regressions. *Econometrics*, 28:591-605.
- Goh, Y.M., Costello, G., y Schwann, G. (2012). Accuracy and robustness of house price index methods. *Housing Studies*, 27(5), 643-666.
- Lazaridis, A. (2007). A note regarding the condition number: the case of spurious and latent multicollinearity. *Quality & Quantity*, 41(1), 123-135.
- Mundfrom D.J., Kay, L.W., y Smith, M.D. (2018). The Effect of Multicollinearity on Prediction in Regression Models. *General linear Model Journal*, 44(1). 24-28
- Snee, R.D. (1977). Validation of regression models: methods and examples. *Technometrics*, 19(4), 415-428.

## Capítulo 9. Correlacion especial

- Anselin, L. y Rey, S. (2016). *Modern Spatial Econometrics in Practice: A Guide to GeoDa, GeoDaSpace and PySAL*. GeoDa Press LLC.
- Basu, S., y Thibodeau, T.G. (1998). Analysis of spatial autocorrelation in house prices. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 17(1), 61-85.

- Fotheringham, A.S., Brunson, C., y Charlton, M. (2002). Geographically Weighted Regression - The Analysis of Spatially varying Relationships, John Wiley y Sons, Chichester.
- Wheeler, D., y Tiefelsdorf, M. (2005). Multicollinearity and correlation among local regression coefficients in geographically weighted regression. *Journal of Geographical Systems*, 7(2), 161-187.
- Fotheringham, A.S., y Oshan, T.M. (2016). Geographically weighted regression and multicollinearity: dispelling the myth. *Journal of Geographical Systems*, 18(4), 303-329.

## Capítulo 10 resultados de los modelos predictivos

- Anselin, L., y Rey, S.J. (2014). Modern spatial econometrics in practice: A guide to GeoDa, GeoDaSpace and PySAL. GeoDa Press.
- Bidanset, P.E., y Lombard, J.R. (2016). Optimal kernel and bandwidth specifications for geographically weighted regression. Applied Spatial Modelling and Planning. Editado por John R. Lombard, Eliahu Stern, Graham Clarke
- IAAO (2013) International Association of Assessing Officers. Standard on Ratio Studies. <http://www.iaao.org> ISBN 978-0-88329-208-2
- Kelejian, H.H., y Prucha, I.R. (2010). Specification and estimation of spatial autoregressive models with autoregressive and heteroskedastic disturbances. *Journal of Econometrics*, 157(1), 53-67.
- Lima, E.C., y Macedo, P.B.R. (1999). Estimation of a weights matrix for determining spatial effects. *IPEA Discussion paper 672*, Rio de Janeiro.
- Lu, B., Charlton, M., Harris, P., y Fotheringham, A.S. (2014). Geographically weighted regression with a non-Euclidean distance metric: a case study using hedonic house price data. *International Journal of Geographical Information Science*, 28(4), 660-681.
- McCluskey, W.J., Davis, P.T., Haran, M., McCord, M. y McIlhatton, D. (2016). Prediction accuracy in mass appraisal : a comparison of modern approaches.

*Journal of Property Research*, 30(4), 239-265.,  
doi:10.1080/09599916.2013.781204

## Capítulo 11 Detección y análisis de las diferencias de valoración entre diferentes sociedades.

- Duan, N. (1983). Smearing estimate: A nonparametric retransformation method. *Journal of the American Statistical Association*, 78(383), 605–610.
- Maxwell, S.E., y Delaney, H.D. (2003). *Designing experiments and analyzing data: A model comparison perspective*. Routledge.
- Rudolph, P.M. (1998). Will mandatory licensing and standards raise the quality of real estate appraisals? Some insights from agency theory. *Journal of Housing Economics*, 7(2), 165–179.
- Tukey, J. (1949). Comparing Individual Means in the Analysis of Variance. *Biometrics*, 5 (2), 99–114. JSTOR 3001913

## Capítulo 12 Discusión.

- Achu, K. (2011). Do Clients Influence Valuations Carried Out For Financial Reporting Purposes ? Some Evidence from Malaysia. 17th Pacific Rim Real Estate Society Conference, pp.1–37.
- Akin, O, Garcia Villar, J , Montalvo, J.G., Peydro, J.L., y Raya, J.M. (2014). The real estate and credit bubble: evidence from Spain. *SERIEs Journal of the Spanish Economic Association*, 5(2-3), 223–243.  
<http://doi.org/10.1007/s13209-014-0115-9>
- Amidu, A.R., y Aluko, B.T. (2007). Client influence in residential property valuations: an empirical study. *Property Management*, 25(5), 447–461.  
<http://doi.org/10.1108/02637470710824720>.

- Baum, A., Crosby, N., Gallimore, P., McAllister, P., y Gray, A. (2000). The influence of valuers and valuations on the workings of the commercial property investment market. In Royal Institution of Chartered Surveyors/Investment Property Forum, London.
- Bidanset, P.E., y Lombard, J.R. (2014). Evaluating spatial model accuracy in mass real estate appraisal: A comparison of geographically weighted regression and the spatial lag model. *Cityscape*, 16(3), 169-182.
- Chinloy, E., Dagher, J., y Dell'Araccia, G. (2017). Housing finance and real-estate booms: A cross-country perspective. *Journal of Housing Economics* 38: 1-13.
- Crosby, N., Lizieri, C., y McAllister, P., (2010). Means, motive and opportunity? Disentangling client influence on performance measurement appraisals. *Journal of Property Research*, 27(2), pp.181–201.
- Cheng, P., Lin, Z., y Liu, Y. (2011). Heterogeneous Information and Appraisal Smoothing. *Journal of Property Research*, 33(4), 443–469. Recuperado desde: <http://ares.metapress.com/index/0QX51767H3424N> 43.pdf.Chinloy et al. (2017),
- Chica Olmo, J. (1995). Spatial estimation of housing prices and locational rents. *Urban studies*, 32(8), 1331-1344.
- Cho, M., y Megbolugbe, I.F. (1996). An Empirical Analysis of Property Appraisal and Mortgage Redlining. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 13, 45–55. <http://doi.org/10.1007/BF00174550>
- [Dubin, R.A., Pace, R.K., y Thibodeau, T.G. \(1999\). Spatial Autoregression Techniques for Real Estate Data. \*Journal of Real Estate Literature\*, 7:,79–95.](#)
- Ezell, M., y Land, K. (2005). Ordinary Least Square (OLS), *Encyclopedia of Social Measurement*, 2:pp.943-950.
- García Montalvo, J. (2009). Financiación inmobiliaria, burbuja crediticia y crisis financiera: lecciones a partir de la recesión de 2008-2009. *Papeles de Economía Española*, 122, 66–87.



- Garcia Montalvo, J., & Raya, J. M. (2017). Constraints on LTV as a macroprudential tool: a precautionary tale. Economics Working Paper Series. Working Paper No. 1592
- Goodman, A., y Thibodeau, T. (1995). Age-Related Heteroskedasticity in Hedonic House Price Equations. *Journal of Housing Research*, 6(1), 25-42. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/24825889>
- Graff, R., y Webb, J. (1997). Agency costs and inefficiency in commercial real estate, *Journal of Real Estate Portfolio Management*, 3(1), 19–37.
- Hanink, D.M., Cromley, R.G., y Ebenstein, A.Y. (2012). Spatial variation in the determinants of house prices and apartment rents in China. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 45(2), 347-363.
- IAAO (2013) International Association of Assessing Officers. Standard on Ratio Studies. <http://www.iaao.org> ISBN 978-0-88329-208-2
- Kinnard, W.N., Lenk, M.M., y Worzala, E.M. (1997). Client pressure in the commercial appraisal industry: how prevalent is it?. *Journal of Property Valuation and Investment*, 15(3), 233-244.
- Lang, W.W., y Nakamura, L.I. (1993). A Model of Redlining. *Journal of Urban Economics*, 33(2), 223-234.
- Levy, D., y Schuck, E. (2005). The influence of clients on valuations: the clients' perspective. *Journal of Property Investment & Finance*, 23(2), 182–201.
- McAllister, P., Baum, A., Crosby, N., Gallimore, P., y Gray, A. (2003). Appraiser behaviour and appraisal smoothing: some qualitative and quantitative evidence. *Journal of Property Research*, 20(3), 261-280.
- Mercille, J. (2013). The Role of the Media in Sustaining Ireland's Housing Bubble. *New Political Economy*, 3467(June 2015), pp.1–20. Recuperado desde: <http://dx.doi.org/10.1080/13563467.2013.779652>.
- Midi, H., Sarkar, S.K., y Rana, S. (2010). Collinearity diagnostics of binary logistic regression model. *Journal of Interdisciplinary Mathematics*, 13(3), 253-267.
- Nwuba, C.C., Egwuatu, U.S., y Salawu, B.M. (2015). Clients' means of influence on mortgage valuation in Nigeria. *Property Management*, 33(4), 367-385.

- Pace, R.K., y Gilley, O.W. (1997). Using the spatial configuration of the data to improve estimation. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 14(3), 333-340.
- Shi-Ming, Y. (2002). Client pressure in residential valuations—evidence from Singapore. Department of Real Estate, National University of Singapore.
- Smolen, G.E. y Hambleton, D. (1997). Is the Real Estate Appraiser's Role Too Much to Expect ?. *The Appraisal Journal*, 65(1),9–17.
- Taltavull, P., López, E., y Juárez, F. (2016). Ripple effect on housing prices. Evidence from tourist markets in Alicante, Spain. *International Journal of Strategic Property Management*, 21(1), 1-14.
- Tukey, J. (1949). Comparing Individual Means in the Analysis of Variance. *Biometrics*. 5(2), 99–114. JSTOR 3001913
- Tzioumis, K. (2015). Appraisers and Valuation Bias: An Empirical Analysis. Working paper, (May), pp.1–44.
- Vaz, J.F. (2015). Real estate appraisal and subjectivity. *European Scientific Journal March 2015*. Special edition ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431 REAL, 7881(March), pp.55–66.
- Yao Chen, F., y Ming Yu, S. (2009). Client influence on valuation: does language matter?. *Journal of Property Investment & Finance*, 27(1), 25–41. Recuperado desde: <http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/14635780910926658>.
- Zhu, B., Füss, R., y Rottke, N.B. (2011). The predictive power of anisotropic spatial correlation modeling in housing prices. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 42(4), 542-565.

# ANEJOS

Anejo 6.1: Estimación de los coeficientes de homogeneización:

Si se denomina  $k$  a la razón entre el valor de la variable  $X_2$  y  $X_1$ ;

$k = \frac{X_2}{X_1}$ , distinguimos tres tipos de formulación de variables del modelo, que se sintetizan a continuación, y que a su vez generan unos coeficientes de homogeneización que se denomina  $\lambda$ :

Tabla A 6.1: Variables y coeficientes de homogeneización

Variables	Formulación de las variables del Modelo retransformado.	Coefficientes de homogeneización $\lambda$
<b>Cuantitativas</b>		
ANT C	$X^\beta$	$K^\beta$
ANT C ^2	$X^{2\beta}$	$K^{2\beta}$
SADO	$X^\beta$	$K^\beta ; K^{\beta-1}$ (unitarios)
<b>Cualitativas</b>		
IASC	$e^\gamma$	$e^{\gamma(D1-D2)}$

D1,D2 variables Dummy. X variables continuas;  $\beta$ :coeficientes variables continuas;  $\gamma$ :coeficientes Dummy

Formulación de los coeficientes de homogeneización:

a) Variables Cuantitativas^2

(1) si  $X_{a2} = k * X_{a1}$ ; siendo  $X_{ai}$  = valor de la variable antigüedad para el inmueble  $i$ , y si el resto de variables son iguales en ambos inmuebles, de modo que

(2)  $Y_1 = X_1^{2\beta}$  ;  $Y_2 = X_2^{2\beta}$

(3)  $Y_2 = \lambda * Y_1$ ; de modo que  $\lambda = \frac{X_2^{2\beta}}{X_1^{2\beta}}$

(4) aplicando (1) :  $\lambda = k^{2\beta}$

Por otro lado, la diferencia de valoración entre  $Y_2$  e  $Y_1$ , se define como:  $\Delta = Y_2 - Y_1$ ;

O en otros términos,  $\Delta = (kX)_1^{2\beta} - X_1^{2\beta} = X_1^{2\beta} * [k^{2\beta} - 1]$ ;

(5)  $\Delta = Y_1 * [\lambda - 1]$ .

b) variables Cuantitativas

El desarrollo es similar al caso anterior:

- (6) si  $X_{a2} = k * X_{a1}$ ; siendo  $X_{ai}$  = valor de la variable antigüedad para el inmueble  $i$ , y si el resto de variables son iguales en ambos inmuebles, de modo que
- (7)  $Y_1 = X_1^\beta$  ;  $Y_2 = X_2^\beta$
- (8)  $Y_2 = \lambda * Y_1$ ; de modo que  $\lambda = \frac{X_2^\beta}{X_1^\beta}$
- (9) aplicando (1) :  $\lambda = k^\beta$   
 Por otro lado, la diferencia de valoración entre  $Y_2$  e  $Y_1$ , se define como:  $\Delta = Y_2 - Y_1$ ;  
 O en otros términos,  $\Delta = (kX)_1^\beta - X_1^\beta = X_1^\beta * [k^\beta - 1]$ ;
- (10)  $\Delta = Y_1 * [\lambda - 1]$ .
- c) variables cualitativas (Dummies)
- (11)  $D_j \in (0,1)$ , solo pueden tomar valores 0,1
- (12) de acuerdo a la formulación del modelo, si  $D_j=0$ ,  $e^{\gamma D_j} = 1$ , de modo que el valor del resto de variables, al multiplicarse por 1 no varía.
- (13) como  $Y_1 = \lambda * Y_2$ ;  
 Si  $D_2=1$  y  $D_1=0$  ,  $\lambda = e^{\gamma_2}$ ;  
 Y si  $D_2=0$  y  $D_1=1$ ,  $\lambda = \frac{1}{e^{\gamma_1}}$   
 Y obviamente, si  $D_2=D_1$ ;  
 $\lambda = 1$
- (14) consecuentemente  $\lambda$  toma valores iguales a  $e^\gamma$ ; o a  $e^{-\gamma}$

En el caso de la variable dummy,  $\Delta = e^\gamma$ , dado que  $X_2; X_1 \in (0,1)$

A continuación se exponen ejemplos de cada una de las variables:

- a) Por ejemplo, para la variable continua **antigüedad (tipo  $X^{2\beta}$ )**:  
 Dado que en el proceso de homogeneización se deben tomar elementos inmuebles similares al que se desea valorar, las diferencias entre los valores de las variables han de estar en un rango, por ejemplo entre 0,8 y 1,25.  
 Para el ejemplo de la edad, esto significa que si el elemento a valorar tiene 10 años, la antigüedad de los comparables no debería estar fuera del rango de 8 a 12,5 años; es decir:  
 $0,8 < k < 1,25$   
 Dado que el regresor  $\beta = -0,07$ ;  $\lambda = k^{2*(-0,07)}$  , de modo que al ser el exponente negativo la relación  $k;\lambda$  es inversa, y por tanto:

$$1,03 > k > ,97$$

Es decir si el comparable tiene un valor de 100.000 €, una antigüedad de 8 años, y el resto de factores es igual, el coeficiente a aplicar sería de 0,97, por lo que el valor del inmueble a valorar es de 97.000 €.

$$\text{La diferencia es } \Delta = Y_1 * [\lambda - 1] \quad \Delta = 100.000 \text{ € } (0,97 - 1) = -3.000 \text{ €}$$

- b) En el caso de la **superficie (tipo X<sup>β</sup>)**, es similar, pero si se quiere expresar los valores unitarios, para ver cómo afectan los valores de la variable a cada inmueble, se ha de tener en cuenta que:

La ecuación (2) anterior, en **términos unitarios** se expresa:

$$Y_1 = X_1^{2\beta} / X_1; \quad Y_2 = X_2^{2\beta} / X_2$$

De modo que (3) será  $\lambda_u = \frac{X_2^{2\beta}}{X_1^{2\beta}} : \frac{X_2}{X_1}$ ; dado que el unitario es Y/X, al ser X la variable superficie.

$$\text{Por tanto, } \lambda_u = k^{2\beta - 1}$$

En nuestro caso  $\lambda_u = k^{-0,08}$ ; esto es el valor unitario es inversamente proporcional a la superficie.

En **términos absolutos**  $\lambda = k^{2\beta} = k^{0,92}$ ; el valor total es directamente proporcional a la superficie (lógicamente a mayor superficie mayor valor total del inmueble).

Tabla A6.2: Homogeneización de superficies

SUPERFICIES			VALORES UNITARIOS			VALORES TOTALES		
Piso A	Piso B	k	B	$\lambda_u$	A= $\lambda_u$ *B	Piso A	$\lambda$	Piso B
100	125	1,25	3.000	0,982	2.947,01	294.701	1,27	375.000
150	200	1,33	3.000	0,977	2.931,86	439.778	1,36	600.000
250	200	0,80	3.000	1,018	3.053,95	763.486	0,79	600.000

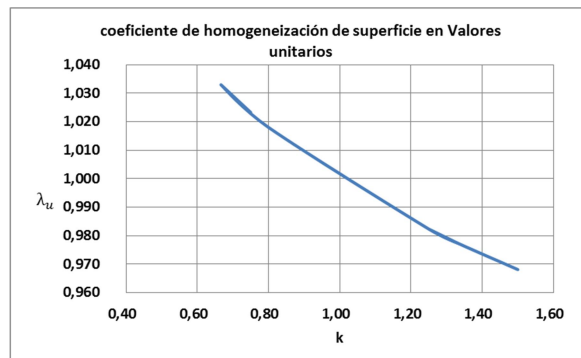


Gráfico A2.1: Coeficiente de homogeneización de superficie

c) para la variable dummy piscina, sucede que:

Si  $D_2=1$  y  $D_1=0$ ,  $\lambda = e^{Y_{D_2}}$ ;

por lo que como el comparable tiene piscina pero no el elemento a valorar,  $\lambda = e^{0,15}$ .

$\lambda = 1,17$ .

Caso contrario, si  $D_2=0$  y  $D_1=1$ , el inmueble que no cuenta con piscina es el valorado,

$\lambda = e^{-0,15}$ , y  $\lambda = 0,86$ .

Si  $D_2 = D_1$ , entonces  $\lambda = e^{-0,15 \cdot 0}$  y  $\lambda = 1$

Se toma un ejemplo, en el que el inmueble a valorar presenta las siguientes características: 14 años de antigüedad, 120 m<sup>2</sup> de superficie adoptada, tiene piscina ascensor y aire acondicionado, las calidades constructivas y el estado de conservación son buenos, y la calidad de la ubicación es igual (zona).

El inmueble comparable, presenta cuatro características diferentes, que lógicamente son las que determinan un valor diferente; antigüedad, superficie, y la carencia de aquel de ascensor y de aire acondicionado.

Tabla A7.2: Procedimiento de homogeneización a partir de coeficientes del modelo

	INMUEBLE: VALORES DE X		$\beta$	MULTIPLICACION DE FACTORES		coeficientes $\theta$
	COMPARABLE	VALORADO		COMPARABLE	VALORADO	
AÑOS	10	14	-0,07	0,73	0,69	0,95
M2	100	120	0,46	69,23	81,87	1,18
PISCINA	1	1	0,15	1,17	1,17	1
AIRE/ACC	0	1	0,07	1	1,07	1,07
CALIDAD	1	1	-0,04	1	1	1
CONSERVACION	1	1	-0,1	1	1	1
ASCENSOR	0	1	0,28	1	1,33	1,33
ZONA	24	24	-0,46	0,23	0,23	1
(Constante)	8,866	8,866		7.086,88	7.086,88	1
Smearing				1,036	1,036	
Miles €				100.636	161.493	

Consecuentemente, los coeficientes se han calculado, según lo señalado anteriormente. En nuestro caso hay 4 características diferentes entre el comparable y el inmueble valorado: la antigüedad (coef= 0,95; $+k^2*\beta$ ); la superficie adoptada (coef= 1,18; $+k^2*\beta$ ); el aire acondicionado (coef= 1,07; $e^{\alpha}$ ); y el ascensor (coef=1,33; $e^{\alpha}$ ).

Por tanto, si el valor del comparable es de 100.636 €, el valor del inmueble que se está tasando sería de 161.493 € (en términos de precios unitarios 1.006 €/m2 frente a 1.346 €/m2)

Se ha de tener en cuenta, que en aquellas variables continuas, no dicotómicas, los coeficientes variarán en función de los comparables, mientras que en las variables dicotómicas la existencia o no de dicha característica aporta directamente un determinado valor al inmueble.

La consideración de estos aspectos nos permite determinar si la homogeneización de comparables se realiza con los criterios, coeficientes y/o ponderaciones adecuados para el inmueble de que se trate.



## Anejo 7.1: Variables de las rejillas del INE/EUROSTAT

Tabla A7.1: Relación de tablas disponibles

<b>T1)Población total (1 dato)</b>
<b>T2)Población total por sexo (2 datos)</b>
<b>T3)Población total por edad en grandes grupos (3 datos)</b>
<b>T4)Población total por país nacimiento (8 datos*sensibilidad(2))=16</b>
<b>T5)Población total por país nacimiento y nacionalidad esp/ext (16 datos*sensibilidad(2))=32</b>
<b>T6)Población total por nacionalidad esp/ext (2 datos)</b>
<b>T7)Población total por sexo y edad en grandes grupos (6 datos)</b>
<b>T8)Población total por sexo y nacionalidad esp/ext (4 datos)</b>
<b>T9)Población total por edad en grandes grupos y nacionalidad esp/ext (6 datos)</b>
<b>T10)Población total por estado civil (5 datos)</b>
<b>T11)Población total por estado civil y edad en grandes grupos (15 datos)</b>
<b>T12)Población total por grado de nivel de estudios (6 datos)</b>
<b>T13)Población total por grado de nivel de estudios y sexo (12 datos)</b>
<b>T14)Población total por grado de nivel de estudios y nacionalidad esp/ext (12 datos)</b>
<b>T15)Población total por grado de nivel de estudios y edad en grandes grupos (18 datos)</b>
<b>T16)Viviendas total (1 dato)</b>
<b>T17)Viviendas según tipo (3 datos)con la variable</b>
<b>T18)Viviendas principales según régimen de tenencia (6 datos)</b>
<b>T19)Viviendas principales según superficie útil (10 datos)</b>
<b>T20)Viviendas principales según número de habitaciones (9 datos)</b>
<b>T21)Hogares total (1 dato)</b>
<b>T22)Hogares según tamaño (6 datos)</b>

La rejilla de 1km<sup>2</sup> que se utiliza para la difusión de información es la establecida por Eurostat. Se facilita información para aquellas celdas de 1km<sup>2</sup> que contienen al menos una vivienda (principal o no principal).

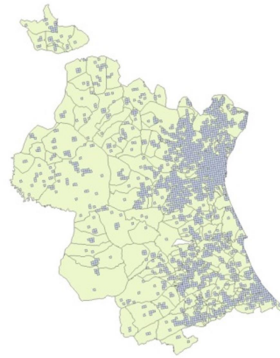
Tabla A7.2: Indicadores

Tabla	Indicador
t1_1	Población total
t4_1	Personas que han nacido en España
t4_4	Personas que han nacido en África
t4_5	Personas que han nacido en América Central, del Sur o Caribe
t4_7	Personas que han nacido en Asia
t4_8	Personas que han nacido en Oceanía
t12_1	Personas analfabetas
t12_2	Personas sin estudios
t12_3	Personas con estudios de primer grado
t12_4	Personas con estudios de segundo grado
t12_5	Personas con estudios de tercer grado
t14_1	Personas de nacionalidad española y analfabetos
t15_2	Personas entre 16 (incluido) y 64 (incluido) años y analfabetas
t15_8	Personas entre 16 (incluido) y 64 (incluido) años con estudios de primer grado
t15_11	Personas entre 16 (incluido) y 64 (incluido) años con estudios de segundo grado
t15_14	Personas entre 16 (incluido) y 64 (incluido) años con estudios de tercer grado
t16_1	Total Viviendas
t17_1	Viviendas Principales
t17_2	Viviendas Secundarias
t17_3	Viviendas Vacías
t18_4	Viviendas en alquiler
t19_1	Viviendas de menos de 30m <sup>2</sup>
t19_2	Viviendas entre 30-45 m <sup>2</sup>
t19_3	Viviendas entre 46-60 m <sup>2</sup>
t19_4	Viviendas entre 61-75 m <sup>2</sup>
t19_5	Viviendas entre 76-90 m <sup>2</sup>
t19_6	Viviendas entre 91-105 m <sup>2</sup>
t19_7	Viviendas entre 106-120 m <sup>2</sup>
t19_8	Viviendas entre 121-150 m <sup>2</sup>
t19_9	Viviendas entre 151-180 m <sup>2</sup>
t19_10	Viviendas de más de 180 m <sup>2</sup>
t20_1	Viviendas con 1 habitación

t20_2	Viviendas con 2 habitaciones
t20_3	Viviendas con 3 habitaciones
t20_4	Viviendas con 4 habitaciones
t20_5	Viviendas con 5 habitaciones
t20_6	Viviendas con 6 habitaciones
t20_7	Viviendas con 7 habitaciones
t20_8	Viviendas con 8 habitaciones
t20_9	Viviendas con 9 o más habitaciones

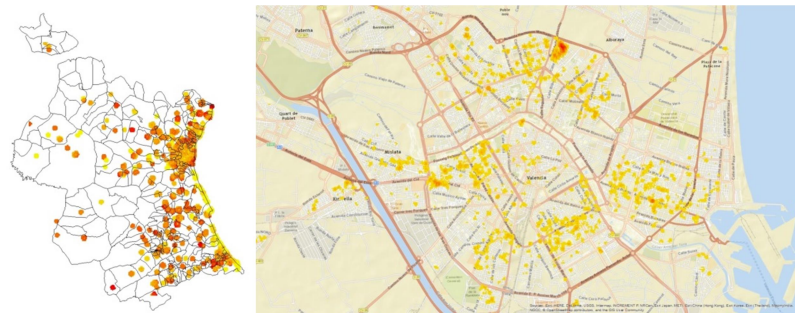
Anejo 7.2. Ilustraciones de las variables socio-económicas:

Las variables socioeconómicas utilizadas, proceden de los datos del censo de 2011 del INE, tal como ya se indicó anteriormente. Dichos datos están reflejados a nivel geográfico en las rejillas de 1 km<sup>2</sup>, tal como se muestra en la ilustración A3.1.



**Ilustración A3.1: Rejillas censo INE 2011**

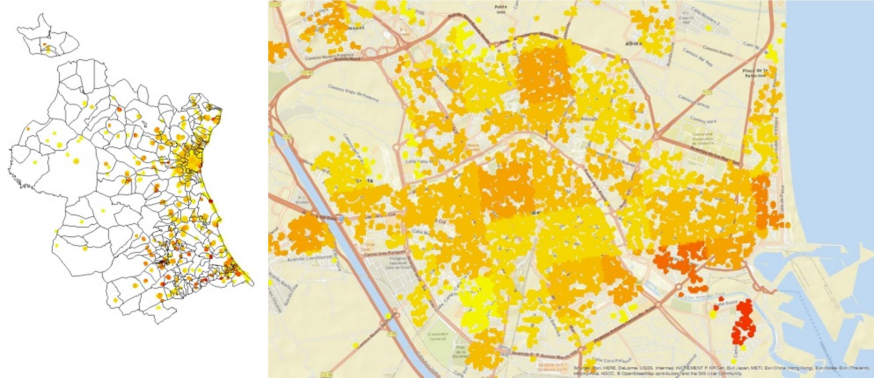
**PEXN: porcentaje de población extranjera que han nacido en África, América Central, del Sur o Caribe, Asia u Oceanía.**



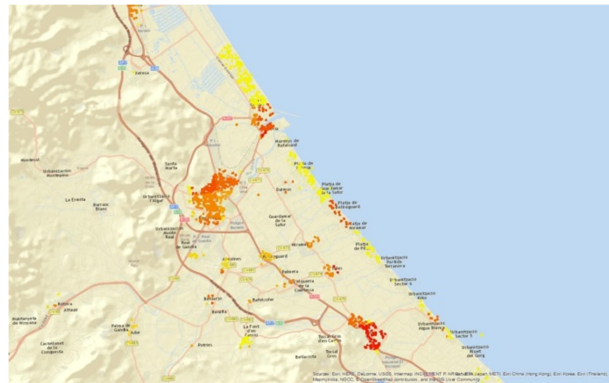
**Ilustración A3.2: porcentaje de inmigrantes**

Los inmigrantes presentan una clara concentración en alguna zona del norte de la ciudad. A nivel provincial en la línea de costa baja su frecuencia.

**PEXE: Porcentaje de población de residentes extranjeros europeos.**



**Ilustración A3.3: porcentaje de población extranjera europea**



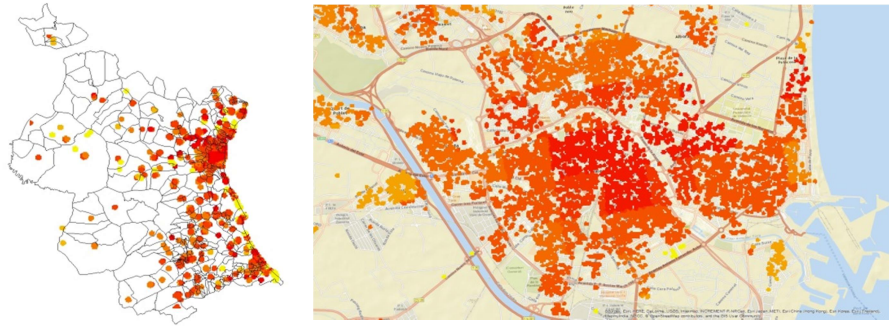
**Ilustración A3.4 población extranjera europea en zona de Gandía**

La población extranjera de origen europeo, está mucho menos concentrada en la capital, y presenta una mayor dispersión que la no europea, tal como se observa en el mapa provincial.

De hecho, en la ciudad de Valencia solo se observa una clara concentración en la zona próxima al Puerto. En la provincia hay una elevada concentración en las ciudades de Gandía y Oliva.

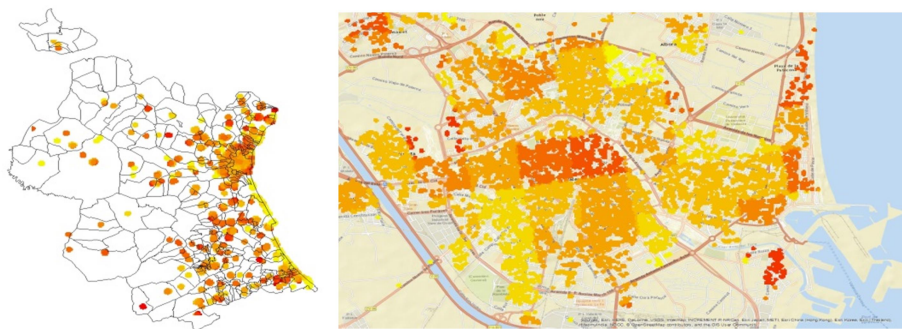
**NEALT: porcentaje de población con nivel de estudios alto.**

El nivel de estudios es más alto en la capital y en bastantes zonas de la provincia. Donde se observan niveles más inferiores es en algunas zonas de costa y en el interior de la provincia.



**Ilustración A3.5: Porcentaje de nivel de estudios altos**

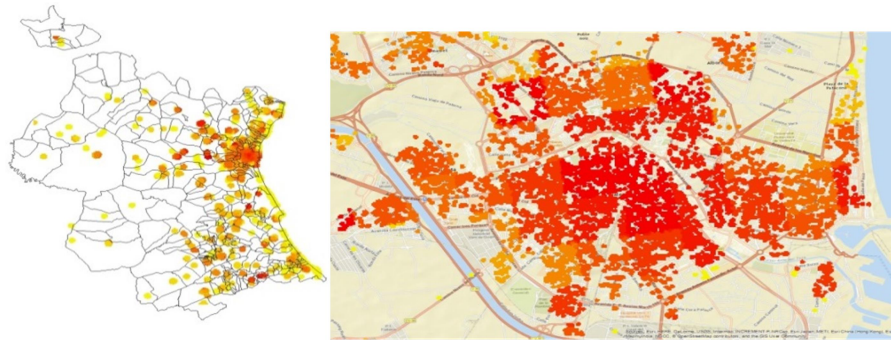
**VVAC: porcentaje de viviendas vacías**



**Ilustración a3.6: Viviendas vacías**

Se observa una cierta concentración de viviendas vacías en el centro de la capital y algunas zonas de su entorno, y en la zona sur de la provincia. Lo más significativo es la escasa cantidad de viviendas vacías en costa.

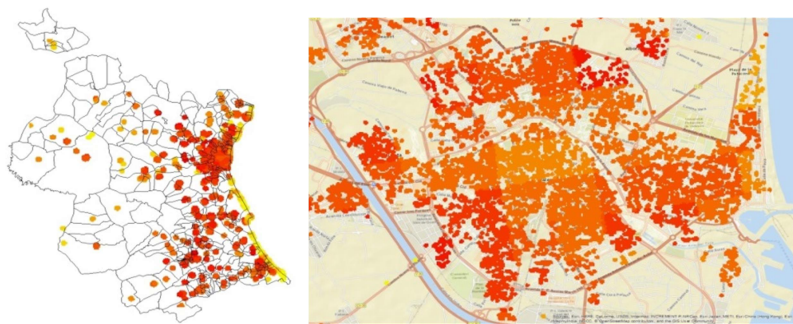
**ALQ: porcentaje de viviendas en alquiler**



**Ilustración A3.7: Viviendas en alquiler**

Las viviendas en alquiler se concentran en la ciudad de Valencia fundamentalmente, y en menor medida en los municipios próximos.

**HAVI: número de personas por vivienda**



**Ilustración A3.8: Habitantes por vivienda**

El número de ocupantes por viviendas es mayor en la capital y menor en costa. En la capital, no obstante, hay que destacar que la densidad de habitantes por vivienda, en el centro (a pesar de ser viviendas de mayor tamaño), y en la franja norte litoral, es inferior a la media, ello se debe al mayor número de viviendas vacías.



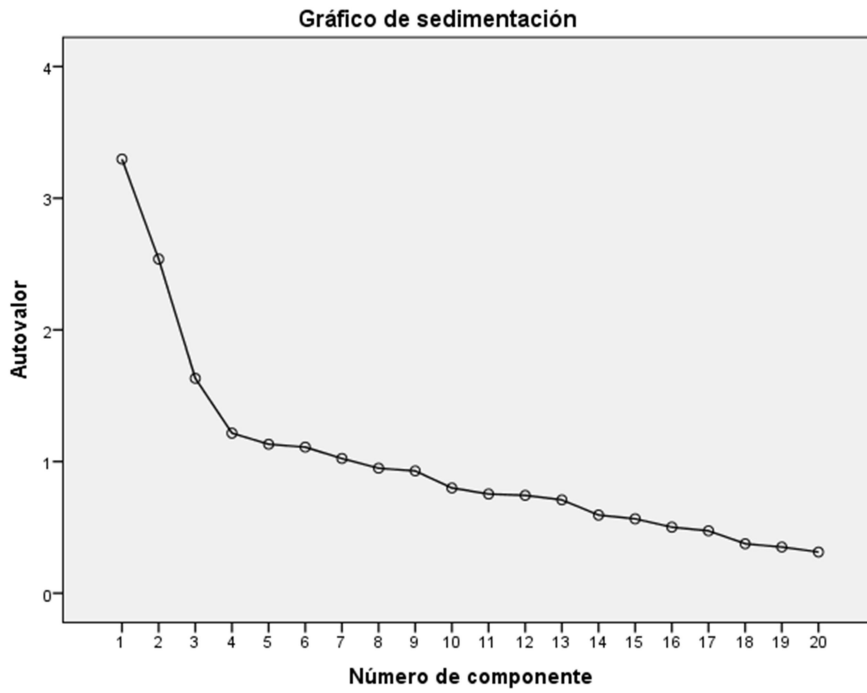


## Anejo 8.2 Análisis factorial

Tabla A8.2.1: Comunalidades

	Inicial	Extracción
ANT_C	1,000	,604
SADO	1,000	,745
COST	1,000	,516
NUDO	1,000	,721
IZVE	1,000	,741
IPIS	1,000	,760
ICAL	1,000	,648
IAIR	1,000	,671
CALI	1,000	,531
CONS	1,000	,564
IASC	1,000	,512
NPLA	1,000	,415
MCTC	1,000	,624
MCTD	1,000	,508
PEXE	1,000	,564
PEXN	1,000	,576
NEALT	1,000	,447
VVAC	1,000	,534
HAVI	1,000	,565
VALO	1,000	,699

Método de extracción: análisis de componentes principales.



**Gráfico A6.1.1: Sedimentación por componentes del modelo factorial**

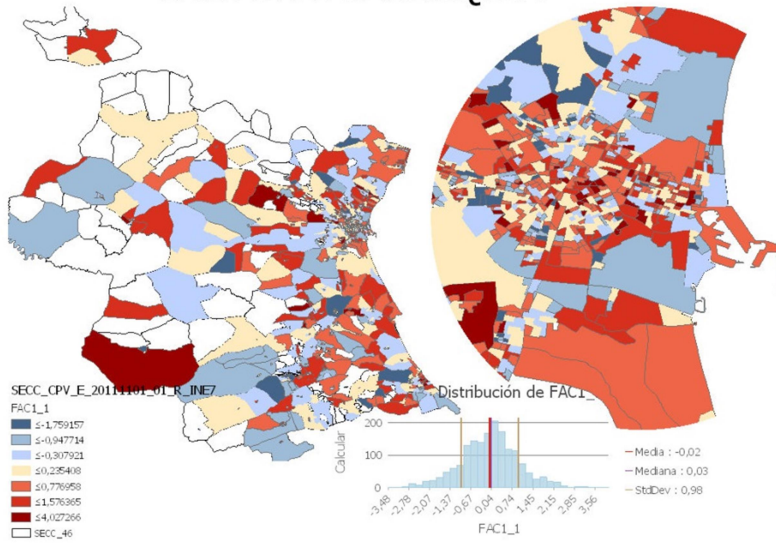
Tabla A8.2.2: Varianza total explicada

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado			Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
	Total	% de	%	Total	% de	% acumulado	Total	% de	%
1	3,3	16,485	16,485	3,3	16,485	16,485	2,17	10,848	10,848
2	2,54	12,69	29,174	2,54	12,69	29,174	2,08	10,384	21,231
3	1,63	8,158	37,332	1,63	8,158	37,332	2,07	10,354	31,585
4	1,22	6,079	43,41	1,22	6,079	43,41	1,65	8,261	39,846
5	1,13	5,657	49,067	1,13	5,657	49,067	1,57	7,862	47,708
6	1,11	5,547	54,614	1,11	5,547	54,614	1,31	6,554	54,262
7	1,02	5,115	59,73	1,02	5,115	59,73	1,09	5,468	59,73
8	0,95	4,747	64,476						
9	0,93	4,643	69,12						
10	0,8	3,994	73,114						
11	0,75	3,766	76,88						
12	0,74	3,714	80,594						
13	0,71	3,544	84,138						
14	0,59	2,967	87,105						
15	0,57	2,824	89,929						
16	0,5	2,508	92,438						
17	0,47	2,368	94,806						
18	0,38	1,878	96,683						
19	0,35	1,753	98,436						
20	0,31	1,564	100						

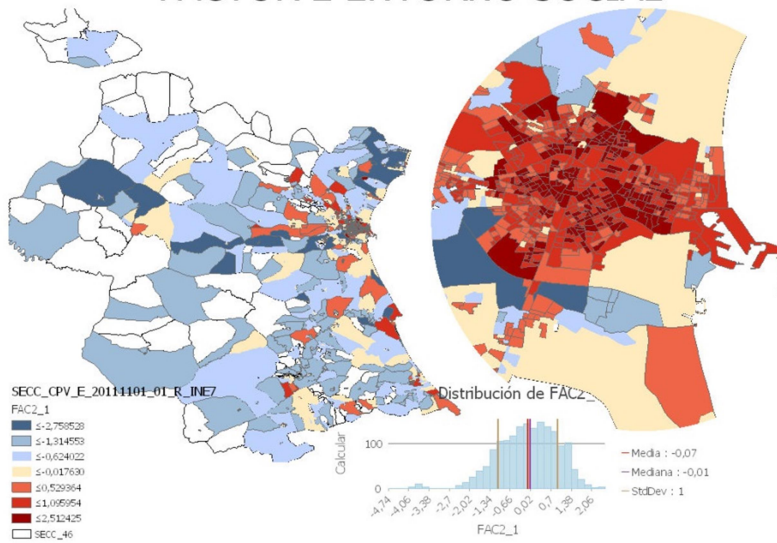
Método de extracción: análisis de componentes principales.

Anejo 8.3. Ilustraciones de los valores de los factores agrupados por secciones censales.

**FACTOR 1 JERARQUIA**



**Ilustración A8.3.1 : FACTOR 1. JERARQUIA**  
**FACTOR 2 ENTORNO SOCIAL**



**Ilustración A8.3.2 FACTOR 2. ENTORNO SOCIAL**

### FACTOR 3 SERVICIOS

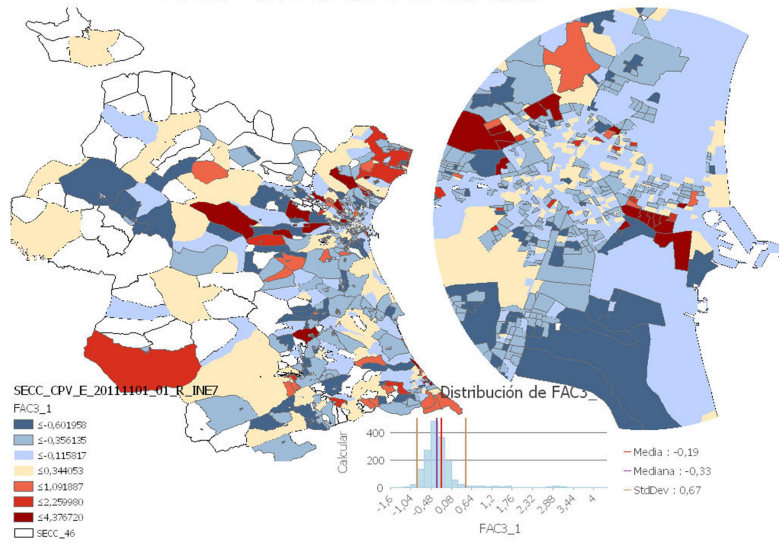


Ilustración A8.3.3: FACTOR 3. SERVICIOS

### FACTOR 4 TAMAÑO

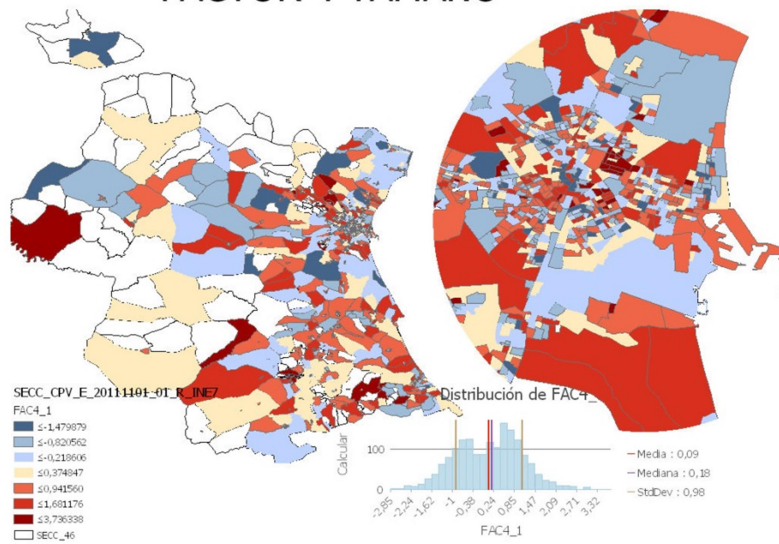
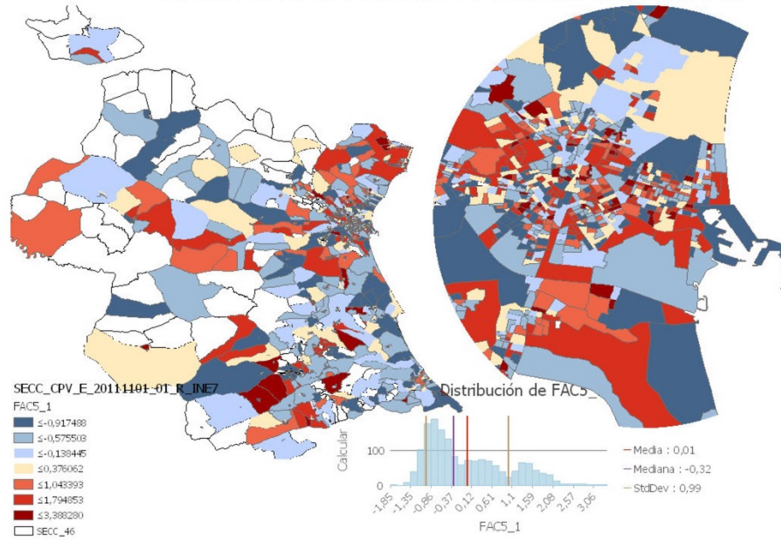


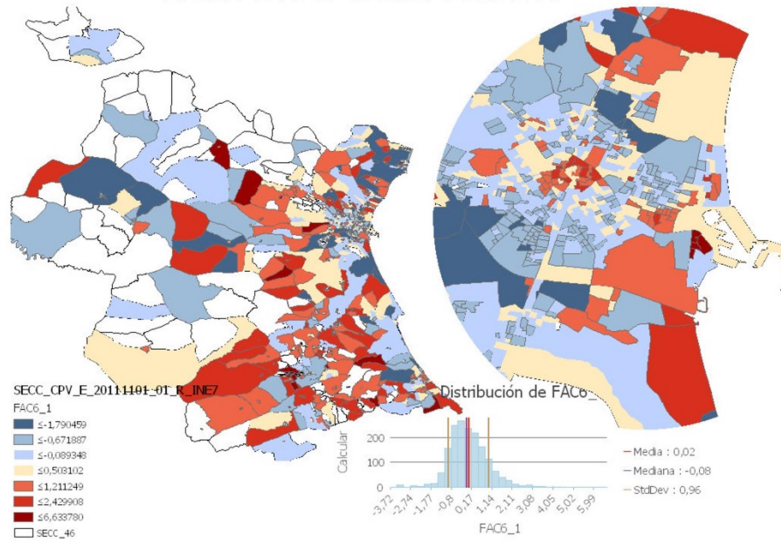
Ilustración A8.3.4 : FACTOR 4 TAMAÑO

### FACTOR 5 ACONDICIONAMIENTO



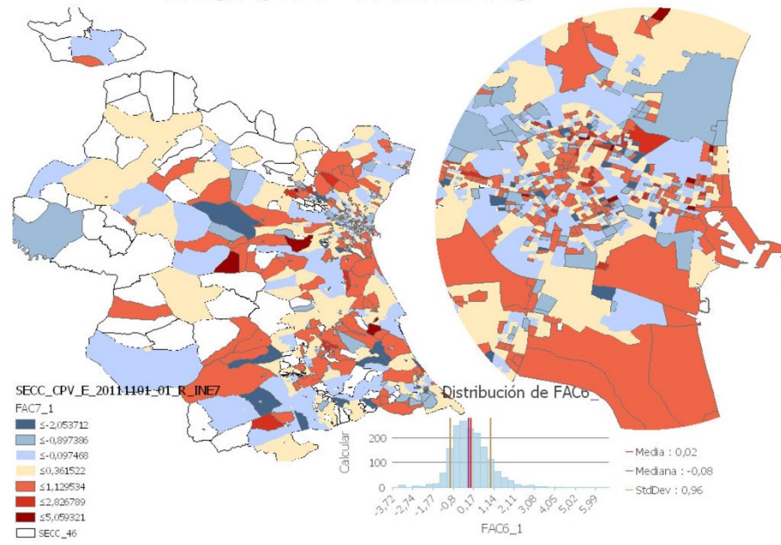
**Ilustración A8.3.5 : FACTOR 5. ACONDICIONAMIENTO**

### FACTOR 6 OCUPACION



**Ilustración A8.3.6 : FACTOR 6.OCUPACIÓN**

## FACTOR 7 TERRAZAS



**Ilustración A8.3.7: FACTOR 7.TERRAZAS**

## Anejo 9.1.: Resumen del índice global I de Moran: Modelos MCO

Tabla A9.1 Índice global I de Moran por variables. Modelo completo y factorial.

<b>RESUMEN DEL ÍNDICE GLOBAL I DE MORAN:</b>					
<b>DIST INVERSA</b>	<b>Índice</b>	<b>Índice</b>	<b>puntuación</b>	<b>Valor</b>	<b>CLUSTERS</b>
VINM	0,229699	-0,000059	192,602056	0	SI
ANT_C	0,140133	-0,000059	117,522032	0	SI
SADO	0,086862	-0,000059	72,866236	0	SI
COST	0,048078	-0,000059	40,359331	0	SI
NUDO	0,051126	-0,000059	42,905031	0	SI
IZVE	0,102951	-0,000059	86,376501	0	SI
IPIS	0,151431	-0,000059	127,010469	0	SI
ICAL	0,042269	-0,000059	35,481262	0	SI
IAIR	0,032525	-0,000059	27,312867	0	SI
CALI	0,059525	-0,000059	49,956166	0	SI
CONS	0,032818	-0,000059	27,561098	0	SI
IASC	0,076156	-0,000059	63,886386	0	SI
NPLA	0,061831	-0,000059	51,879835	0	SI
MCTC	0,012325	-0,000059	10,383898	0	SI
MCTD	0,013453	-0,000059	11,337488	0	SI
PEXE	0,183382	-0,000059	153,881113	0	SI
PEXNE	0,400655	-0,000059	335,907255	0	SI
NEALT	0,222974	-0,000059	187,098549	0	SI
VVAC	0,159545	-0,000059	133,801555	0	SI
HAVI	0,196109	-0,000059	164,47957	0	SI
VALQ	0,564469	-0,000059	473,21866	0	SI
C1	0,305675	-0,000059	256,934992	0	SI
C2	0,646	-0,000059	541,612571	0	SI
P1	0,068368	-0,000059	57,454622	0	SI
P2	0,253508	-0,000059	212,592286	0	SI
<b>RESUMEN DEL ÍNDICE GLOBAL I DE MORAN:</b>					
<b>DIST_INVERSA</b>	<b>Índice</b>	<b>Índice</b>	<b>puntuación</b>	<b>Valor</b>	<b>CLUSTERS</b>
VINM	0,229699	-0,000059	192,602056	0	SI
FAC1_1	0,071805	-0,000059	60,242838	0	SI
FAC2_1	0,489575	-0,000059	410,463154	0	SI
FAC3_1	0,163065	-0,000059	136,772706	0	SI
FAC4_1	0,073359	-0,000059	61,543871	0	SI
FAC5_1	0,038177	-0,000059	32,051676	0	SI
FAC6_1	0,151132	-0,000059	126,751595	0	SI
FAC7_1	0,009535	-0,000059	8,043657	0	SI

## Anejo 10.1. RESULTADOS DE LOS MODELOS ESPACIALES SLM, SEM Y SLM-SEM EN EL MODELO SIN MULTICOLINEALIDAD

Tabla A 10.1 Resultados de los modelos espaciales SLM, SEM Y SLM-SEM en el modelo sin multicolinealidad

VARIABLES	ML CONTIGUD 1			GMM CONTIGUD 1			GMM KNN		
	MCO	SLM	SEM	SLM	SEM	SLM+SEM	SLM	SEM	SLM+SEM
CONSTANT	-0,35(***)	-0,31(***)	-0,29(***)	-0,31(***)	-0,29(***)	-0,3(***)	-0,32(***)	-0,29(***)	-0,3(***)
ANT_C	-0,07(***)	-0,07(***)	-0,1(***)	-0,07(***)	-0,09(***)	-0,08(***)	-0,06(***)	-0,09(***)	-0,08(***)
SADO	0,47(***)	0,08(***)	0,16(***)	0,44(***)	0,47(***)	0,46(***)	0,45(***)	0,47(***)	0,46(***)
COST	0,32(***)	0,02(***)	0,03(***)	0,28(***)	0,26(***)	0,27(***)	0,29(***)	0,26(***)	0,26(***)
NUDO	0,06(***)	0,04(***)	0,06(***)	0,05(***)	0,05(***)	0,05(***)	0,05(***)	0,05(***)	0,05(***)
IZVE	0,02(***)	0,01(***)	0,01(***)	0,01(*)	0,01(***)	0,01(*)	0,01(*)	0,01(***)	0,01(**)
IPIS	0,04(***)	0,14(***)	0,15(***)	0,02(***)	0,03(***)	0,02(***)	0,02(***)	0,03(***)	0,02(***)
ICAL	0,04(***)	-0,07(***)	-0,07(***)	0,03(***)	0,03(***)	0,03(***)	0,03(***)	0,03(***)	0,03(***)
IAIR	0,04(***)	0,04(***)	0,04(***)	0,04(***)	0,04(***)	0,04(***)	0,04(***)	0,04(***)	0,04(***)
CALI	-0,09(***)	0,05(***)	0,05(***)	-0,07(***)	-0,07(***)	-0,07(***)	-0,07(***)	-0,07(***)	-0,07(***)
CONS	-0,07(***)	0,01(*)	0,01(***)	-0,07(***)	-0,07(***)	-0,07(***)	-0,07(***)	-0,07(***)	-0,07(***)
IASC	0,16(***)	-0,07(***)	-0,07(***)	0,14(***)	0,15(***)	0,14(***)	0,15(***)	0,15(***)	0,15(***)
NPLA	0,02(***)	0(0)	-0,01(**)	0,01(***)	0,01(***)	0,01(***)	0,01(***)	0,01(***)	0,01(***)
MCTC	-0,01(**)	-0,01(***)	-0,01(**)	-0,01(***)	-0,01(**)	-0,01(***)	-0,01(***)	-0,01(***)	-0,01(***)
MCTD	0,02(***)	0,02(***)	0,02(***)	0,02(***)	0,02(***)	0,02(***)	0,02(***)	0,02(***)	0,02(***)
PEXE	-0,06(***)	0,1(***)	0,12(***)	-0,04(***)	-0,05(***)	-0,04(***)	-0,05(***)	-0,05(***)	-0,04(***)
PEXN	-0,02(***)	0,06(***)	0,11(***)	0(0)	-0,01(**)	0(0)	0(0)	-0,01(**)	0(0)
NEALT	0,06(***)	-0,04(***)	-0,05(***)	0,04(***)	0,06(***)	0,05(***)	0,05(***)	0,06(***)	0,05(***)
VVAC	-0,03(***)	0,08(***)	0,09(***)	-0,02(***)	-0,03(***)	-0,02(***)	-0,02(***)	-0,03(***)	-0,02(***)
HAVI	-0,13(***)	0,03(***)	0,03(***)	-0,1(***)	-0,13(***)	-0,1(***)	-0,1(***)	-0,13(***)	-0,1(***)
VALQ	0,14(***)	0,06(***)	0,07(***)	0,1(***)	0,12(***)	0,1(***)	0,11(***)	0,13(***)	0,11(***)
C1	0,1(***)	0,44(***)	0,47(***)	0,06(***)	0,11(***)	0,06(***)	0,06(***)	0,11(***)	0,07(***)
C2	0,14(***)	0,28(***)	0,26(***)	0,08(***)	0,15(***)	0,09(***)	0,09(***)	0,15(***)	0,1(***)
P1	0,08(***)	-0,02(***)	-0,03(***)	0,06(***)	0,07(***)	0,07(***)	0,07(***)	0,07(***)	0,07(***)
P2	0,09(***)	-0,1(***)	-0,12(***)	0,08(***)	0,09(***)	0,08(***)	0,08(***)	0,09(***)	0,08(***)
S01	1,31(***)	1,13(***)	1,02(***)	1,14(***)	1,04(***)	1,07(***)	1,18(***)	1,05(***)	1,06(***)
S07	0,25(***)	0,23(***)	0,2(***)	0,23(***)	0,2(***)	0,21(***)	0,24(***)	0,22(***)	0,22(***)
S08	0,25(***)	0,23(***)	0,22(***)	0,23(***)	0,23(***)	0,23(***)	0,23(***)	0,21(***)	0,21(***)
S09	0,48(**)	0,45(**)	0,42(**)	0,45(**)	0,42(**)	0,43(**)	0,5(**)	0,48(**)	0,51(***)
S10	0,82(***)	0,74(***)	0,69(***)	0,74(***)	0,7(***)	0,72(***)	0,76(***)	0,7(***)	0,71(***)
S11	0,14(***)	0,12(***)	0,11(***)	0,12(***)	0,11(***)	0,11(***)	0,12(***)	0,1(***)	0,1(***)
S12	0,15(***)	0,13(***)	0,11(***)	0,13(***)	0,11(***)	0,12(***)	0,14(***)	0,12(***)	0,12(***)
S14	0,65(***)	0,57(***)	0,57(***)	0,58(***)	0,57(***)	0,57(***)	0,59(***)	0,58(***)	0,57(***)
S15	0,3(***)	0,25(***)	0,21(***)	0,25(***)	0,21(***)	0,23(***)	0,26(***)	0,22(***)	0,22(***)
S16	0,22(***)	0,2(***)	0,18(***)	0,2(***)	0,19(***)	0,19(***)	0,2(***)	0,19(***)	0,19(***)
S17	0,41(***)	0,37(***)	0,35(***)	0,37(***)	0,35(***)	0,36(***)	0,38(***)	0,36(***)	0,36(***)
S18	0,42(***)	0,39(***)	0,37(***)	0,39(***)	0,37(***)	0,38(***)	0,39(***)	0,37(***)	0,38(***)
S20	0,34(***)	0,33(***)	0,32(***)	0,33(***)	0,32(***)	0,33(***)	0,33(***)	0,33(***)	0,33(***)
S23	0,36(***)	0,33(***)	0,32(***)	0,33(***)	0,32(***)	0,33(***)	0,33(***)	0,32(***)	0,32(***)
S26	0,32(***)	0,29(***)	0,26(***)	0,29(***)	0,27(***)	0,28(***)	0,29(***)	0,27(***)	0,27(***)
S27	0,28(***)	0,21(***)	0,17(***)	0,21(***)	0,18(***)	0,19(***)	0,22(***)	0,2(***)	0,19(***)
S28	0,24(***)	0,22(***)	0,21(***)	0,22(***)	0,21(***)	0,22(***)	0,23(***)	0,21(***)	0,22(***)
S29	0,37(***)	0,29(***)	0,27(***)	0,3(***)	0,28(***)	0,28(***)	0,31(***)	0,29(***)	0,28(***)
S30	0,24(***)	0,21(***)	0,18(***)	0,21(***)	0,19(***)	0,2(***)	0,22(***)	0,19(***)	0,19(***)
S31	0,37(***)	0,35(***)	0,33(***)	0,35(***)	0,33(***)	0,34(***)	0,34(***)	0,33(***)	0,33(***)
AGRUP_75	0,32(***)	0,27(***)	0,23(***)	0,27(***)	0,23(***)	0,25(***)	0,28(***)	0,24(***)	0,25(***)
W_LN_VINM		0,27(***)		0,27(***)		0,25(***)	0,22(***)		0,21(***)
lambda			0,51(***)		0,53(***)	0,25(***)		0,51(***)	0,34(***)
Pseudo R-squared	0,832	0,855	0,86	0,8548	0,8548	0,854	0,8531	0,83	0,8519



## ANEJO 10.2: ANÁLISIS DE RATIOS: CONTRASTE DE LOS RESULTADOS DE LOS MODELOS CON TASACIONES DE INMUEBLES IGUALES REALIZADOS EN 2014.

En la tabla 35 figura el resumen de los ratios de los modelos y de las valoraciones realizadas en 2015, frente a las valoraciones del mismo inmueble realizada en 2014.

Tabla A10.2: Ratios de modelos con contrastados con inmuebles valorados en 2014

	MCO	SEM	GWR	2015(1)
MAPE	20,21	20,41	17,16	14,14
MEDIA SP	98.093	98.093	98.093	98.093
MEDIA AV	97.860	96.484	93.246	98.093
MEDIANA RATIO	1,06	1,07	1,00	1,00
MEDIA RATIO	1,09	1,10	1,03	1,04
COD	0,21	0,21	0,18	0,14
WEIGHTED MEAN RATIO	1,00	0,98	0,95	1,00
PRD	1,09	1,11	1,06	1,04
POSICION EN RANGOS	<b>MCO</b>	<b>SEM</b>	<b>GWR</b>	<b>2014</b>
+/-5%	14,52%	15,63%	18,67%	34,37%
+/-10%	16,96%	14,74%	17,48%	20,59%
+/-15%	14,30%	14,37%	16,89%	13,41%
+/-20%	11,19%	12,00%	12,44%	9,26%
+/-50%	35,11%	34,30%	30,96%	19,11%
NÚMERO DE PARÁMETROS	24	25	2338,1	1350,0
R2 ADJUST	0,805	0,84	0,84	
AICc	3506,4	999,4	2208,9	

(1) Se han contrastado las valoraciones de 2015 frente a las realizadas en 2014.

(2) Número de viviendas coincidentes valoradas en los años 2014 y 2015.

El mejor resultado es el que corresponde a la comparación de las tasaciones de 2015 con las de 2014, que muestra un coeficiente de dispersión de 0,14 y un ratio de mediana, que mide el sesgo de sobrevaloración de 1,00. Además, el 34,37% de los contrastes muestran diferencias de valor de menos del 5%.

A continuación figura el modelo GWR, que presenta un coeficiente de dispersión de 0,18; un ratio de mediana de 1,00; y el 18,67% de las diferencias de valoración son de menos del 5%.

Los modelos SEM y MCO, presentan peores resultados en todos los ratios.

En el gráfico 26 figura la distribución en rangos de las diferencias de valoración de los tres modelos y de las valoraciones de 2015.

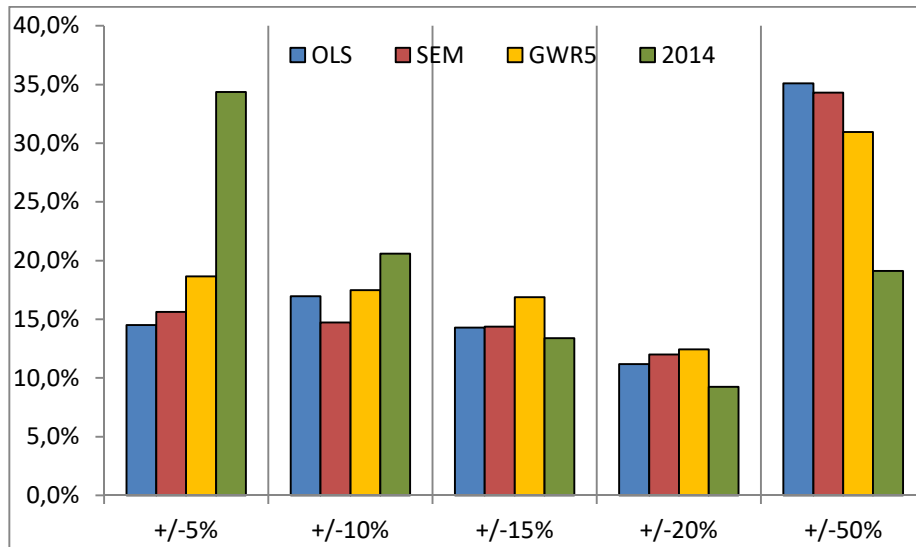


Gráfico A 10.1: Posición en rangos de las diferencias de valoración de los modelos.

## ANEJO 11.1 RESULTADOS DEL ANALISIS DE LA VARIANZA ENTRE SOCIEDADES: PRUEBAS POST-HOC HSD TUKEY

Tabla A 11.1 Resultados del analisis de la varianza entre sociedades: pruebas post-hoc hsd tukey

Tukey Ba,b	MCO						
	Subconjunto para alfa = 0.05						
ENTI	1	2	3	4	5	6	7
S25	-0,14						
S12	-0,12	-0,12					
S11	-0,12	-0,12					
S28	-0,09	-0,09	-0,09				
S8	-0,08	-0,08	-0,08				
S7	-0,07	-0,07	-0,07				
S16	-0,07	-0,07	-0,07				
S30	-0,07	-0,07	-0,07				
S15	-0,06	-0,06	-0,06				
S26		-0,05	-0,05	-0,05			
S31			-0,03	-0,03	-0,03		
S75			-0,03	-0,03	-0,03		
S29			-0,03	-0,03	-0,03		
S23			-0,02	-0,02	-0,02		
S27			-0,02	-0,02	-0,02		
S20				0,01	0,01		
S17					0,03	0,03	
S18					0,03	0,03	
S10						0,09	
S14							0,16
S1							0,18

Tukey Ba,b	SEM									
	Subconjunto para alfa = 0.05									
ENTI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S11	-0,12									
S12	-0,11									
S25	-0,11	-0,11								
S8	-0,10	-0,10								
S28	-0,09	-0,09	-0,09							
S7	-0,08	-0,08	-0,08							
S15	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07						
S16	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07						
S30	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06					
S31	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05				
S26	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04				
S75		-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03			
S29		-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03			
S23			-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02			
S27				0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		
S20					0,02	0,02	0,02	0,02		
S17						0,03	0,03	0,03		
S18							0,04	0,04		
S10								0,06	0,06	
S1									0,11	
S14										0,19

Tukey Ba,b	GWR5 Subconjunto para alfa = 0.05							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ENTI								
S11	-0,11							
S12	-0,11							
S25	-0,09	-0,09						
S7	-0,09	-0,09						
S75	-0,08	-0,08						
S15	-0,08	-0,08	-0,08					
S28	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07				
S30	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07				
S8	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05			
S27		-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04		
S31		-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04		
S26		-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03		
S16		-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02		
S29			-0,02	-0,02	-0,02	-0,02		
S20			-0,02	-0,02	-0,02	-0,02		
S23				-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	
S17					0,02	0,02	0,02	0,02
S1						0,03	0,03	0,03
S18						0,03	0,03	0,03
S14							0,05	0,05
S10								0,06

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 261,921.
- b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

ANEJO 11.2: RESULTADOS DEL ANÁLISIS UNIVARIANTE.

Distribución de los agentes (TASADORAS; PROFESIONALES y MANDATARIOS) por agrupación según los resultados de cada modelo( MCO; SEM y GWR5).

Tabla A11.2: Agrupaciones de agentes

TASADORAS	MANDATARIOS	PROFESIONALES	clave
<b>GRANDES</b>	<b>GRANDES</b>	<b>EXPERTOS</b>	<b>1</b>
<b>MEDIANAS</b>	<b>MEDIANOS Y PEQUEÑOS</b>	<b>EXPERT. MEDIO</b>	<b>2</b>
<b>PEQUEÑAS</b>	<b>CLIENTES</b>	<b>EXPERT. BAJO</b>	<b>3</b>

## EFFECTOS SIMPLES

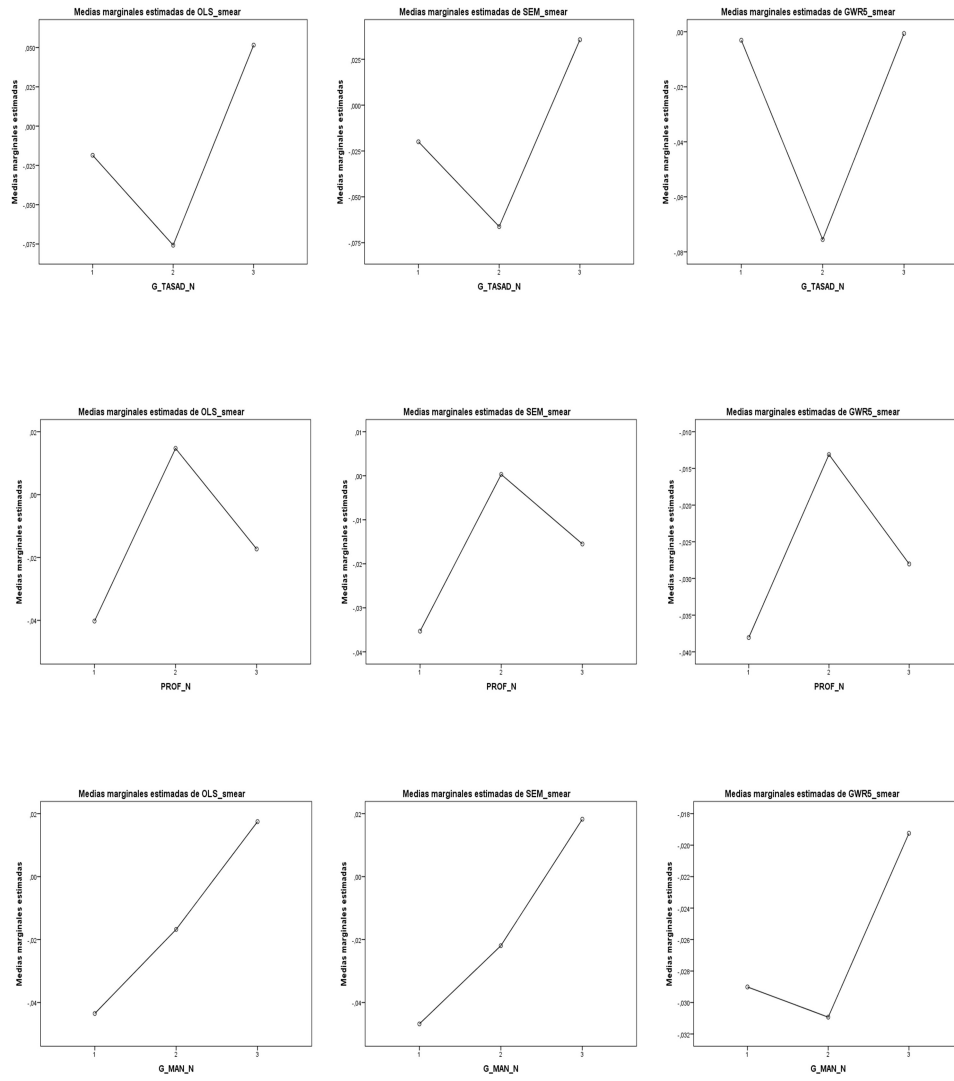


Gráfico A11.2.1 EFECTOS SIMPLES

EFFECTOS POR PAREJAS DE AGENTES

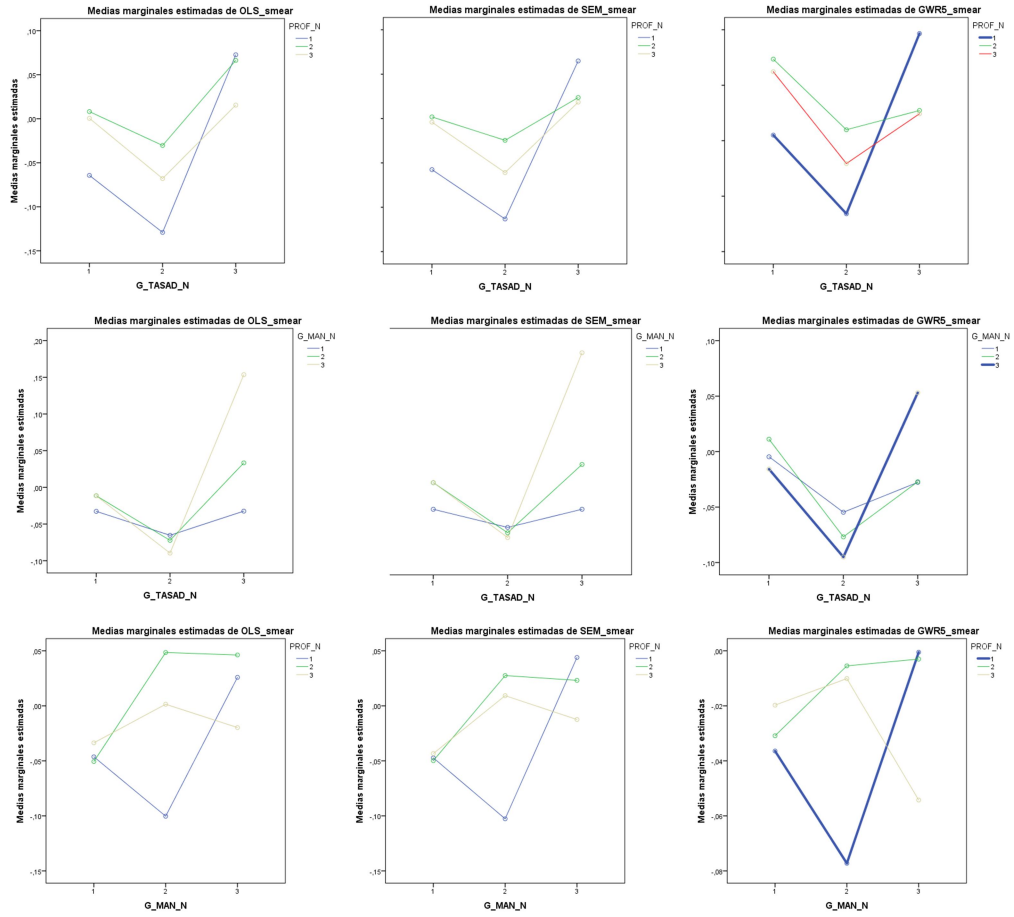


Gráfico A11.2.2 EFECTOS POR PAREJAS DE AGENTES

# EFFECTOS MÚLTIPLES

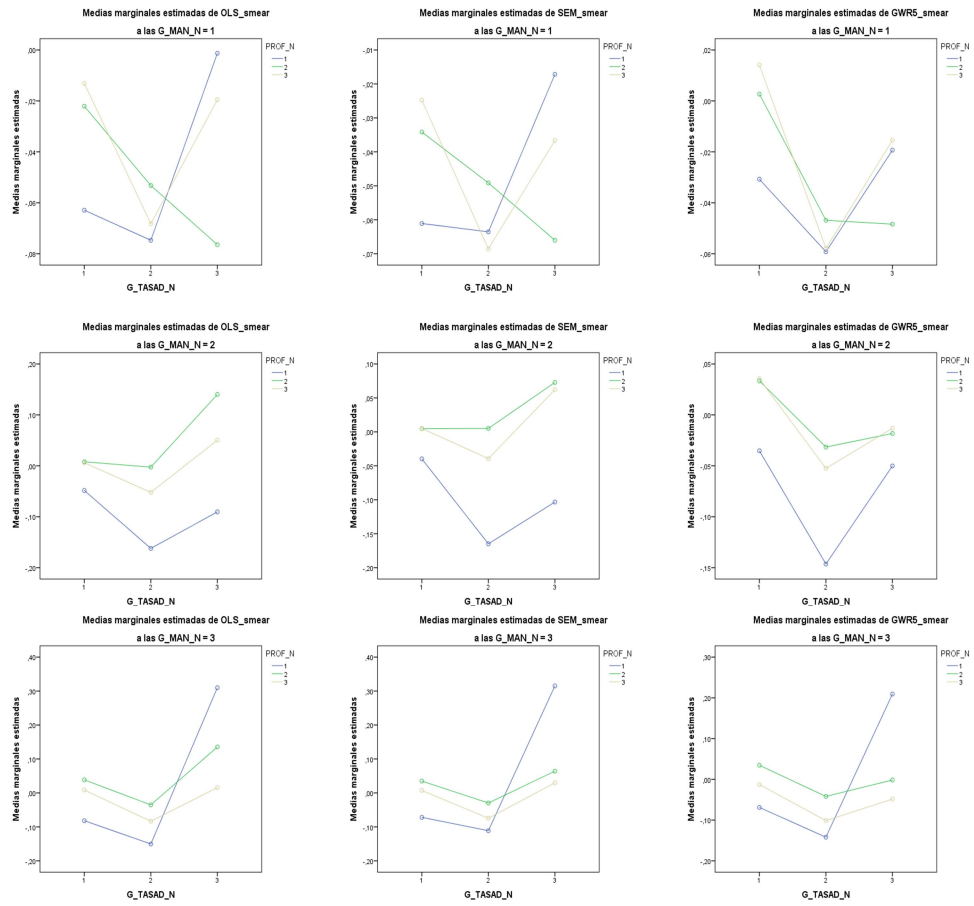


Gráfico A11.2.3 EFECTOS MÚLTIPLES



### Anejo 11.3 ANALISIS DE LA VARIANZA DE FACTORES: PRUEBAS POST-HOC HSD TUKEY

Tabla A11.3: PRUEBAS POST-HOC HSD TUKEY

**OLS\_smear**

**SEM\_smear**

**GWR5\_smear**

G_TAS AD_N	Subconjunto		
	A	B	C
2	-,0609	-,0198	,0341
1			
3			
Sig.	1	1	1

G_T ASA D_N	Subconjunto		
	A	B	C
2	-,0553	-,0260	,0267
1			
3			
Sig.	1	1	1

G_TA SAD_ N	Subconjunto		
	A	B	C
2	-,0555	-,0203	,0036
3			
1			
Sig.	1	1	1

PROF_ N	Subconjunto		
	A	B	C
1	-,0684	-,0318	-,0190
3			
2			
Sig.	1	1	1

PR OF_ N	Subconjunto	
	A	B
1	-,0615	-,0334
3		
2		
Sig.	1	,154

PROF_ N	Subconjunto		
	A	B	C
1	-,0483	-,0252	-,0120
3			
2			
Sig.	1	1	1

G_MA N_N	Subconjunto	
	A	B
1	-,0469	-,0135
3		
2		
Sig.	1	,294

G_MA N_N	Subconjunto	
	A	B
1	-,0492	-,0115
3		
2		
Sig.	1	,256

G_MA N_N	Subconjunto	
	A	B
3	-,0346	-,0101
1		
2		
Sig.	,599	1

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.  
Se basa en las medias observadas.

Todos los modelos muestran tres subconjuntos para G\_TASAD\_N;

Para PROF\_N los modelos OLS y GWR5 presentan 3 subconjuntos; SEM muestra solo 2 (agrupación 1 frente a 2 y 3)

G\_MAN\_N muestra 2 subconjuntos en todos los modelos (agrupación 1 frente a 2y3)

## Notas

- 
- <sup>i</sup> 1/ Muestra el marco legal nacional, indicando el nombre de las leyes nacionales. Las celdas están vacías si no hay un marco legal.
- 2 / Se refiere al organismo a cargo de la supervisión del desempeño de los evaluadores.
- 3 / Los tasadores generalmente necesitan cumplir con un requisito mínimo de calificaciones; el uso del título de tasador está protegido por el marco legal (con licencia) o el marco profesional (chartered). En algunos países, las compañías de tasación establecen los requisitos específicos de los tasadores de turno.
- 4 / Por lo general, los informes de valoración tienen requisitos legales mínimos para la forma y el contenido. En algunos casos, solo existen requisitos profesionales generales (RICS / TEGOVA).
- 5 / Los enfoques para la valoración varían desde requisitos muy específicos hasta solicitudes genéricas de bases de valor. Sin embargo, frecuentemente no se requieren estándares de valoración. IVS y el Libro Rojo son algunos de los estándares internacionales más conocidos. EVS está vinculado a la regulación europea.
- 6/ RICS: Royal Institution of Chartered Surveyors.
- 7/ FIRREA: Financial Institutions Reform, Recovery and Enforcement Act.
- 8/ SHF: Sociedad hipotecaria Federal.
- 9/ EVS: European Valuation Standards.
- 10/ TECNOBORSA: Italian Property Valuation Standards.
- 11/ IVSC: International Valuation Standards committee.
- 12/ USPAP: Uniform Standards of Professional Appraisal Practice.
- 13/ TEGOVA: The European Group of Valuers' Associations.

<sup>ii</sup> Fuentes: 1 = Appraisal Institute et al. (April 30, 2008). 2 = North Carolina Appraisal Board (April 30, 2008). 3 = The Appraisal Foundation (April 29, 2008). 4 = American Bankers Association et al. (April 30, 2008). 5 = John C. Dugan (May 27, 2008). 6 = Federal Trade Commission (April 30, 2008). 7 = Office of the Comptroller of the Currency, Board of Governors of the Federal Reserve System, Office of Thrift Supervision and National Credit Union Administration (June 19, 2008).

CAPÍTULOS Y NÚMEROS DE PÁGINAS DE LA TESIS QUE RECOGEN LAS PARTES INHIBIDAS DE PUBLICACIÓN.

<b>CAPITULO</b>	<b>Nº PAG</b>	<b>PARRAFO</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>18</b>	<b>2</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>19</b>	<b>3 y 4</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>20</b>	<b>2</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>21</b>	<b>1 y 2</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>22</b>	<b>1 y final</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>23</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>61</b>	<b>3</b>
<b>11</b>	<b>231</b>	<b>Todos los párrafos</b>
<b>11</b>	<b>232</b>	<b>4</b>
<b>11</b>	<b>233</b>	<b>Párrafos de letras a,b,y c</b>
<b>11</b>	<b>234</b>	<b>Párrafos de letras a,y b</b>
<b>11</b>	<b>235</b>	<b>1, tras encabezamiento :</b>
<b>11</b>	<b>236</b>	<b>Todos los párrafos</b>
<b>11</b>	<b>237</b>	<b>Todos los párrafos tras encabezamiento</b>
<b>11</b>	<b>238</b>	<b>Todos los párrafos</b>
<b>11</b>	<b>239</b>	<b>Todos los párrafos</b>
<b>12</b>	<b>242</b>	<b>2</b>
<b>12</b>	<b>243</b>	<b>3 y 4</b>
<b>12</b>	<b>244</b>	<b>3</b>

---

12	248	4 y 6
12	249	2
12	252	Último párrafo
12	253	todo
12	254	Todo excepto último párrafo
12	255	2 a partir de línea 3
12	256	todo
12	257	1
12	259	1 y 2