



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

LOS MERCADOS INMOBILIARIOS EN LA ÉPOCA DEL BIG DATA

Autor: Santiago Vázquez Rodríguez
Director: Leandro Sergio Escobar Torres

MADRID | Abril, 2019

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	6
1.1 Propósito general de la investigación	6
1.2 Contextualización del tema	6
1.3 Justificación del tema	7
1.4 Objetivos	8
1.5 Metodología	9
1.6 Estructura del trabajo	10
2. BIG DATA	11
2.1 Definición y características	11
2.2 Origen y desarrollo	12
2.3 Aplicaciones del Big Data. Impacto en la sociedad	14
2.4 Tipos de Big Data	16
2.5 Big Data en el futuro. Oportunidades, retos y tendencias	17
2.6 Privacidad y marco jurídico	20
3. LOS MERCADOS INMOBILIARIOS	21
3.1 Concepto	21
3.2 Situación actual mercado residencial en España	21
3.3 Futuro el sector inmobiliario	22
3.3.1 Evolución del sector.....	22
3.3.2 Nuevas tendencias. Los millennials y la revolución en el sector inmobiliario....	23
3.3.3 ¿Posible nueva burbuja?.....	24
3.3.4 ‘Proptech 3.0’. El futuro del sector inmobiliario.....	25
4. LOS MERCADOS INMOBILIARIOS Y EL BIG DATA	28
4.1 Concepto. Ventajas y retos	28
4.2 Impacto del Big Data en los mercados inmobiliarios. Ejemplos	28
4.3 Portales inmobiliarios. Análisis del mercado español	30
4.4 Big data en la valoración de inmuebles	33
4.4.1 ‘Automated Valuation Models’ (AVMs).....	33
4.5 Inteligencia Artificial en la valoración de inmuebles	37
4.5.1 Redes Neuronales Artificiales (RNA).....	38
5. VALORACIÓN DE UN MERCADO INMOBILIARIO ESPAÑOL	43
5.1 Contextualización	43
5.1.1 Objetivo y metodología.....	43
5.1.2 Datos empleados.....	43
5.1.3 Método de valoración. Análisis de regresión lineal múltiple.....	44
5.2 Valoración	45
5.2.1 Modelo de regresión lineal múltiple 1.....	45
5.2.2 Modelo de regresión lineal múltiple 2.....	46
5.2.3 Modelo de regresión lineal múltiple 3.....	47
5.3 Interpretación y comparación de los resultados	49
5.3.1 Coeficientes.....	49
5.3.2 Coeficiente de determinación.....	50
6. CONCLUSIÓN	52
7. BIBLIOGRAFÍA	53
8. ANEXOS	60

ÍNDICE DE TABLAS E ILUSTRACIONES

Tablas

Tabla 1: Tipos de Big Data.....	16
Tabla 2: Impacto del Big Data.....	29
Tabla 3: Portales inmobiliarios más populares a nivel nacional.....	31
Tabla 4: Ranking popularidad portales inmobiliarios nacionales.....	32
Tabla 5: Pasos en el desarrollo de un AVM.....	35
Tabla 6: Datos de la muestra objeto de estudio.....	44

Ilustraciones

Ilustración 1: Número de anuncios en los portales inmobiliarios nacionales.....	32
Ilustración 2: Estructura de un RNA.....	40
Ilustración 3: Modelo de regresión 1.....	46
Ilustración 4: Modelo de regresión 2.....	47
Ilustración 5: Modelo de regresión 3.....	48

RESUMEN

En el presente trabajo se trata de analizar el fenómeno del Big Data y su influencia en los mercados inmobiliarios desde sus orígenes. Siendo el uso de los macro datos una cuestión extremadamente divulgada en la última década, no lo es tanto su implementación en el sector de bienes raíces, encontrándose en una fase temprana en su desarrollo. De esta forma, se llevará a cabo un análisis exhaustivo del tema en cuestión, tratando de dar a conocer la relevancia de su funcionalidad. Adicionalmente, se hará énfasis en la valoración de inmuebles, dando a conocer dos herramientas sumamente útiles como son los modelos de valoración automatizada (AVM) y las redes neuronales artificiales (RNA). Siguiendo esta línea, se concluirá con la elaboración de una valoración aproximada de la vivienda en el barrio de Almagro (Madrid), llevando a la práctica los conocimientos previamente desarrollados.

PALABRAS CLAVE: Big Data, sector inmobiliario, macro datos, Internet de las cosas, proptech, Modelos de valoración automatizada, (AVM's), Redes Neuronales artificiales (RNA)

ABSTRACT

This End-of-Degree project is about analyzing the Big Data phenomenon and its influence in the real estate markets since its origins. Being the use of Big Data an extremely popular issue in the last decade, it is not so much its implementation in the real estate sector, being this at an early stage of its development. In this way, an exhaustive analysis of the subject will be carried out, trying to show the relevance of its functionality. Additionally, emphasis will be placed on the valuation of real estate, revealing two extremely useful tools such as automated valuation models (AVM) and artificial neural networks (ANN). Following this, it will be concluded with the elaboration of an approximate valuation of the real estate situation in the neighborhood of Almagro (Madrid), putting into practice the previously developed knowledge.

KEYWORDS: Big Data, real estate sector, Internet of things (IoT), proptech, Automated valuation methods (AVM's), Artificial neural network (ANN)

ABREVIATURAS

RICS	Royal Institution of Chartered Surveyors
IoT	Internet of things
LOPD	Ley Orgánica de Protección de Datos
AEPD	Agencia Española de Protección de Datos
CEO	Chief Executive Officer
SOCIMI	Sociedad Cotizada de Inversión Inmobiliaria
IA	Inteligencia Artificial
AVM	Automated Valuation Models
RNA	Redes Neuronales Artificiales

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Propósito general de la investigación

El propósito general del presente trabajo consiste en la realización de un **estudio de la influencia del Big Data en los mercados inmobiliarios**, concluyendo con una aplicación práctica de la teoría materializándose en la elaboración de una valoración inmobiliaria mediante una serie de modelos más adelante descritos, tomando como punto de partida el mercado de bienes raíces del barrio madrileño de Almagro.

1.2 Contextualización del tema

Muchas son las respuestas cuando surge la pregunta acerca de dar una **definición** precisa acerca del concepto de Big Data. A pesar de esta disparidad, parece que todas ellas tienen en común la presencia de una serie de características esenciales, las conocidas como las 7 Vs. De forma general, se podría definir como aquellas cantidades enormes de datos estructurados o no estructurados que no podrían ser procesados y analizados mediante la utilización de las herramientas tradicionales. (Barranco Fragoso, ibm.com, 2012)

Desde sus orígenes, allá por las primeras décadas siglo pasado, esta tendencia ha sido considerada por todo tipo de empresas y en especial por aquellas cuya actividad consistía en proporcionar un servicio directo al cliente. Este es el caso del sector inmobiliario, alrededor del cual se produce a mediados de la década de los ochenta el origen de un término novedoso, el denominado ***proptech***. Este se refiere la unión de *property* y *technology*, y engloba todas aquellas compañías que aúnan los servicios inmobiliarios y las tecnologías digitales, resumiendo la gran consideración que se ha dado en este sector a la implementación de las nuevas tecnologías.

Como si de una ola se tratara, la **expansión de la tecnología en el sector de los bienes raíces** ha sido tal que ha supuesto la evolución del denominado *proptech* hacia dos nuevas generaciones, pudiendo hablar hoy en día del *proptech 3.0*, tendencia en la cual se enmarcaría la irrupción del Big Data.

Por último, **la relevancia de este fenómeno** ha contribuido a que numerosos intelectuales, desde profesores universitarios a eminencias en el mundo empresarial, se hayan detenido para teorizar acerca de dicha cuestión. Esto ha llevado al surgimiento de numerosos trabajos y estudios que han servido como base teórica en el presente trabajo, destacando aquellos confeccionados por RICS (*Royal Institution of Chartered Surveyors*) o los informes de multinacionales como IBM, Oracle o SAS, utilizados frecuentemente a lo largo del trabajo.

1.3 Justificación del tema

Desde hace unos años nuestras vidas se encuentran continuamente examinadas en cualquier momento y lugar, incluso dentro de nuestros propios hogares. Según datos del portal de estadísticas *statista.com*, existen aproximadamente 2.659,4 mil millones de usuarios activos de ‘*smartphones*’ (teléfonos inteligentes) en el año 2019, lo cual representa más de un 35% del total de la población mundial. Estas cifras mareantes, a las que hay que sumar todo el abanico de dispositivos conectados que comprende el IoT (Internet de las cosas), se traducen en que **ininterrumpidamente se generan cantidades masivas de datos** a partir de cualquier tipo de actividad que realicemos en con nuestros dispositivos móviles. Pero esto va más allá, ya no se requiere la interacción con un aparato electrónico personal para la proliferación de datos, sino que el mero pago con una tarjeta de crédito o incluso los residuos generados cada día en tu hogar puede convertirse en una mina de información.

Lo anteriormente descrito denota la gran relevancia que a día de hoy representa el Big Data. Este hecho es conocido y valorado por todo tipo de empresas en sectores muy dispares, haciendo muy común las grandes inversiones en desarrollo e investigación en esta cuestión. Por ello se dice que los datos son “**el petróleo del siglo XXI**”, consolidándose como actor principal en la economía mundial. (Jaimovich, 2018)

De forma paralela, el sector inmobiliario se encuentra en constante evolución tras la irrupción en la sociedad de Internet. El **dinamismo de este sector** hace que cada día resulte necesario que todos los actores participantes en él se adaptan a cualquier novedad que vaya surgiendo. De esta manera, el Big Data penetró con fuerza en el sector y está presente para quedarse por mucho tiempo. El objetivo principal es la dinamización y

aumento de la eficiencia del mercado. El análisis de grandes cantidades de datos trae y traerá múltiples beneficios al sector inmobiliario tan relevantes como la posibilidad de anticipar una posible burbuja, pero resulta necesario plantearse una serie de cuestiones ¿se encuentra suficientemente preparado el sector para semejante revolución? ¿dónde nos llevará este fenómeno?

Estas últimas resumen el **interés fundamental** que ilustra el por qué de la realización del presente trabajo. La curiosidad que despierta en el autor la ingente incursión de un fenómeno tan innovador en uno de los sectores económicos más arcaicos como es el sector inmobiliario, explica la elección de esta cuestión de investigación.

1.4 Objetivos

Los principales objetivos que se perseguirán se pueden resumir en:

Efectuar un estudio pormenorizado del fenómeno del Big Data, desde sus orígenes hasta la actualidad, enfatizando el impacto que ha tenido en la sociedad, así como el porvenir en cuanto a las oportunidades, retos y tendencias.

Analizar brevemente la situación del sector inmobiliario nacional haciendo hincapié en el desarrollo y futuro del *'proptech'*, concepto previamente mencionado en la contextualización del tema.

Profundizar en la colisión del Big Data y los mercados inmobiliarios, siendo esta la parte de más relevancia del trabajo. En esta línea, se desarrollarán dos técnicas actuales en la valoración de inmuebles: los *automated valuation models* (AVM's) y las redes neuronales artificiales (RNA). Con ello se tratará de reflejar la importancia que tienen actualmente tanto el Big Data como la inteligencia artificial, disciplinas tremendamente interconectadas, en la valoración de inmuebles a día de hoy.

Por último, se buscará aplicar a la práctica la teoría desarrollada a lo largo del trabajo. Para ello se realizará una valoración aproximada del barrio madrileño de Almagro mediante el empleo de datos obtenidos en portales inmobiliarios de la web y sirviéndose del modelo de regresión múltiple como herramienta de valoración.

1.5 Metodología

La metodología empleada se puede resumir en el siguiente proceso. La **parte teórica** del trabajo, se iniciará con la exploración de todo tipo de fuentes que desarrollen la cuestión de investigación. Para ello, se buscará en bibliotecas online, como la de la propia Universidad, pero fundamentalmente se utilizará ‘*Google Scholar*’ (Google Académico), buscador especializado en la indagación de todo tipo de recursos académicos y de investigación.

Posteriormente, se seleccionarán aquellas fuentes que más se adecúen a la cuestión a desarrollar teniendo en cuenta tanto su relevancia como la adecuación al contenido en concreto. Aquí resulta necesario mencionar que, a pesar de que por separado los temas del Big Data y el sector inmobiliario se encuentran ampliamente desarrollados teóricamente, existiendo un gran volumen de recursos académicos de calidad como libros, revistas incluso entrevistas, la unión de ambos, es decir, la implementación de los macro datos en el sector de bienes raíces es una cuestión relativamente nueva, haciendo que no exista abundancia de este tipo de recursos y, por ende, predominan en el trabajo el uso de informes de compañías o artículos publicados en páginas web.

Por último, cabe destacar que las palabras empleadas con mayor frecuencia en el buscador académico de Google han sido “Big Data origen, desarrollo, características”, “*Big Data analytics*”, “*Big Data trends*”, “*Proptech evolution*”, “*Automated Valuation Models*”, “Redes Neuronales Artificiales”, entre otras.

Relativo a la **parte práctica**, se ha partido de la obtención de una serie de datos específicos detallados más adelante mediante el uso del portal inmobiliario líder en nuestro país idealista.com. Finalmente, se ha utilizado el programa informático Excel para llevar a cabo la clasificación e interpretación de toda la información además de la realización de la tasación a precio de mercado del barrio en cuestión. Con el objetivo de alcanzar una mayor precisión se han elaborado tres modelos separados, siendo el segundo y el tercero el mismo que el inicial, pero con una serie de variables cualitativas adicionales. Esto permitirá hacer una comparación de los resultados obtenidos y concluir cuál ha sido el más preciso.

1.6 Estructura del trabajo

El trabajo se puede estructurar en dos partes claramente diferenciadas.

En primer lugar, una **parte teórica** en la cual se analiza exhaustivamente el fenómeno del Big Data desde sus orígenes hasta la actualidad indagando también en sus implicaciones futuras. Posteriormente se detalla brevemente la situación actual del sector inmobiliario en nuestro país, así como las tendencias más notables en este para finalizar aunando los temas anteriores. De esta manera, se llega al último punto y más importante del aparte teórica en el cual se trata la influencia o relación de los dos temas desarrollados en los capítulos anteriores. Dentro de este capítulo, tras un escueto estudio del vínculo entre ambas cuestiones, pasando por un análisis de los portales inmobiliarios, se llega a la investigación de dos cuestiones de gran actualidad y que ejemplifican el propósito general de la investigación: los modelos de valoración automatizada (AVM's) y las redes neuronales artificiales (RNA).

En segundo lugar, destaca la **parte práctica** del trabajo en la cual se pretende llevar a cabo una valoración del mercado inmobiliario en Almagro por medio de varios modelos de regresión múltiple. Una vez se han obtenido los resultados, se ha procedido a la interpretación y la comparación de los mismos, buscando la obtención de la ecuación que permita obtener la ecuación más precisa para hallar el precio de la vivienda en dicho barrio en función de unas variables dadas.

Por último, se han incluido al final del trabajo unos **anexos** en los cuales se recogen los datos utilizados en la parte práctica para la elaboración del modelo, la estadística descriptiva relativa a las variables cuantitativas y un mapa en el cual se ve la ubicación de todas las viviendas objeto de la muestra.

2. BIG DATA

2.1 Definición y características.

Hoy en día no existe aún una **definición** clara y consensual entre los académicos acerca del Big Data. Por ello, tomando la definición dada por el *McKinsey Global Institute* en un informe de mayo de 2011, se entiende por el término: “*Big Data se refiere a los conjuntos de datos cuyo tamaño está más allá de las capacidades de las herramientas típicas de software de bases de datos para capturar, almacenar, gestionar y analizar*” (Joyanes Aguilar, 2013)

Si bien esta definición se caracteriza por su generalidad, lo cierto es que existe consenso acerca de las **características fundamentales** que singularizan este concepto y que se conocen como las ‘7 V’s’. Éstas serían:

Variiedad: se refiere a las diferentes formas que pueden tomar los datos registrados. De esta manera, se pueden clasificar los datos estructurados o no estructurados. Los primeros, más sencillos de manejar, incluyen las bases de datos mientras que los segundos, abarcan desde los documentos de texto y correos electrónicos hasta los vídeos e imágenes. Debido a esto, las entidades requieren la utilización de herramientas adecuadas para el tratamiento de la anterior información. (Instituto de ingeniería del Conocimiento, 2016)

Volumen: cantidad masiva de datos que hoy en día se almacenan con el propósito de procesar dicha información transformando los datos en acciones. Hablando de números, aproximadamente el 90% de todos los datos existentes hoy en día han sido elaborados en los dos años pasados, destacando como mayor cooperador el fenómeno del Internet de las cosas (IoT). (BBVA, 2018)

Velocidad: la gran velocidad a la que hoy en día se transmiten los datos conlleva al desarrollo de herramientas adecuadas para su procesamiento. Para ello, instrumentos como sensores o etiquetas RFID (identificación por radiofrecuencia) contribuyen a la distribución de inmensas cantidades de datos de forma casi inmediata. (SAS Institute, s.f.)

Veracidad: se trata de la inseguridad inherente de los datos o, dicho en otras palabras, el grado de credibilidad de la información contenida. Resulta imprescindible y un reto para las organizaciones, obtener datos de alta calidad, lo cual se consigue mediante la implementación de técnicas de limpieza dirigidas a reducir o eliminar la imprevisibilidad propia de cierto tipo de datos. (Puyol Moreno, 2014)

Variabilidad: como se desprende de su definición, se trata de la mutabilidad a la que están sujeta los datos. Los datos sueltos no proporcionan ninguna información ya que son alterables por lo que hay que aplicar métodos estadísticos para comparar sus variaciones y sacar conclusiones. (Reporte digital, 2018)

Visualización: se trata de la manera en la que los datos son mostrados. Por esto, tras ser almacenados y posteriormente procesados, estos necesitan ser presentados de tal forma que sean comprensibles y accesibles para que los pueda comprender el cliente. (Instituto de Ingeniería del Conocimiento, 2016)

Valor: se trata de la característica más relevante del Big Data y, quizá el propósito último de los datos masivos. Este se obtiene mediante el análisis exhaustivo de todos aquellos datos precisos adicionalmente con una correcta utilización de la información y sabiduría que de estos se desprende. (Maroto, 2017)

Definitivamente el Big Data podría definirse como el aglutino de las siete características definidas anteriormente, por medio de las cuales todo tipo de organizaciones, tanto públicas como privadas, tratan de beneficiarse buscando siempre la obtención de una ventaja competitiva frente a sus competidores. Además, debido al gran crecimiento del Big Data, numerosos autores siguen añadiendo nuevas ‘V’ a la lista, entre las que destacan la vulnerabilidad y la volatilidad de los datos.

2.2 Origen y desarrollo.

A pesar de que el término “Big data” nace hace unas décadas en el seno del mundo empresarial, fue a lo largo de 1960 y 1970 cuando se comienza a tratar con abundantes cantidades de datos lo cual lleva al surgimiento de las primeras bases de datos relacionales. (ORACLE, s.f.)

El estallido del término en el panorama contemporáneo se produce a finales de la década de 1990 gracias a la convergencia de una serie de tendencias que se comenzaban a consolidar entre los consumidores, entre otras: las redes sociales, las aplicaciones, la conexión a Internet y más adelante, el '*cloud computing*'. Todas estas con un factor muy importante en común, la capacidad de producir cantidades masivas de datos que debían ser almacenadas para posteriormente ser procesadas y analizadas. (Joyanes Aguilar, 2013)

La necesidad de descifrar el gran volumen de datos existente en la actualidad hace que este fenómeno continúe sin parar, convirtiéndose en uno de los temas claves en el mundo científico del momento. Esto contribuye a que se hable de una **nueva disciplina** cuya funcionalidad resulta necesaria para todo tipo de organizaciones en la consecución de sus objetivos. (Diebold, 2012)

En cuanto a la **relevancia actual** del Big Data, resulta necesario comentar brevemente la evolución cuantitativa de este concepto. En los albores del Big Data, se consideraban como 'enormes' aquellas entidades capaces de manejar volúmenes de datos entre 1 y 10 terabytes. Hoy en día, siendo posible la adquisición de unidades de memoria de un *terabyte* (10^{12}) por cantidades inferiores a 100 euros, numerosas entidades ya han roto la barrera del *petabyte* (10^{15}), es decir, mil veces más de lo que en su origen se consideraba grande. Además, según la compañía International Data Corporation (IDC), aproximadamente el volumen de datos se multiplica por dos cada año que pasa, estimándose que se lleguen a manejar alrededor de 35 *zettabytes* (10^{21}) en el año 2020. (Joyanes Aguilar, 2013)

Finalmente, en un futuro no muy lejano, se asistirá al remplazamiento de actividades hoy en día reservadas al juicio humano a favor de sistemas computarizados basados en el procesamiento de datos. Esta revolución hará que los grandes torrentes de datos se conviertan en un activo con un alto valor económico para las organizaciones, así como una fuente constante de innovación. (Mayer-Schönberger, 2013)

2.3 Aplicaciones del Big Data. Impacto en la sociedad.

Resulta imprescindible mencionar los diversos **esfuerzos llevados a cabo desde la Comisión Europea** con el objetivo de impulsar esta tendencia. En este sentido, en julio de 2014, se elaboró un plan para apoyar la transformación hacia una economía fundada en el procesamiento de datos como piedra angular, lo cual contribuirá a la proliferación de oportunidades de negocios. Todo esto se enmarca dentro del artículo *“Towards a thriving data-driven economy”* (Official Journal of the European Union, 2015) en el cual se menciona que todos aquellos servicios relacionados con el Big Data se espera que crezcan alrededor de un 40% anualmente. (Monteleón-Getino, 2015)

A pesar de esto, resulta necesario preguntarse cómo esta tendencia tecnológica podría mejorar la vida de las personas. Siguiendo esta línea, la Comisión europea en su artículo *“Making Big Data work for Europe”* recoge de forma general una serie **ejemplos** de cómo podría cambiar la sociedad mediante el Big Data. (European Commission, 2017)

- Aumento en la productividad todas las parcelas de la economía.
- Metamorfosis en el sector de servicios en toda Europa gracias al desarrollo de un gran abanico de instrumentos innovadores.
- Progreso en el campo de la innovación e investigación científica.
- Incremento de la eficiencia en el seno de las entidades públicas.
- Consecución de una reducción en los costes operativos mediante la implementación de servicios individualizados.

Más concretamente, los **campos o disciplinas** que se ven afectadas directamente por el desarrollo del Big Data son, entre otros:

La **medicina** destaca como uno de los ámbitos más prometedores en la implementación de esta tendencia, la cual mediante el análisis del desempeño del sistema sanitario ayuda a reducir los gigantes costes ligados a la investigación clínica. (Monteleón- Getino, 2015) Un claro ejemplo lo arroja el ébola, pandemia que amenazó nuestro país en la pasada década, la cual podría haberse predicho el riesgo real mediante el análisis de datos registrados en los diferentes buscadores de internet. (Esteban, 2014)

En el ámbito de las **organizaciones**, el Big Data contribuye a que las empresas mejoren enormemente a la hora de tomar decisiones trascendentales, traduciéndose esto en una mayor efectividad y ventaja competitiva. Acciones que contribuyen a este resultado destacan la evaluación de los productos y servicios más eficiente mediante los métodos de recolección de datos, la minoración de los riesgos a la hora de operar, la individualización de los servicios y la mejora en la comunicación tanto dentro como fuera de la empresa, entre otras. (Universidad de Barcelona, s.f.) Por otra parte, el sector público no es una excepción y no se quedará atrás en el beneficio aportado por el uso de macro datos. En cuanto a la Administración española, la inclusión de esta tendencia dependerá en gran medida de la Unión Europea, destacando en julio de 2014 la adopción del documento “*Communication on Data-Driven Economy*”, en cuyo interior se menciona la formación de un mercado único europeo fundado en el Big Data y Cloud Computing. (Asociación de Técnicos Comerciales y Economistas del Estado, 2014)

Otro entorno destacado es el de la **gestión urbana** dando lugar a las denominadas ‘*smart cities*’. La inmensa cantidad de información generada en cualquier ciudad del mundo, puede ser captada a tiempo real por medio de sensores para posteriormente ser enviada a grandes bases de datos. Mediante el análisis de estos se permite llevar a cabo una gestión mucho más eficiente de los sistemas urbanos a corto plazo, haciendo que los costes tanto para las administraciones como, y aún más relevante, para el medio ambiente se vean reducidos. (Batty, 2013)

Por último, más allá de los campos, destaca uno de los usos más valiosos, el cual se podría aplicar en todas las disciplinas previamente mencionadas, y se trata del **análisis predictivo**. Por medio de los denominados modelos de análisis predictivo, elaborados mediante técnicas matemáticas y estadísticas, se trata de inferir el comportamiento futuro de un factor predictivo en función de una serie de variables predictores. (Arrabales Moreno, 2016) En otras palabras, se tratan de unas herramientas que predicen los comportamientos futuros de unos factores de forma aproximada.

2.4 Tipos de Big Data

En primer lugar, mencionado antes, los datos se dividen en **dos categorías fundamentales**: (KYOCERA, 2017)

- a) Datos estructurados: son los más comunes entre todas las bases de datos y se refieren a aquellos conjuntos de datos que se encuentran ordenados para ser procesados fácilmente.

- b) Datos no estructurados: son todos aquellos datos binarios que no poseen una estructura interna que pueda ser reconocida. Debido a esto, en un primer momento estos datos carecen de valor alguno ya que será necesario ordenarlos y categorizarlos para obtener información de utilidad.

Más específicamente, podemos diferenciar cinco clases de datos según la compañía norteamericana IBM:

Tabla 1: Tipos de Big Data

TIPO	DESCRIPCIÓN
Web and social media	Todos aquellos datos provenientes de Internet, destacando por su volumen las redes sociales
Machine to machine	Hace referencia a aquellas tecnologías que permiten la interconexión entre diferentes dispositivos. Sensores o medidores se encargan de captar datos para posteriormente mandarlos a dispositivos que los procesan.
Big transaction data	Engloba todos aquellos datos obtenidos de transacciones masivas en ámbitos como la banca, telecomunicaciones. Medicina, etc.
Biometrics	Datos provenientes del análisis de los seres humanos y sus procesos biológicos destacando el reconocimiento facial, la huella digital o el escaneo de retina, muy útiles en el ámbito de la inteligencia o ciberseguridad.
Human generated	La interconexión entre los seres humanos, y estos con el medio que les rodea, produce una inmensa cantidad de datos

	a diario. A modo de ejemplo, correos electrónicos, llamada telefónicas, estudios médicos, mensajes, etc.
--	--

Fuente: adaptando de (Barranco Fragoso, 2012)

2.5 Big Data en el futuro. Oportunidades, retos y tendencias.

Si bien es cierto que la presencia de los macrodatos en el tejido empresarial actualmente es notoria, nada tiene que ver con lo que supondrá en un futuro. El sólido crecimiento de esta tendencia hace que aparezcan numerosas oportunidades que traen ventajas competitivas a las empresas, así como el surgimiento de nuevas técnicas que permitirán un mejor y más ágil entendimiento y tratamiento de las herramientas para operar los datos masivos. A pesar de esto, no hay que subestimar aquellos retos que afecten a la viabilidad de las compañías, suponiendo un resultado negativo en su desempeño. (Tabares & Hernandez, 2014) Más específicamente, podemos encontrar:

A. Oportunidades.

Un estudio realizado sobre 560 empresas involucradas con Big Data realizado por (Chen & Zhang, 2014) permitió concluir que la mayor ventaja que les proporcionaba (51%) era el **aumento en la eficiencia de su desempeño**, gracias a una mejor comprensión de sus procesos. Más allá, aunque con menor importancia, surgieron otras ventajas. Por orden de importancia, destacaron:

- Mantener informada a la dirección estratégica (36%)
- Mejora del servicio al cliente (27%)
- Identificación y desarrollo de nuevos productos (24%)
- Mejora de la experiencia del cliente (20%)
- Identificación de nuevos mercados (11%)
- Mayor velocidad para penetrar en nuevos mercados (8%)
- Cumplimiento de normativa (6%)
- Otras (3%)

B. Retos

Comúnmente, **toda oportunidad va de la mano de una serie de desafíos**. En el mundo del Big Data, se identifican una serie de retos a lo largo del proceso entero de tratamiento de los datos, en los cuales se centran las investigaciones académicas de este sector. Entre ellos: (Tabares & Hernández, 2014)

- Retos relacionados con la captura y almacenamiento de datos.

El primer y gran desafío se refiere a la gran brecha existente entre los avances en computación, sistemas de procesamiento de información, y el mundo exterior de donde se substraen los datos, lo que se denomina en terminología tecnológica I/O (Input/Output). Sería necesario un equilibrio entre ambas partes un para hacer los datos más accesibles.

- Retos relacionados con la transmisión de los datos.

El auge del uso del *Cloud Computing* (Computación en la nube) hace que la transferencia de los datos no sea un proceso sencillo. Los desafíos principales a tratar aquí incluyen el ancho de banda y la integridad de los datos.

- Retos relacionados con el procesamiento y curación de los datos.

Aquí surge un problema de obsolescencia de las herramientas de procesamiento tradicionales, incapaces de manejar las ingentes cantidades de datos que cada año se superan notablemente. Para ello, resulta necesario la introducción de nuevas técnicas que manejen de forma más eficiente todas las propiedades que definen el Big Data.

- Retos relacionados con el análisis de los datos.

Estos retos se pueden resumir en tres actividades (1) La obtención de una población de datos adecuada, es decir, tendrán que ser datos libres de ruido y que puedan ser verificables. (2) Interpretación apropiada de los datos. (3) Detección y solución de irregularidades que surjan durante el tratamiento de los datos.

C. Tendencias.

Actualmente el Big data se ha convertido en la columna vertebral de muchas organizaciones de la cual dependen la toma de sus decisiones, pero, ¿crecerá esta tendencia y se consolidará o de lo contrario será reemplazada? (Baker, 2018) En este sentido, **surgen una serie de novedades en un futuro muy próximo** entre las cuales las más destacadas son:

El '*machine learning*': también denominado aprendizaje automático, se trata de un área dentro de la inteligencia artificial cuyo objetivo es que sean los propios algoritmos formados mediante la recopilación de datos los encargados de generalizar conocimiento e introducirlo en las máquinas mediante los diferentes comportamientos que van contemplando. (Rayón, 2016)

El '*Dark data*': toda aquella información oscura, por así llamarla, que surge de transacciones en la red por computadores pero que no es utilizada para la toma de decisiones. De esta forma, se desecha y se cree que toda esta información conforma oportunidades perdidas o riesgos potenciales necesarios de tratar. (Some, 2018)

El '*quantum computing*': nueva forma de computación que surge de la aplicación de las técnicas cuánticas de la física al procesamiento de información. Surge para resolver aquellos problemas relacionados con la complejidad y almacenamiento que los sistemas actuales no están capacitados para resolverlos. (IBM, s.f.)

El "*Internet of Things*" (IoT): se refiere al abanico de dispositivos conectados a la red que generan cada día una cantidad exorbitante de datos y, unido con el fuerte crecimiento de este mercado (tasa anual compuesta del 28,5%), hará que las organizaciones realicen fuertes inversiones en este sector para adaptarse a los cambios. (Some, 2018)

Finalmente mencionar **dos consecuencias directas de estas crecientes tendencias**. En primer lugar, el análisis predictivo realizado partiendo de los datos masivos se verá fortalecido y evolucionará en un futuro, permitiendo que las predicciones llevadas a cabo por las organizaciones para la toma de sus decisiones sean más precisas. También se fortalecerá la ciberseguridad mediante el análisis de los datos viendo donde residían

amenazas pasadas y permitiendo reducir o eliminar futuros ataques de datos. (Carrillo, 2019)

Como conclusión, el conjunto de la sociedad necesitará reflexionar de una forma crítica acerca del fenómeno del Big data, apoyándose en investigaciones y estudios acerca de cómo tratar esta importante tendencia tecnológica. De esta manera, se mitigará el riesgo de la obsolescencia y se podrán beneficiar de las innumerables ventajas que día a día van surgiendo. (Kitchin, 2013)

2.6 Privacidad y marco jurídico.

La privacidad de nuestros datos constituye hoy en día una de las **principales amenazas**, si no la más preocupante, a la que se enfrenta los datos masivos. La legislación actual trata esta preocupación mediante un sistema de notificación y consentimiento utilizando los denominados contratos unilaterales de adhesión por medio de los cuales, las empresas redactan la forma que emplearán en el tratamiento de los datos de sus usuarios y estos se limitan únicamente a dar su consentimiento. (Monteleón-Getino, 2015)

Respecto del **marco jurídico**, en nuestra legislación nos encontramos con la Ley Orgánica de Protección de Datos (LOPD), encargada de proteger este tratamiento de la mano de la Agencia de Protección de Datos (AEPD) la cual vela por el cumplimiento de esta normativa. Esta normativa de protección de datos se aplica exclusivamente cuando los datos de las personas físicas les hacen identificables, es decir, cuando los datos son anónimos y por tanto los individuos aparecen protegidos no resulta necesario la aplicación de la normativa. (Gil, 2016)

Finalmente, se pueden diferenciar una serie de amenazas a la normativa de protección de datos existentes en el Big Data: (Gil, 2016)

- El principio de minimización de datos, según el cual solamente se deben recoger los datos necesarios para el cumplimiento del fin preciso no se cumple.
- La reidentificación de los usuarios ataca directamente a los casos en los que las bases de datos habían sido previamente anonimizadas.

- La Directiva de Protección de Datos se encuentra obsoleta debido a que desde el año 1995 no se ha modificado.

3. LOS MERCADOS INMOBILIARIOS

3.1 Concepto

Partiendo de la **definición** del Diccionario de la Real Academia Española, se entiende por inmobiliario, “*empresa o sociedad que se dedica a construir, arrendar, vender y administrar viviendas*” (Real Academia Española, 2018). Pues bien, el mercado inmobiliario se refiere a todo el conjunto de los agentes involucrados en la actividad anteriormente definida, más concretamente, la oferta y demanda de bienes inmuebles independientemente de la naturaleza de estos. (Libertad Digital, s.f.)

3.2 Situación actual mercado residencial en España

Las **cifras positivas** en este sector han supuesto que el 2018 se recordara por el gran crecimiento en el mercado inmobiliario español. La recuperación del empleo, las finanzas públicas y la consolidación de los créditos hipotecarios han supuesto que el número de operaciones en este último año se eleve a casi 520.000 transacciones de compraventa, un 12% superior que el año anterior. (Toribio, 2018)

Relativo al **precio**, quizá una de las variables más importantes a tener en cuenta, el valor de la vivienda ha sufrido un incremento constante desde que tocara fondo al final del primer trimestre de 2015, aumentando de media en un 11,7% hasta la actualidad. El último trimestre del año pasado, el precio medio de la vivienda terminada se incrementó en el último trimestre del año en un 5,8% interanual, la mayor subida registrada desde el tercer trimestre de 2007. En cuanto al precio medio por metro cuadrado de la vivienda, se sitúa a finales de 2018 en 1.337 euros, lejos de los 2.044 euros registrados en 2007 durante la burbuja inmobiliaria. (Moreno, 2019)

Por Comunidades Autónomas existe una clara **diferencia regional**, ya que hay cuatro Comunidades que van muy por delante del resto. Estas se tratan de Andalucía (110.317), Cataluña (89.357), Comunidad Valenciana (88.594) y la Comunidad de Madrid (85.169)

ordenadas según el número total de compraventa de viviendas en todo 2018 según datos del Ministerio de Fomento. (Ministerio de Fomento)

Finalmente, no hay que pasar por alto que el sector inmobiliario es el que más **empleo** creó en España en 2018 aumentando en un 22,1% el número de puestos nuevos de trabajo respecto del año anterior y muy superior al resto de sectores económicos. Asimismo, el 80% de nuevos trabajos se han creado en el sector privado, subiendo la cifra hasta los 421.400 trabajadores mientras que en el sector público se ha incrementado en 105.400 nuevos empleados. Por otra parte, también es cierto que ha habido un ligero aumento de una décima de la tasa de temporalidad respecto de 2017 hasta 27,4%. (República, 2018)

3.3 Futuro el sector inmobiliario.

3.3.1 Evolución del sector.

A pesar de que no se auguran grandes cambios en el sector, la **tendencia alcista** de la demanda de vivienda continuará prolongándose por cuarto año consecutivo. Respecto de los precios, las subidas seguirán focalizadas en aquellos lugares clave en la recuperación, sobre todo en las grandes ciudades, mientras que las bajadas existirán en zonas del país donde la oferta aumenta más lentamente. Entre los factores que propician esta situación se encuentran el crecimiento de la zona euro, a pesar de la previsión de desaceleración prevista para la economía española por la Comisión Europea del 2,4% al 2,2% en 2019, la política monetaria y las mejoras laborales. (pisos.com, 2018)

Respecto a la **compraventa de viviendas**, se prevé un incremento de un 7% respecto del año anterior alcanzando la cifra de 570.000 transacciones. Además, también se espera un aumento en la firma de visados de obra nueva aproximadamente del 15% llegando a los 93.000 permisos. A largo plazo (10 años), las previsiones también son favorables teniendo en cuenta la estabilidad política económica característica del momento, llegando a entre 1 y 1,4 millones de operaciones lo que supondrá entre 95.000 y 135.000 nuevos hogares demandados de media al año. (Diarioinformación, 2018) De estas, la demanda de vivienda usada representará alrededor del 80% aunque el crecimiento en la promoción inmobiliaria supondrá que se sobrepasen las 100.000 viviendas nuevas vendidas en el país. (Bankinter, 2018)

Otro factor relevante a considerar es el **aumento de la población** prevista para 2019 que, junto con el incremento de los flujos migratorios impulsados por eventos como la incertidumbre originada por el Brexit o los conflictos militares en Medio Oriente, hace que la demanda de viviendas se vea afectada positivamente.

Por otro lado, también se dan **factores que afectarán negativamente al sector**. Entre ellos destaca el problema de la financiación, donde tanto la subida del Euribor que, aunque despidió el 2018 en cifras negativas se especula que continuará la tendencia alcista de los nueve meses anteriores, así como el revuelo judicial originado tanto por la nueva Ley Hipotecaria como por las decisiones judiciales que rodean al Impuesto de Actos Jurídicos Documentados. Ambos supondrán un aumento de los costes a los bancos que finalmente repercutirán a los compradores. Específicamente los bancos tendrán que hacer frente a todos los costes unidos a las hipotecas menos los de tasación. (Alba, 2019)

3.3.2 Nuevas tendencias. Los millennials y la revolución en el sector inmobiliario.

En primer lugar, se entiende por millennials, *“aquellos que iniciaron su etapa adulta a partir del 2000, edades entre 15 y 29 años, y que se caracterizan por el dominio de la tecnología entre otras cosas”* (Instituto Internacional Español de Marketing Digital, s.f.). Pues bien, así como en otros sectores, esta generación ha supuesto una **revolución** que resulta necesaria de analizar para las sociedades dedicadas al sector. De entre las tendencias más características destacan:

- Apuesta por la tecnología.

La característica más relevante de esta generación es que viven **completamente conectados a Internet**. Por ello, todos los agentes involucrados tanto en la promoción como en la compraventa de inmuebles deben adaptarse y apostar por la innovación tecnológica. (Agencia Inmobiliaria MLS, 2018) Junto a esto, hay que mencionar la domótica, cada vez más habitual en las nuevas viviendas y que se refiere al *“Conjunto de sistemas que automatizan las diferentes instalaciones de una vivienda.”* (Real Academia Española, 2018)

- Agilidad en la compraventa.

La **determinación y el ahorro del papeleo** es otro de los factores que persiguen a los millennials por lo que aquellos vendedores que se demoren o no estén preparados en el momento concreto perderán la oportunidad. (Agencia Inmobiliaria MLS, 2018)

- Demanda de viviendas energéticamente eficientes.

El cambio climático surge como una de las mayores preocupaciones de la generación millennial por lo que los promotores lo consideran las **viviendas eficientes** como algo básico hoy en día. Se busca la disminución drástica tanto del consumo energético como de la contaminación de los hogares. (Blázquez, 2018)

- Predilección por viviendas céntricas en grandes ciudades.

La gran mayoría de los jóvenes demandan **viviendas situadas en el centro** además de estar bien comunicadas por transporte público y estar rodeadas de zonas de ocio. (Agencia Inmobiliaria MLS, 2018)

- Reducción de plazos en la logística.

El mercado del *'retail'* se ha revolucionado enormemente, dirigiéndose todos los esfuerzos hacia la venta por internet en detrimento de las tiendas físicas. En este sentido, argumenta Ismael Clemente, CEO de la SOCIMI Merlin Properties *"En la web lo tienen todo y lo comparan todo. No hay tienda física que aguante competir en oferta, por eso ahora el reto de cualquier centro comercial y cualquier firma que se ubique en él es ofrecer sensaciones y experiencias que puedan competir con la rapidez de Internet"*. Además, actualmente se está asistiendo al desplazamiento de las grandes superficies de *retail* situadas a las afueras hacia el centro de las ciudades, donde se encuentran mucho más cerca del cliente final reduciendo así los plazos de compra y optimizando el proceso de envío. (Blázquez, 2018)

3.3.3 ¿Posible nueva burbuja?

Si bien es cierto que la **constante subida de los precios** de las viviendas ha hecho temer una posible nueva burbuja inmobiliaria, numerosos autores coinciden en que esto no ocurrirá al menos a corto plazo. El factor más utilizado para explicar esta situación es la concesión de hipotecas y su comparación con el resto de países.

En primer lugar, si bien es cierto que nos encontramos ante un **crecimiento en la concesión de hipotecas**, éste no es preocupante ya que en el último año se han concedido un 72% menos préstamos que en 2006. (Alarcos, 2019)

Comparado con el resto de países europeos, las hipotecas vivas (aquellas que están siendo pagadas) españolas se encuentran entre las más baratas situándose en 1,21% solamente superadas por Finlandia y Portugal. Además, el peso del mercado hipotecario en nuestro país es solo del 5,2%, muy por debajo del 20% alcanzado en 2006 y reforzado por el hecho de que somos el tercer mercado de la eurozona en concesión de hipotecas por volumen solo por detrás de Alemania y Francia. Por último, no hay que olvidar que el servicio de la deuda, es decir, el porcentaje de renta bruta que los hipotecados destinan a afrontar su deuda, se encontraba a mediados de 2018 en el 6,6%, muy por debajo del máximo alcanzado en plena crisis (septiembre de 2018) el cual se situaba en 11,9%. (Alarcos, 2109)

3.3.4 'Proptech 3.0'. El futuro del sector inmobiliario.

A. Concepto

El término **'Proptech'**, del inglés *'Property technology'* engloba todas aquellas soluciones tecnológicas a los retos que presenta el sector inmobiliario en la actualidad. (JLL, 2018) Antes de entrar a desarrollar el tema, sería conveniente diferenciarlo de otros conceptos estrechamente unidos a este, pero al mismo tiempo diferentes en su esencia.

En primer lugar, **'FinTech'** (*'Financial technology'*) se refiere a todas aquellas empresas que implementan soluciones tecnológicas novedosas para desarrollar su actividad dentro del sector financiero. De la fusión de estos dos surge el **'Real Estate FinTech'** el cual abarca todas aquellas plataformas que implementan softwares cuyo objetivo es la optimización de la compraventa de activos inmobiliarios. En esta línea surge el **'Smart Real Estate'** como el conjunto de medios tecnológicos que buscan aumentar la eficiencia en la gestión de inmuebles. (Feth & Gruneberg, 2018) Finalmente, aparece el **'Shared Economy in Real Estate'** como una tendencia que pretende acercar la demanda y la oferta mediante el uso compartido de todos los servicios relacionados con los bienes inmuebles. (Engel & Völkers AG, 2018)

B. Evolución y desarrollo

Una vez aclarado el concepto, **el desarrollo del ‘Proptech’ se debe primordialmente a la evolución del Internet a lo largo de los años.** En sus orígenes en la década de 1980, era pre-internet, surgieron compañías que ofrecían soluciones particulares a clientes en entornos de softwares cerrados, centradas mayormente en el ‘research’ inmobiliario. (Zanoletty Pérez, 2017) El limitado alcance de estas soluciones hizo que la primera generación, ‘**Proptech 1.0**’, tuviera poco arraigo en el mercado debido al desconocimiento técnico para la interpretación de aquellas innovadoras herramientas y a la reticencia a implantar la tecnología en un sector tan tradicional. (proptech, 2018)

Con el inicio del milenio y la entrada en escena del Internet se produce un boom de estas tecnologías, surgiendo los primeros portales inmobiliarios y se da comienzo al ‘**Proptech 2.0**’. Si bien la primera generación estaba centrada en proporcionar información para contribuir a los actores a tomar decisiones, la segunda generación gira alrededor de cuatro pilares fundamentales: análisis de datos, economía compartida (*shared economy*), tecnología financiera (*real estate fintech*) y ‘*blockchain*’. (Ka Kay, 2018) De esta forma, cabe destacar el surgimiento de una serie de tendencias como los edificios inteligentes, entendiendo por estos, aquellos inmuebles que mediante el uso de sensores y dispositivos electrónicos automatizan una serie de servicios básicos como la ventilación o el alumbrado. También despunta la economía colaborativa, acercando enormemente al comprador y vendedor haciendo más eficiente cualquier transacción y, por último, el anteriormente mencionado ‘*Real Estate FinTech*’, el cual ha simplificado enormemente las transacciones financieras de inmuebles gracias al uso de plataformas en Internet o aplicaciones. (proptech, 2018)

C. ‘Proptech 3.0’

Hoy en día asistimos a una transformación sin precedentes del sector inmobiliario de la mano de avances tecnológicos surgidos en el campo de la ciencia. Aquello que veíamos tan lejano como la Inteligencia Artificial (en adelante IA) se encuentra en el día a día del sector, dando lugar a la nueva generación denominada ‘**Proptech 3.0**’. Esta se desarrolla

alrededor de dos tendencias principalmente: el '*blockchain*' y la mencionada anteriormente, IA.

En primer lugar, nos topamos con el '*blockchain*', entendiendo por este una base de datos que registra todas las transacciones digitales agrupadas en bloques a lo largo de un periodo de tiempo. (Crosby, 2016) La aplicación de esta tecnología en el sector de los bienes raíces se ejemplifica en acciones como transacciones de arrendamiento directamente entre arrendador y arrendatario, el intercambio de registros de mantenimiento de edificios o incluso el proceso de adquisición o disposición de inmuebles. Esto traerá consigo una serie de ventajas como una mayor transparencia en los contratos y fijación de precios, reducción de tiempo en las transacciones, mayor información disponible y un incremento de liquidez para las compañías inmobiliarias. (Baum, 2017)

En segundo lugar, la IA irrumpe en este sector con el principal objetivo de mejorar la eficiencia en la operativa de las empresas y cambiar los procesos de toma de decisiones. (PWC Germany, 2018) Cabe destacar tres ventajas principales en el desarrollo de esta tecnología. Primero, incrementa la fiabilidad de las recomendaciones ya que permite realizar una descripción detallada de las preferencias del cliente mediante el uso de algoritmos haciendo las transacciones más eficaces. Segundo, se facilita el establecimiento de relaciones a largo plazo con los clientes por medio de sistemas de gestión (CRM), pudiendo llegar a predecir la probabilidad de impago de un préstamo en un futuro. Finalmente, destaca la implementación de los denominados '*chatbots*' los cuales sirven a los clientes en cualquier momento del día para solucionar sus inquietudes haciendo las funciones de un agente inmobiliario. (Paine, 2018)

4. LOS MERCADOS INMOBILIARIOS Y EL BIG DATA.

4.1 Concepto. Ventajas y retos.

En los últimos años el sector inmobiliario ha visto como el análisis masivo de datos se ha convertido en un **utensilio de gran valor**, imprescindible tanto para entender de una manera más eficiente el mercado como para satisfacer las necesidades de compradores y vendedores de forma individualizada. (Solvía, 2018)

A pesar de esto, el Big Data aún se encuentra **muy poco desarrollado** dentro de las compañías que operan en el sector inmobiliario, que, conscientes de su gran relevancia, se encuentran en pleno impulso para su implementación. Entre las ventajas y desafíos existentes, podemos identificar: (RICS, 2017)

Ventajas:

- Idoneidad para completar análisis exhaustivos.
- Mayor precisión en el proceso de predicción.
- Conocimiento más extenso del mercado debido a la abundancia de datos.
- Reacciones más rápidas a cambios del mercado.

Desafíos:

- La necesaria y difícil formación requerida por los empleados para analizar el torrente de datos.
- Consideraciones legales en materia de protección de datos y privacidad de los usuarios.
- Ausencia en la estandarización de los métodos de recolección de datos.
- Dificil accesibilidad e interpretación de los datos.

4.2 Impacto del Big Data en los mercados inmobiliarios. Ejemplos.

Debido a la amplitud del sector inmobiliario junto con el gran número de actores intervinientes, el Big Data actualmente resulta provechoso en una gran cantidad de actividades dentro del sector en cuestión. De esta forma, resulta interesante mencionar un estudio elaborado por *Catella*, empresa de asesoramiento financiero en gestión de

activos líder en Europa, en el cual se detallan diferentes actividades dentro del sector inmobiliario divididas en función de la intensidad/impacto que el Big Data imprime en ellas.

Tabla 2: Impacto del Big Data

MAYOR IMPACTO	MENOR IMPACTO
<ul style="list-style-type: none"> • Consultoría en transacciones de inmuebles. • Inversión en activos inmobiliarios. • Administración/gestión de inmuebles. • Administración/gestión de fondos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Financiación de propiedades. • Implementación de proyectos inmobiliarios.

Fuente: adaptando de (Catella research, 2015)

En cuanto a los **ejemplos que muestran este impacto**, destaca un estudio elaborado por (Barkham, Bokhari, & Sainz, 2018) que muestra distintas aplicaciones reales en ciudades por todo el mundo. Entre ellas:

- En España, la Agencia Tributaria llevó a cabo una iniciativa mediante la cual se analizaron los datos provenientes de numerosas imágenes captadas por drones a lo largo de más de 4000 municipios con el objetivo de descubrir aproximadamente 1.5 Millones de propiedades que pagaban impuestos por debajo de lo exigido. Esta iniciativa permitió una recaudación de 1200 millones de euros.
- La ciudad de Seattle, WA, creó un software predictivo con el objetivo de prevenir la comisión de futuros delitos mediante el análisis de datos históricos, situando un mayor número de patrullas de policía en aquellos lugares históricamente más conflictivos.
- Previamente a la celebración del Mundial de Fútbol de 2014, la compañía IBM implemento un centro de operaciones en la ciudad de Rio de Janeiro que se encargó de analizar millones de datos proporcionados por agencias estatales con

el objetivo de predecir aludes e inundaciones, así como responder frente a cualquier emergencia en las favelas.

- Las empresas Phillips y SAP, llegaron a un acuerdo para renovar más de 91.000 elementos de alumbrado público que serían monitorizadas remotamente mediante el sistema Citytouch y SAP HANA. De esta manera los costes y el impacto medioambiental se redujo drásticamente.

4.3 Portales inmobiliarios. Análisis del mercado español.

Se entiende por portales inmobiliarios todos aquellos portales web empresariales cuyo objeto es la muestra de viviendas sujetas a posibles a operaciones de venta, alquiler o compartición. En esta línea, estos portales deben tener una serie de **características**, entre las cuales las más relevantes destacan: la existencia de un motor de búsqueda necesario para examinar inmuebles con unos atributos y localización concretos, recursos visuales que exhiban la vivienda en cuestión, información detallada de los bienes llegando a incluir planos incluso la ubicación geográfica, además de otros servicios como la posibilidad de registro a usuarios o el acceso a agencias inmobiliarias para la publicación de anuncios. (Rodríguez, 2012)

La **función principal** de estas herramientas es poner en contacto a compradores y vendedores o más bien usuarios, ya que son posibles otras operaciones. (Sánchez del Pozo, 2018) De esta manera, el nacimiento en España de los portales a principios de siglo supuso en cierto modo el desplazamiento en este cometido a las agencias inmobiliarias. Hoy en día, aunque en menor cantidad, estas siguen existiendo y han ido introduciendo su oferta de viviendas en los portales para beneficiarse de la digitalización, además de proporcionar unos servicios de asesoría legal, burocrática y financiera, ausente en los portales y constituyendo su principal valor añadido. (Daverio, 2016)

A continuación, se muestra una tabla en la que brevemente se menciona el **origen y propiedad** de los cinco portales con oferta propia más destacados de nuestro país teniendo en cuenta el número total de viviendas ofertadas y el tránsito web.

Tabla 3: Portales más populares a nivel nacional

PORTALES MÁS POPULARES	DESCRIPCIÓN
Idealista.com	Portal pionero y líder del sector en España creado en el 2000 por Jesús Encinar. Cuenta como accionistas mayoritarios a Kutxabank S.A (15%) y Bonsai VC (11%)
Fotocasa.com	Propiedad de la multinacional Tradder Media, supera ya los quince años de experiencia y se consolida como uno de los portales más influyentes. Esta a su vez pertenece al grupo noruego Schibsted que entre otros cuenta con el periódico 20 minutos y la web compraventa.com
Pisos.com	Perteneciente al grupo español Vocento, sucedió al portal sacasa.com entrando en juego en el año 2009. Su propiedad le corresponde a la compañía HabitaSoft S.L. empresa puntera en la implementación de softwares online para la gestión de inmuebles.
Yaencontré.com	Portal que nace en el año 2000 en Cataluña con el objetivo de satisfacer la demanda de inmuebles en dicho territorio con el dominio jahetrobat.com. Posteriormente, destaca la entrada del grupo Godó en su capital (editor de La Vanguardia), y su diversificación hacia el sector de los regalos y los anuncios de trabajo.
Habitaclia.com	Web de referencia en la compraventa de viviendas en la costa mediterránea, fue adquirida en 2017 por el grupo noruego Schibsted.

Fuente: adaptando de (del Rosal, Caridad, & Tabales, 2016)

Posteriormente se procede a realizar una **comparativa** de los portales previamente descritos teniendo en cuenta dos factores fundamentales: la popularidad del sitio web a nivel nacional y global, y el número de anuncios publicados en cada portal a día 28 de marzo de 2019.

Los datos para la elaboración de la siguiente tabla han sido obtenidos de la web Alexa a día 27 de marzo de 2019. Esta se trata de una compañía filial de Amazon cuya actividad comprende el análisis del tráfico web por medio de la recopilación de datos relativos al número de usuarios únicos que acceden a una página web y el número de páginas que ven. (Galán, 2010)

Tabla 4: Ranking popularidad portales inmobiliarios nacionales

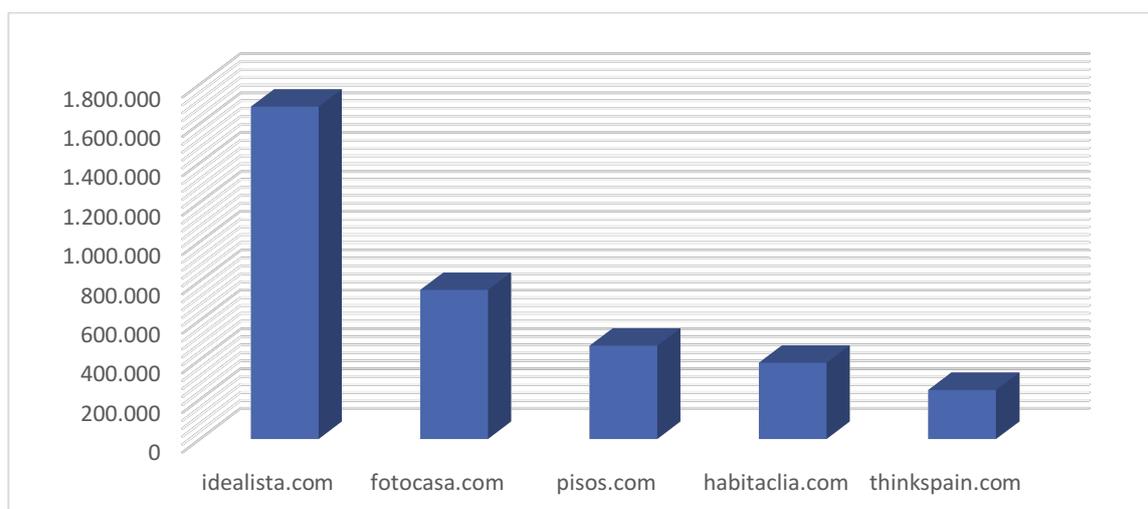
POPULARIDAD	RANKING NACIONAL	RANKING GLOBAL
idealista.com	39	2.259
fotocasa.com	140	6.817
habitaclia.com	258	13.840
pisos.com	391	18.202
yaencontre.com	1.025	47.131
tucasa.com	1.152	53.448

Fuente: elaboración propia. Datos obtenidos de Alexa.com

Finalmente, se muestra el número de anuncios publicados en los portales inmobiliarios con oferta propia más relevantes del país. El objetivo reside en hacer una comparación de las cifras y en destacar cuáles conforman lo alto de la pirámide en cuanto a oferta inmobiliaria.

Ilustración 1: Número de anuncios en los portales inmobiliarios nacionales

	idealista.com	fotocasa.com	pisos.com	habitaclia.com	thinkspain.com
Número	1.685.208	754.040	470.633	384.237	247.005



Fuente: elaboración propia. Datos obtenidos de los distintos portales.

4.4 Big data en la valoración de inmuebles.

El uso del Big Data en la valoración de inmuebles ha supuesto que se convierta en un **proceso más transparente, fiable y mucho más preciso** en cuanto a que permite que los tasadores proporcionen una imagen más fiel del valor real de un inmueble en el presente, así como contribuir en las facultades predictivas de los mismos, determinando un valor futuro del mismo más conciso. (RICS, 2017)

Siguiendo esta línea, **el proceso de valoración será mucho más eficiente** ya que al simplificarse el análisis de datos mediante las herramientas de Big Data, se podrá dedicar más tiempo a otras actividades relacionadas con la valoración de inmuebles, permitiendo que los resultados sean más óptimos. A pesar de esto, este fenómeno aún no se ha desarrollado plenamente pero el gran potencial que tiene supondrá un gran avance en la valoración inmobiliaria. (RICS, 2017)

4.4.1 'Automated Valuation Models' (AVMs)

4.4.1.1 Introducción

A. Definición.

Los modelos de valoración automatizado (*Automated Valuation Model* o AVM) se trata de una serie de **programas informáticos que utilizan algoritmos estadísticos y matemáticos** con el objetivo de determinar los valores de mercado de inmuebles con un nivel de confianza establecido. Para ello, se basan en parámetros y conjuntos de datos previamente recogidos en los mercados inmobiliarios correspondientes. (Asociación española de análisis de valor, 2017)

Pues bien, el **rasgo más distintivo** de estos modelos de valoración respecto de los tradicionales es, como ya he mencionado anteriormente, el uso de técnicas matemáticas y estadísticas, dejando atrás prácticas como la inspección física del inmueble por parte del tasador en las cuales la valoración se realizaba basándose en la experiencia propia del profesional, es decir, se realizaba un juicio mayormente subjetivo. A pesar de esto, la fiabilidad de los resultados obtenidos por un AVM también dependerá de la destreza del

profesional creador del AVM. (Asociación Profesional de Sociedades de Valoración, 2003)

B. Objeto.

Por su definición, los AVMs en principio pueden ser aplicables a cualquier inmueble de cuyo mercado local se pueda extraer la suficiente información para que el resultado del modelo sea óptimo. (Aguirre & Baeza, 2018) A pesar de esto, el uso de estos modelos suele ser frecuente en la valoración de **inmuebles con las siguientes características**: (Asociación Española de análisis de valor, 2017)

- Inmuebles finalizados y de producción repetida, susceptibles de ser comparados mediante técnicas estadísticas.
- Inmuebles con suficiente información relativa a los costes, precios o valores en el mercado en que se sitúe.
- Inmuebles localizados en mercados transparentes que faciliten la elaboración de las bases de datos necesarias para confeccionar el modelo.
- Inmuebles no singulares, que tengan un cierto grado de homogeneidad, en cuanto a sus particularidades físicas o uso debido a que no pertenecen a mercados los suficientemente amplios impidiendo que los modelos elaborados puedan ser comparables.
- Inmuebles que no sufran un importante deterioro o afectados por circunstancias singulares que supongan un deterioro significativo en su valor de mercado.

C. Ámbito de aplicación / usos.

Los modelos de valoración automática son utilizados asiduamente tanto en el sector público como en el sector privado. Dentro del **sector privado** se pueden destacar tres actores fundamentales:

- Las **entidades financieras** los emplean para actualizar periódicamente el valor de las carteras de créditos hipotecarios, así como de los bienes raíces que hubieran cobrado por pago de una deuda. Además, también son frecuentemente utilizados

a la hora de gestionar el riesgo de crédito de los activos hipotecarios. (TINSA, 2019)

- Los **profesionales inmobiliarios** se benefician de estos gracias al apoyo en el establecimiento de precios de oferta, así como el soporte recibido en la negociación entre vendedores y compradores y el refuerzo en la elaboración de las bases de datos. También sirven como complemento en el trabajo elaborado por los tasadores y su opinión acerca del valor de un inmueble. (IAAO, 2003)
- Los **fondos de inversión**, al igual que el resto de inversores particulares, les resulta necesario conocer frecuentemente los valores de venta o evaluar determinadas carteras de inmuebles para su posible adquisición por lo que el uso de estos modelos les supone la herramienta más eficaz para alcanzar la mayor rentabilidad posible. (Asociación Española de análisis de valor, 2017)

Por su parte, las **Administraciones Públicas** favorecen su actividad gracias a su uso en actividades como: la prevención del fraude fiscal mediante la comparación de transacciones con valores estandarizados, auditorías a entidades financieras realizadas por los reguladores estatales, búsqueda de precios de venta para transacciones de mercado razonables, ayuda en la valoración de inmuebles en supuestos de ejecución de bienes, entre otras. (IAAO, 2003)

4.4.1.2 Desarrollo y aplicación

Tabla 5: Pasos en el desarrollo de un AVM

PASOS	DESCRIPCIÓN
Identificación del bien inmueble	Esta tarea exigirá que el tasador identifique tanto las cualidades físicas como todos los derechos que recaen sobre el activo, lo cual no será fácil en economías subdesarrolladas debido a la ausencia de registros transparentes que recojan esos datos.

<p>Elaboración de las hipótesis del modelo y manejo de datos</p>	<p>Al igual que cualquier otro modelo de valoración, se requerirá la formulación de una serie de hipótesis que expliquen el modelo. La hipótesis fundamental que aparece en la mayoría de los AVMs es la relativa al uso y dominio del bien inmueble en el momento de llevarse a cabo la verificación, además de todas aquellas limitaciones respecto de la transmisibilidad del bien que deberán ser especificadas por el tasador.</p> <p>En cuanto a los datos, la credibilidad de cualquier valoración dependerá en su mayor parte de la calidad de los datos empleados, por lo que será fundamental que se compruebe asiduamente y de forma sistemática la rectitud de las bases de datos.</p>
<p>Especificación del modelo</p>	<p>Se trata del proceso mediante el cual se establece la estructura del modelo y se seleccionan las variables de las que se servirá.</p>
<p>Calibración del modelo</p>	<p>Aquí, los profesionales definen los coeficientes del AVM además de decidir qué variables deberán salir o permanecer en el modelo en función de la relevancia estadística que supongan.</p>
<p>Comprobación del modelo y la calidad</p>	<p>Con el fin de asegurarse de que el AVM satisface los patrones, se requiere una comprobación previa a su uso. Para ello, una evaluación estadística resulta necesaria junto con un análisis de ratios en el que los estimadores de valor se comparan con valores reales del mismo bien.</p>
<p>Aplicación del modelo y revisión del valor</p>	<p>Tras llevar a cabo todas las validaciones oportunas, el AVM estará listo para ser aplicado. Éste, nos proporcionará estimaciones de valor de otros bienes con características similares dentro de la misma zona de aplicación. Muy importante resulta también la comprobación habitual de la congruencia de los</p>

	valores obtenidos del modelo con el objetivo de asegurarse la precisión de los datos con los que se trabaja.
Estratificación	Partiendo de los diferentes tipos de bienes que dependerán del tamaño y diversidad de la zona geográfica de aplicación del modelo, se procederá a la agrupación de inmuebles al modelo para su posterior análisis.
Defensa del valor	Finalmente, tras haber obtenido la valoración, los analistas deben comprobar que los resultados obtenidos se ajustan con los valores de otros inmuebles comparables de la misma zona. El hecho de que el precio de venta de un determinado bien no concuerde con la valoración obtenida por el modelo no implica que éste sea incorrecto ya que habría que analizar el periodo de tiempo transcurrido desde la tasación hasta la venta en el cual se han podido ignorar cambios significantes. Por el contrario, si la tasación es acorde con el precio de venta, los analistas, una vez han recopilado toda la información pertinente para explicar a los clientes el funcionamiento del AVM, procederán a defender el valor obtenido.

Fuente: adaptando de (IAAO, 2003)

4.5 Inteligencia Artificial en la valoración de inmuebles.

Hoy en día resultaría imposible la existencia de un único método de valoración de inmuebles debido a la gran heterogeneidad de los mercados de bienes raíces. Por esto, surgen herramientas novedosas como aquellas que nacen de la aplicación de la Inteligencia Artificial, las cuales **tienen como principal objetivo el ahorro de costes y de tiempo en el proceso de valoración**. El ‘*Deep Learning*’, más sofisticado que el ‘*Machine Learning*’, destaca como la característica esencial de estos sistemas dotándoles de la habilidad de aprendizaje automático. Por medio de algoritmos, son capaces de

acumular datos, analizar qué transmiten y, posteriormente, estimar variables oportunas y extraer conclusiones para llegar a una estimación de la vivienda. (TINSA, 2018)

4.5.1 Redes Neuronales Artificiales (RNA)

4.5.1.1 Introducción. Concepto, origen y características.

De forma general, las Redes Neuronales Artificiales (en adelante RNA) son concebidas como un **método eficaz de resolución de problemas** dirigido a aquellas actividades de clasificación, predicción u optimización de grandes cantidades de datos. Estas herramientas imitan el funcionamiento del sistema nervioso humano, compuesto por un gran número de neuronas biológicas que, a pesar de su baja capacidad de procesamiento, se encuentran masivamente interconectadas. (Salas, 2004)

Más técnicamente, y sin entrar en el funcionamiento el cual se tratará posteriormente, las RNA son sistemas complejos de procesamiento de información formados por numerosos componentes sencillos denominados nodos o neuronas que, estructurados en capas, se encuentran interconectados con otras neuronas por medio de enlaces de transmisión de comunicación. De esta forma, las RNA están **facultadas para aprender de los resultados obtenidos en procesos anteriores**, pudiendo adaptar su comportamiento o respuesta adecuadamente a futuras decisiones. (Palmer Pol & Montañero Moreno, 1999)

Respecto del **origen de las RNA**, antes de nada, hay que remontarse a principios del siglo XX, cuando Santiago Ramón y Cajal, premio Nobel de medicina de 1906, demostró que el sistema nervioso de los seres humanos se compone de una serie de células a las que denominó neuronas que, interconectadas, forman una red de comunicación masiva. (Acevedo, Serna, & Serna, 2017) Tomando este descubrimiento como ejemplo, fue en la década de 1940 cuando el estadístico Walter Pitts y el neurobiólogo Warren McCulloch, presentaron el primer modelo de una red neuronal artificial construida mediante sistemas de computación. Posteriormente, destaca el hito obtenido por Frank Rosenblatt en 1957, el cual desarrolló un innovador componente denominado Perceptron. Este se trataba de un sistema capaz de identificar patrones geométricos y abstractos, demostrando su débil, pero inédita hasta el momento capacidad de aprendizaje. (Basogain Olabe, 1998)

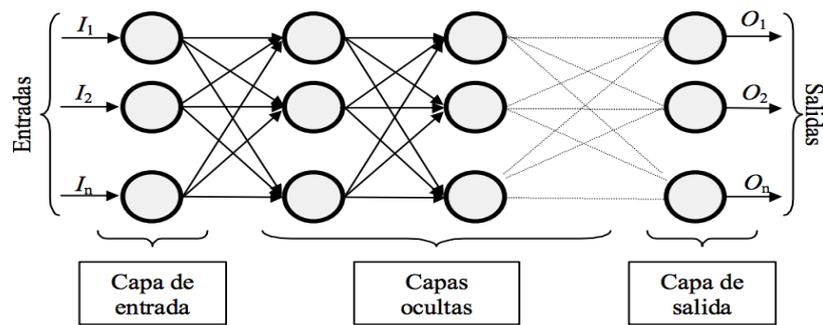
Finalmente, resulta imprescindible mencionar las **principales características** de estos sistemas neuronales para poder comprender su funcionamiento posteriormente. En esta línea, se pueden diferenciar cuatro principales:

- Capacidad de aprendizaje: son capaces de adquirir conocimientos por medio de la experiencia u actividades previas, para posteriormente ser almacenado de la misma forma que el sistema nervioso humano. Además, destacan por su notable cualidad para adaptarse al entorno. (Izaurieta & Saavedra, 2000)
- Generalización: se refiere a la capacidad de extensión de la información de las mismas. Gracias a su estructura, estos sistemas artificiales permiten de forma automática ampliar información y proporcionar respuestas adecuadas a *inputs* con leves variaciones. (Basogain Olabe, 1998)
- Tolerancia a los fallos: de forma opuesta a los sistemas computacionales clásicos, en aquellos casos en los cuales se produce un fallo en un número determinado de neuronas (error de memoria en el caso de los ordenadores) no desencadena en la caída o pérdida funcional del sistema al completo. Esto se debe a la redundancia de información existente en las neuronas debido a la extensa interconexión de las mismas. (Echeverría, 2017)
- Operaciones a tiempo real: gracias a la implementación en paralelo, las RNA están facultadas para el procesamiento y transmisión de información de grandes cantidades de datos de forma muy rápida. (Matich, 2001)

4.5.1.2 Estructura y principales elementos

En el presente apartado se tratará de explicar la estructura de una RNA al mismo tiempo que se proporcionará una visión general del funcionamiento de un RNA para, más adelante, desarrollar este proceso aplicado a la valoración de inmuebles.

Ilustración 2: Estructura de una RNA



Fuente: (Matich, 2001)

El esquema anterior muestra simplificada la **estructura de una RNA**. De forma análoga al sistema nervioso humano, las neuronas en las RNA reciben el nombre de PE (*process element*). Estos cuentan con una serie de entradas y salidas que les permiten captar la información del exterior, para posteriormente combinarla y transferirla directamente al siguiente elemento procesador por medio de la salida correspondiente. De esta forma, se permite que la información del exterior que entra en el sistema sea conducida de una forma rápida y eficaz a lo largo de todos los elementos procesadores. Por esto, no solo resulta importante el conjunto de elementos procesadores, sino que también hay que analizar cómo se encuentran organizados, es decir, la forma del sistema. (Basogain Olabe, 1998)

De este modo, una red estándar se encuentra organizada en **tres capas diferentes**: la primera, de entrada, se encarga de recibir la información del exterior; posteriormente se dan las capas ocultas, que una vez recibido la información, se encargan de procesarla; por último, la capa de salida, que elabora los resultados y concluye el proceso de transferencia de información. (Ballesteros, s.f.)

4.5.1.3 RNA en la valoración de inmuebles.

A. Introducción

Hoy en día resulta posible llevar a cabo una valoración de un inmueble de forma análoga, aunque a escala reducida, a los sistemas neuronales de los seres humanos. Esto se consigue gracias a la implementación de las RNA en las actividades de valoración, lo cual

permite abordar aquellos problemas que los ordenadores tradicionales no resultaban capaces de solucionar. (Mora-Esperanza, 2004)

A pesar de la utilidad de estos métodos, se ha comparado la eficacia de estos con otros métodos como los hedónicos, los cuales estiman el valor de un bien como la suma de sus atributos objetivos solamente, encontrando los primeros menos válidos cuando se utilizan datos de sección transversal. Más adelante se comparará ambos métodos en profundidad. (Rosini, 2000)

B. Funcionamiento

En primer lugar, antes de poner en funcionamiento una RNA resulta necesario prepararlas con el objetivo de que aprendan, por lo que se someten a una serie de ejercicios denominados ‘prueba y error’. En cuanto al **funcionamiento de las neuronas por separado**, los datos transmitidos son números y estos no se procesan de igual manera conforme entran en la capa de entrada, sino que a cada una de las variables de entrada se les asigna un peso determinado. Establecidos los pesos, de los cuales depende la habilidad de aprendizaje del sistema, se dan lugar dos actividades dentro de cada neurona: en primer lugar, calculan la suma de cada variable en función de su peso y, posteriormente, se halla el número ‘R’ (resultado) que surge de la introducción del sumatorio en la función de transferencia $R = f(S)$. (Mora-Esperanza, 2004)

Relativo al **funcionamiento del sistema en conjunto**, una RNA puede desarrollar dos tipos de actividades: unas de ‘entrenamiento’ y otras de ‘producción’. Las primeras tienen como principal objetivo reducir el error existente entre el valor obtenido y el valor real de la muestra, consiguiendo un sistema más preciso. Para ello se seleccionan una serie de variables de entrada como la superficie, antigüedad, o estado de la vivienda, y se obtienen un número de muestras adecuado. Estas son introducidas en la RNA simultáneamente y los resultados permiten que un algoritmo, mediante el análisis del error anteriormente mencionado, ajuste los pesos de las variables. De esta manera, de forma casi inmediata, los ordenadores prueban los sistemas para acercarse lo más posible al valor real de mercado. (Mora-Esperanza, 2004)

Finalmente, en el momento que la RNA ha llegado a un nivel de error válido, por debajo del 5%, se inicia la **actividad de producción** en la cual el RNA es utilizado para calcular el valor de un inmueble acercándose lo más posible al valor de mercado. (Mora-Esperanza, 2004)

C. Ventajas e inconvenientes

La **principal ventaja** que proporciona la aplicación de estos sistemas en la valoración de bienes raíces es la elusión de la inflexibilidad característica de los modelos clásicos de regresión, la cual viene dada por la marcada multicolinealidad inherente a las variables explicativas en los mismos. Por otra parte, gracias a los intrincados procedimientos matemáticos necesarios para su actividad, destacan por ser capaces de proporcionar valoraciones de aquellos bienes inmuebles con atributos marcadamente atípicos en comparación con los bienes que les rodea (en inglés, *outliers*). (Tabales, Caridad, Villamondos, & Jiménez, 2009)

De forma opuesta resalta un **inconveniente fundamental**, y es que resulta imposible validar los datos de las capas intermedias, es decir, la complejidad del proceso de estos sistemas hace que la explicación de lo que ocurre en su interior sea muy difícil o casi imposible, lo cual ha llevado a que se diga que las RNA tienen una naturaleza de ‘cajas negras’. (Tabales, Caridad, Villamondos, & Jiménez, 2009)

5. VALORACIÓN DE UN MERCADO INMOBILIARIO ESPAÑOL.

5.1 Contextualización

El **objeto de análisis** será el barrio madrileño de Almagro. Este, situado al noroeste de la capital, conforma junto con Trafalgar, Arapiles, Gaztambide, Vallehermoso y Ríos Rosas, el distrito de Chamberí. Más concretamente, se encuentra limitado por las calles José Abascal al norte, el pase de la Castellana al este, Génova al sur y Santa Engracia al oeste.

El **motivo que ha llevado a la elección de este barrio** en concreto es el interés que ha levantado el hecho de que se esté convirtiendo junto con el barrio de Salamanca en la zona *'prime'* residencial por excelencia de la capital. Tal y como señalaba el Confidencial, la falta de promociones de vivienda nueva unida con los precios absolutamente desorbitados en aquella zona han contribuido al desplazamiento de inversores y particulares pudientes a la adquisición de residencias en el barrio con la más alta cifra de palacios en Madrid, el barrio de Almagro. (Sanz, 2018)

5.1.1 *Objetivo y metodología.*

En el presente capítulo se llevará a cabo una valoración del mercado inmobiliario del barrio madrileño de Almagro. Más concretamente, el **objeto último** será la obtención de la ecuación que permita determinar una tasación de cualquier vivienda con unos atributos específicos similares a los analizados.

Para llegar a ello, se comenzará explicando los datos relativos a todas las viviendas, con unas características que se detallarán posteriormente, necesarios para efectuar el análisis ulterior. Más adelante, se dará una aclaración acerca del método de valoración utilizado, en este caso el método de regresión lineal múltiple, así como todos sus elementos principales que lo conforman. Finalmente se mostrarán los resultados obtenidos tras la aplicación de los modelos a el caso en cuestión, se interpretarán los resultados y se tratará de hacer una breve comparación tomando como referencia las estimaciones resultantes de los diferentes modelos.

5.1.2 *Datos empleados*

En cuanto a los datos objeto de estudio, estos han sido obtenidos del portal inmobiliario líder en España *idealista* (www.idealista.com). De esta forma, se han seleccionado todas

aquellas viviendas en venta que reunieran las características resumidas en la siguiente tabla.

Tabla 6: Datos de la muestra objeto de estudio

Población (N)	Viviendas en el barrio de Almagro	
Muestra (n)	Tipo vivienda	Pisos, áticos
	Habitaciones	2,3,4 o más
	Baños	2,3 o más
	Estado vivienda	Obra nueva, buen estado, antigua, a reformar
	Tamaño	100-180 m ²
	Características	Exterior e interior

Fuente: elaboración propia.

De esta forma, se ha obtenido una **muestra**, a día 22 de marzo de 2019, de ochenta viviendas, todas ellas dentro del rango de atributos previamente descrito y que se podrán analizar en el anexo 1.

Asimismo, se ha procedido al estudio de todas las variables cuantitativas en función de las principales medidas dentro de la estadística descriptiva, entendiendo por esta la rama de las Matemáticas que busca resumir o agrupar conjuntos de datos con el objetivo de facilitar su interpretación. (Vargas Sabadías, 1995) De esta forma, se puede ver en el anexo 2 los gráficos correspondientes.

5.1.3 Método de valoración. Análisis de regresión lineal múltiple.

A pesar de la multitud de métodos para la elaboración de valoraciones inmobiliarias, se ha considerado el **método de regresión lineal múltiple** por su simpleza y accesibilidad en la elaboración, ya que no se requieren softwares informáticos de pago como en la gran parte de métodos, sino que se puede llevar a cabo con herramientas como Grtl y, en el presente caso, el programa informático Excel. Además, este método ha sido estudiado previamente en asignaturas a lo largo de la carrera, destacando Estadística II, facilitando el análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

Respecto del método, este nos permite conocer cuál es la relación existente entre la denominada variable explicada (dependiente, Y) y una serie o conjunto de variables explicativas (independientes, x_1 x_2 x_3 ... x_n). (Rodríguez Jaume & Mora Catalá, 2001)

Se denomina modelo de regresión lineal porque la ecuación se compone de la suma y resta de variables elevadas a la primera potencia, y es múltiple, porque se utilizan más de una variable explicativa.

Finalmente, **este método permitirá la responder la pregunta de cómo influyen las variables explicativas en la explicada y en qué medida**. Para esto se obtendrán e interpretarán unos coeficientes, calculados de tal forma que el conjunto de los cuadrados de los valores pronosticados y los observados sea mínima. La ecuación resultante del modelo se denomina hiperplano y tomará la siguiente forma: (Rojo Abuín, 2007)

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p + U$$

Siendo:

Y, variable explicada.
 β_0 , término independiente.
 β_1, β_2, \dots , coeficientes.
 x_1, x_2, \dots , variables explicativas.
U, residuos.

5.2 Valoración

5.2.1 Modelo de regresión lineal múltiple 1.

En el primer modelo se han considerado las siguientes **variables**: tamaño de la vivienda (x_1), número de habitaciones (x_2) y número de baños (x_3).

La **puntuación** se ha elaborado de la siguiente forma:

Tamaño de la vivienda (x_1): el rango de metros cuadrados comprendido entre 100m^2 y 180m^2 se ha traspuesto a una puntuación del 1-10 por medio de una ecuación en la cual se han dividido los m^2 entre 10 y el resultado se ha multiplicado por 1,25. De esta forma, 100m^2 recibiría una puntuación de 0 y 180m^2 de 10.

Número de habitaciones (x_2): la puntuación se ha obtenido multiplicando el número de habitaciones por dos.

Número de baños (x_3): al haber un menor número de baños y con el objetivo de ser más representativo, la puntuación se ha obtenido multiplicando el número de baños por 3.

El **resultado** ha sido el siguiente:

Ilustración 3: Modelo de regresión 1

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,752405724
Coefficiente de determinación R^2	0,566114373
R^2 ajustado	0,536797777
Error típico	220826,4076
Observaciones	80

Análisis de la varianza			
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>
Regresión	3	3,97196E+12	1,32399E+12
Residuos	76	4,34488E+12	57169524019
Total	79	8,31684E+12	

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>
Intercepción	672211,2333	160297,9726	4,193510513	7,35638E-05
Variable X 1	74961,40478	9967,591935	7,520513006	9,06452E-11
Variable X 2	-103190,1451	23125,63948	-4,462153153	2,76867E-05
Variable X 3	68012,2344	28953,3477	2,349028344	0,021422452

5.2.2 Modelo de regresión lineal múltiple 2.

En el segundo modelo se han considerado las siguientes **variables**: tamaño de la vivienda (x_1), número de habitaciones (x_2), número de baños (x_3) y la variable cualitativa que representa si la vivienda es interior o exterior (x_4).

La **puntuación** se ha elaborado de la siguiente forma:

Vivienda exterior o interior (x_4): al tratarse de una variable cualitativa y dicotómica, la puntuación toma los valores de 1 o 0, siendo 1 una vivienda exterior y 0 una vivienda interior.

El **resultado** ha sido el siguiente:

Ilustración 4: Modelo de regresión 2

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0,716697532
Coeficiente de determinación R^2	0,513655352
R^2 ajustado	0,487716971
Error típico	232231,2577
Observaciones	80

Análisis de varianza			
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>
Regresión	4	4,27199E+12	1,068E+12
Residuos	75	4,04485E+12	53931357074
Total	79	8,31684E+12	

	<i>Coeficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>
Intercepción	566258,1256	162042,9537	3,494493976	0,000800802
Variable X 1	69921,41646	9914,19994	7,052653455	7,39726E-10
Variable X 2	-87384,12349	23439,5201	-3,728067944	0,000372163
Variable X 3	56309,37338	28555,77482	1,97190844	0,052307827
Variable X 4	155297,2896	65841,65357	2,358648077	0,020947982

5.2.3 Modelo de regresión lineal múltiple 3.

En el tercer modelo se han considerado las siguientes **variables**: tamaño de la vivienda (x_1), número de habitaciones (x_2), número de baños (x_3), vivienda interior o exterior (x_4) y finalmente la variable cualitativa que representa el estado de la vivienda (x_5).

La **puntuación** se ha elaborado de la siguiente forma:

Estado de la vivienda (x5): al tratarse de una variable cualitativa politómica, ya que puede tomar un número de valores superior a dos, se han separado los posibles resultados en variables distintas, de tal forma que la vivienda puede ser de obra nueva, buen estado, antigua, y, en ausencia de alguna de las anteriores, la vivienda estaría para reformar.

El **resultado** ha sido el siguiente:

Ilustración 5: Modelo de regresión 3

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,798669834
Coefficiente de determinación R ²	0,637873503
R ² ajustado	0,597070518
Error típico	205958,7337
Observaciones	80

Análisis de varianza			
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>
Regresión	8	5,30509E+12	6,63137E+11
Residuos	71	3,01175E+12	42418999990
Total	79	8,31684E+12	

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>
Intercepción	566258,1256	162042,9537	3,494493976	0,000800802
Variable X 1	69921,41646	9914,19994	7,052653455	7,39726E-10
Variable X 2	-87384,12349	23439,5201	-3,728067944	0,000372163
Variable X 3	56309,37338	28555,77482	1,97190844	0,052307827
Variable X 4	155297,2896	65841,65357	2,358648077	0,020947982
Variable X 5	367522,6222	166473,0523	2,207700389	0,030497331
Variable X 6	109972,8868	152768,7326	0,719865151	0,47397113
Variable X 7	-89183,22647	161557,8375	-0,552020427	0,582667844
Variable X 8	-8374,190699	160280,2489	-0,052247178	0,958478464

5.3 Interpretación y comparación de los resultados.

Ecuaciones resultantes:

$$\begin{aligned} \text{➤ } Y_1 &= 672.211,23 + 74.961,4 x_1 - 103.190,14 x_2 + 68.012,23 x_3 \\ \text{➤ } Y_2 &= 566.258,12 + 69.921,41646 x_1 - 87.384,12x_2 + 56.309,37 x_3 + \\ & 155.297,29x_4 \\ \text{➤ } Y_3 &= 566.258,12 + 69.921,41 x_1 - 87.384,12 x_2 + 56.309,37 x_3 + 155.297,28 x_4 + \\ & 367.522,62 x_5 + 109.972,88 x_6 - 89.183,22 x_7 - 8.374,19 x_8 \end{aligned}$$

Antes de entrar en la interpretación, hay que destacar que **solamente se han interpretado los aspectos más prácticos** con el objetivo de proporcionar un razonamiento desde el punto de vista de la valoración inmobiliaria, dejando de lado otros aspectos más puramente teóricos propios de la ciencia estadística.

5.3.1 Coeficientes

En primer lugar, resulta conveniente analizar los coeficientes de las distintas variables explicativas de cada modelo. Antes de eso resulta necesario saber que el valor de estos se traduce como el número de unidades que variaría la variable explicada Y, si manteniendo el resto de variables explicativas constante, una determinada variable x_i varía en una unidad. (Esteban, y otros, 2008)

De esta forma, **la primera variable explicativa** (x_1) y una de las más importantes, el tamaño de la vivienda, guarda una relación positiva en los tres modelos significando que, manteniendo el resto de variables constante, si incrementamos x_1 en una unidad, el precio de la vivienda Y aumentará en β unidades. A pesar de esto, el efecto es mayor en el primer modelo que en el resto, lo cual se ve en que el coeficiente β_1 es mayor. Esto podría ser porque al tener los otros dos modelos un mayor número de variables, el impacto del tamaño en el precio se diluye.

En cuanto al **número de habitaciones** (x_2) y al **número de baños** (x_3), se podría llegar a pensar que un aumento de la cantidad de estos supondría que estaríamos ante una vivienda lujosa y por tanto impactaría directamente en el valor de la vivienda. Al contrario, el hecho de que haya un mayor número de baños o habitaciones puede ser contraproducente

debido a que no hay que olvidar que cuando se interpreta un coeficiente de regresión, el resto de variables permanecen constantes. Por ello, si partiendo del mismo tamaño se tienen que añadir un número superior de habitaciones o baños, supondría que hay menos superficie para otro tipo de estancias relevantes como el salón o la cocina.

En nuestro caso, el número de habitaciones (x_2) viene con signo negativo, lo cual nos indica que un aumento de estas influye negativamente ya que se dispondría de menor espacio para otras estancias de la casa como podría ser el salón o la cocina. En cuanto a los baños, el signo es positivo, no significando esto que cuantos más baños mejor, pero, al ser los baños un elemento esencial de las viviendas y suponer estos un espacio no muy grande, el impacto positivo en el precio tampoco es excesivo, se valora su funcionalidad.

Ya con las variables cualitativas, en primer lugar, está la que representa si la **vivienda es exterior o interior** (x_4). Esta, muestra que el hecho de que una vivienda sea exterior influye enormemente en el precio de la vivienda ya que además de que el signo es positivo en todos los modelos, los valores de los coeficientes son altos en comparación con el resto. Por esto, en el caso de que la vivienda sea exterior o no, manteniendo el resto de variables constantes, afectaría en el precio final en 130.495,23 euros de media, teniendo en cuenta los modelos 2 y 3.

Finalmente se introduce una **variable cualitativa politómica** en el modelo 3 y es **el estado de la vivienda**, pudiendo ser este: obra nueva, buen estado, antigua o a reformar. De forma general se puede decir que las viviendas nuevas y en buen estado afectan positivamente mientras que las antiguas y las que necesitan reforma, negativamente, como es lógico. Además, hay que destacar que el hecho de que la vivienda sea nueva tiene un efecto enorme en el precio, siendo este más de tres veces superior al efecto generado si la vivienda estuviese en buen estado o casi cinco veces el hecho de que sea antigua.

5.3.2 Coeficiente de determinación

Finalmente, resulta necesario la interpretación de la **bondad de ajuste de los modelos**. Para ello, el coeficiente de determinación nos dice la proporción de variación que es

explicada por la regresión, es decir, el grado en que las variables X e Y se encuentran asociadas. (Canavos, 1988)

De esto se deduce que mediante este coeficiente podemos conocer la **calidad de un modelo**. Como vemos, a medida que se van incluyendo variables explicativas el coeficiente va aumentando independientemente tengan más o menos relación con la variable endógena. (Uriel, 2003) Por último, generalmente un modelo es mejor cuanto más se acerque este coeficiente a la unidad, sin embargo, esto dependerá tanto de los datos utilizados como de la variable explicada en cuestión.

En el presente trabajo, los coeficientes de los tres modelos superan el 0,5, lo cual, unido a las interpretaciones correspondientes, hace que se pueda decir que los resultados obtenidos son óptimos.

6. CONCLUSIÓN

Como conclusión del presente trabajo se va a tratar de analizar si el objetivo principal de este, enunciado en la introducción, se ha cumplido y en qué grado.

En primer lugar, el propósito general del trabajo residía en analizar la influencia del fenómeno del Big Data en los mercados inmobiliarios. De esta forma, se procedió a estudiar desde un punto de vista teórico el fenómeno del Big Data y, por separado, los mercados inmobiliarios en el ámbito nacional. Esto ha permitido contextualizar el tema a desarrollar además de conocer sus evoluciones a lo largo de la historia y el panorama que les espera o les podrá esperar en un futuro cercano.

Posteriormente, se ha tratado de analizar el impacto o relación de ambos conceptos, dando respuesta a la cuestión principal a desarrollar y tratando de llevar el argumento a la realidad. Para ello, se han desarrollado dos instrumentos de gran utilidad y relevancia en la actualidad en la valoración de inmuebles y que basan su funcionamiento en el análisis de cantidades masivas de datos, y son: los Modelos de Valoración Automatizada (AVM) y las Redes Neuronales Artificiales (RNA).

Tras esto, se ha elaborado una valoración de un mercado inmobiliario mediante el método de regresión lineal múltiple con el objetivo de dar a conocer la utilidad que supone el uso del Big Data en la valoración de inmuebles. Los resultados aquí obtenidos han permitido conocer la importancia de ciertas variables a la hora de determinar el precio de una vivienda, pudiendo interpretar su impacto y llegando a una ecuación de tasación aproximada del barrio objeto de análisis.

Por todo esto, y como autocrítica del trabajo, se puede decir que el objetivo perseguido se ha cumplido de una forma satisfactoria. Llevando el método utilizado al campo del razonamiento lógico, se podría decir que el método deductivo aquí utilizado, partiendo del análisis de las cuestiones de forma general y llevándolas a su fusión de forma particular, ha permitido entender de forma clara la cuestión desarrollada. Por último, este trabajo debería contribuir a una mayor sensibilización de las organizaciones respecto de la relevancia del uso del Big Data en el sector de bienes raíces, fomentando su implementación masiva en un futuro no muy lejano.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, M., Serna, A., & Serna, E. (2017). Principios y características de las redes neuronales artificiales. *Revista Actas de Ingeniería*, 3, 348-353.
- Agencia Inmobiliaria MLS. (21 de junio de 2018). *INMODIARIO*. Recuperado el 12 de marzo de 2019, de <https://www.inmodiario.com/187/26576/vender-casa-millennials-nuevo-reto-para-sector-inmobiliario.html>
- Aguirre & Baeza. (9 de agosto de 2018). *aguirrebaeza*. Recuperado el 10 de febrero de 2019, de <https://www.aguirrebaeza.com/blog-aguirrebaeza/avm/>
- Alarcos, A. P. (4 de febrero de 2019). *Idealista*. Recuperado el 12 de marzo de 2019, de <https://www.idealista.com/news/finanzas/hipotecas/2019/01/31/771324-tres-datos-desconocidos-sobre-las-hipotecas-que-demuestran-que-no-hay-burbuja>
- Alba, C. (3 de enero de 2019). *invertia*. Obtenido de <https://www.invertia.com/es/noticias/prestamos--creditos/20190103/buscas-casa-asi-se-presenta-el-escaparate-de-las-hipotecas-para-este-ano-232091>
- Arrabales Moreno, R. (20 de septiembre de 2016). *Instituto de Economía Digital*. Obtenido de <https://www.icemd.com/digital-knowledge/articulos/analisis-predictivo-big-data-futuro-no-se-predice-se-cambia/>
- Asociación de Técnicos Comerciales y Economistas del Estado. (5 de septiembre de 2014). *ATCEE*. Obtenido de <https://atcee.es/big-data-y-la-administracion-publica-el-futuro-ya-esta-casi-aqui>
- Asociación Española de análisis de valor. (2017). *Estándar sobre valoraciones de inmuebles mediante modelos automáticos (AVM)*. Madrid.
- Asociación Profesional de Sociedades de Valoración. (2003). *Estándar sobre Modelos de Valoración Automatizada (AVMs)*.
- Baker, P. (27 de noviembre de 2018). *Hewlett Packard Enterprise*. Obtenido de <https://www.hpe.com/us/en/insights/articles/5-big-data-and-analytics-trends-to-watch-in-2019-1811.html>
- Ballesteros, A. (s.f.). *Neural Networks Framework*. Recuperado el 23 de marzo de 2019, de <http://www.redes-neuronales.com.es/tutorial-redes-neuronales/estructuras-de-las-redes-neuronales.htm>
- Bankinter. (2018). *Informe del mercado inmobiliario en España*. Madrid.

- Barkham, R., Bokhari, S., & Sainz, A. (2018). *Urban big data: City management and real estate markets*. New York: GovLab Digest.
- Barranco Fragoso, R. (18 de junio de 2012). *ibm.com*. Recuperado el 15 de marzo de 2019, de <https://www.ibm.com/developerworks/ssa/local/im/que-es-big-data/>
- Basogain Olabe, X. (1998). *Redes neuronales artificiales y sus aplicaciones*. Escuela Superior de Ingeniería de Bilbao, EHU, Dpto. Ingeniería de Sistemas y Automática. Bilbao: Publicaciones de la Escuela de Ingenieros.
- Batty, M. (2013). *Big data, smart cities and city planning*. University College London. SAGE Publications.
- Baum, A. (2017). *PropTech 3.0: the future of real estate*. University of Oxford, Oxford.
- BBVA Open 4u. (28 de 11 de 2018). *BBVA Open 4 u*. Recuperado el 15 de 2 de 2019, de <https://bbvaopen4u.com/es/actualidad/las-siete-v-del-big-data>
- Blázquez, P. (19 de septiembre de 2018). *La Vanguardia, economía*. Recuperado el 12 de marzo de 2019, de <https://www.lavanguardia.com/economia/20180919/451896064553/milennials-mercado-inmobiliario-venta-alquiler-vivienda.html>
- Cambridge University Press. (10 de 08 de 2008). *Cambridge Dictionary*. Obtenido de Cambridge Dictionary: <https://dictionary.cambridge.org/es/diccionario/ingles/big-data>
- Canavos, G. C. (1988). *Probabilidad y Estadística. Aplicaciones y Métodos*. Mc Graw Hill.
- Carrillo, D. (2019). *KD nuggets*. Obtenido de <https://www.kdnuggets.com/2018/09/10-big-data-trends.html>
- Catella research. (2015). *Big data in the real estate sector – a big opportunity or a big threat?* Catella, Frankfurt.
- Chen, P. C., & Zhang, C. (2014). *Data-intensive applications, challenges, techniques and technologies: A survey on Big Data*. University of Macau, Departmente of Computer and Information Center. ELSEVIER.
- Crosby, M. (2016). *Blockchain technology: Beyond Bitcoin*. Applied Innovation Review.
- Daverio, A. (7 de noviembre de 2016). *inmoblog.es*. Recuperado el 24 de marzo de 2019, de <https://www.inmoblog.com/digitalizacion-y-democratizacion-inmobiliaria/>
- del Rosal, J. C., Caridad, J. M., & Tabales, J. M. (enero de 2016). Una visión del mercado inmobiliario digital. Comparativa de los principales portales inmobiliarios y

- agregadores de oferta española. *Ar@cne: revista electrónica de recursos en internet sobre geografía y ciencias sociales*, 1-27.
- Diarioinformación. (29 de julio de 2018). *diarioinformación*. Obtenido de <https://www.diarioinformacion.com/empresas-en-alicante/2018/07/29/evolucion-precio-viviendas-sector-inmobiliario/2047511.html>
- Diebold, F. X. (2012). *On the origins and development of the term Big Data*. University of Pennsylvania, Department of Economics. National Bureau of Economic Research.
- Echeverría, J. A. (2017). *Redes Neuronales Artificiales. Conceptos básicos y algunas aplicaciones en Energía*. Universidad Tecnológica de La Habana.
- Engel & Völkers AG. (2018). *engelandvolkers*. Recuperado el 15 de marzo de 2019, de <https://www.engelvoelkers.com/en/blog/property-insights/market-trends/impact-sharing-economy-real-estate-sector/>
- Esteban. (2014). *Cinco ejemplos de cómo el 'Big-data' puede mejorar la sociedad*.
- Esteban, M. V., Moral, M. P., Orbe, S., Regúlez, M., Zarraga, A., & Zubia, M. (2008). *Análisis de regresión con Gretl*. Universidad del País Vasco, Departamento de Economía aplicada III.
- European Commission. (2017). *Making Big Data work for Europe*. Recuperado el 5 de marzo de 2019, de <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/making-big-data-work-europe>
- Feth, M., & Gruneberg, H. (2018). *PropTech – The Real Estate Industry in Transition*. RITTERWALD. SSRN.
- Galán, J. (24 de noviembre de 2010). *josegalan.es*. Recuperado el 27 de marzo de 2019, de <https://www.josegalan.es/alexa-que-es-y-como-funciona/>
- Gil, E. (2016). *Big data, privacidad y protección de datos*. Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado, Madrid.
- IAAO. (2003). *Estándar sobre Modelos de Valoración Automatizada (AVMs)*. International Association of Assessing Officers, Chicago.
- IBM. (s.f.). *IBM Research*. Obtenido de <https://www.research.ibm.com/ibmq/learn/what-is-quantum-computing/>
- Instituto de ingeniería del Conocimiento. (28 de junio de 2016). Obtenido de <http://www.iic.uam.es/innovacion/big-data-caracteristicas-mas-importantes-7-v/>

- Instituto Internacional Español de Marketing Digital. (s.f.). *IIEMD*. Recuperado el 12 de marzo de 2019, de <https://iiemd.com/millennial/que-es-millennial>
- Izaurieta, F., & Saavedra, C. (2000). *Redes Neuronales Artificiales*. Universidad de Concepción, Chile, Departamento de Física, Concepción.
- Jaimovich, D. (6 de abril de 2018). *infobae.com*. Recuperado el 27 de marzo de 2019, de <https://www.infobae.com/tecnologia/2018/04/06/cual-es-el-nuevo-petroleo-del-siglo-xxi-y-como-esta-cambiando-la-economia/>
- JLL. (2018). *The Growing Influence of Proptech*. Recuperado el 15 de marzo de 2019, de <http://www.ap.jll.com/asia-pacific/en-gb/research/950/proptech-2018-refreshed-with-new-insights-apr2018#.XKYm0-szbow>
- Joyanes Aguilar, L. (2013). *Big Data. Análisis de grandes volúmenes de datos en organizaciones* (1ª edición ed.). México: Alfaomega.
- Ka Kay, L. (3 de marzo de 2018). *Edge Prop*. Recuperado el 15 de marzo de 2019, de <https://www.edgeprop.my/content/1289426/proptech-20-may-just-change-everything-about-real-estate-industry>
- Kitchin, R. (2013). *Big data and human geography: Opportunities, challenges and risks*. National University of Ireland. SAGE.
- KYOCERA. (17 de marzo de 2017). Recuperado el 10 de marzo de 2019, de <https://smarterworkspaces.kyocera.es/blog/diferencia-datos-estructurados-no-estructurados/>
- Libertad Digital. (s.f.). *Libertad Digital*. Obtenido de <https://www.libertaddigital.com/temas/mercado-inmobiliario/>
- Maroto, C. (2017). *Big Data y su impacto en el sector público*. Harvard Deusto Business Review. Planeta Deagostini Formación .
- Matich, D. J. (2001). *Redes Neuronales: Conceptos Básicos y Aplicaciones*. Universidad Tecnológica Nacional, Departamento de Ingeniería Química, Rosario.
- Mayer-Schönberger, V. (2013). *Big Data. La revolución de los datos masivos*. (A. Iriarte, Trad.) Houghton Mifflin Harcourt.
- Ministerio de Fomento. (s.f.). *Ministerio de Fomento. Gobierno de España*. Obtenido de <https://www.fomento.gob.es/be2/?nivel=2&orden=34000000>
- Monteleón-Getino, A. (2015). *El impacto del Big-data en la Sociedad de la Información. Significado y utilidad*. Universidad de Barcelona. Historia y comunicación social.

- Mora-Esperanza, J. G. (Abril de 2004). La inteligencia artificial aplicada a la valoración de inmuebles: un ejemplo para valorar Madrid. *Catastro*(50), 51-69.
- Moreno, D. G. (2 de enero de 2019). *20 minutos*. Obtenido de <https://www.20minutos.es/noticia/3528267/0/vivienda-precio-datos-ultimo-trimestre-2018-espana/>
- Official Journal of the European Union. (2015). “*Towards a thriving data-driven economy*”.
- ORACLE. (s.f.). Obtenido de <https://www.oracle.com/es/big-data/guide/what-is-big-data.html>
- Paine, J. (21 de junio de 2018). *Inc*. Recuperado el 15 de marzo de 2019, de <https://www.inc.com/james-paine/3-ways-ai-is-changing-real-estate.html>
- Palmer Pol, A., & Montañero Moreno, J. (1999). *¿Qué son las redes neuronales artificiales? Aplicaciones realizadas en el ámbito de las adicciones*. Universidad de las Islas Baleares, Departamento de Psicología, Palma de Mallorca.
- pisos.com. (2018). *Sector inmobiliario. Balance 2018. Previsiones 2019*. Madrid.
- proptech. (8 de febrero de 2018). *proptech*. Recuperado el 15 de marzo de 2019, de <http://proptech.es/las-puertas-la-tercera-generacion-proptech-1-0-3-0/>
- Puyol Moreno, J. (2014). Aproximación a Big data. *Revista Derecho UNED*.
- PWC Germany. (31 de julio de 2018). *pwc.de*. Recuperado el 15 de marzo de 2019, de <https://www.pwc.de/en/real-estate/digital-real-estate/artificial-intelligence-in-real-estate.html>
- Rayón, A. (20 de marzo de 2016). *Deusto data*. Obtenido de <https://blogs.deusto.es/bigdata/el-machine-learning-en-la-era-del-big-data/>
- Real Academia Española. (2018). *RAE*. Obtenido de <https://dle.rae.es/?id=LestGHS>
- República. (18 de diciembre de 2018). *república*. Obtenido de <https://www.republica.com/2018/12/18/el-sector-inmobiliario-es-el-que-mas-empleo-ha-creado-en-2018/>
- Reporte digital. (2 de septiembre de 2018). Obtenido de <https://reportedigital.com/cloud/las-7v-del-big-data-datos-transformados-en-valor/>
- RICS. (2017). *The future of valuations*. Royal Institution of Chartered Surveyors. Londres: RICS Insight.

- Rodríguez Jaume, M. J., & Mora Catalá, R. (2001). *Análisis de regresión múltiple*. Alicante, España: Técnicas de investigación social II.
- Rodríguez, D. (14 de mayo de 2012). *Daniel Rodríguez. Consultor de negocios digitales*. Recuperado el 24 de marzo de 2019, de <https://danielrodriguez.info/2012/05/14/%C2%BFque-es-portal-web-inmobiliario-%C2%BFcuales-son-sus-caracteristicas-fundamentales/>
- Rojo Abuín, J. (2007). *Regresión lineal múltiple*. Instituto de Economía y Geografía, Madrid.
- Rosini, P. (2000). *Using Expert Systems and Artificial Intelligence For Real Estate Forecasting*. University of South Australia, School of International Business, Sydney.
- Sánchez del Pozo, G. (4 de enero de 2018). *urbanismo.com*. Recuperado el 24 de marzo de 2019, de <https://www.urbanismo.com/portales-inmobiliarios/>
- Salas, R. (2004). *Redes neuronales artificiales*. Universidad de Valparaíso, Departamento de computación, Valparaíso.
- Sanz, E. (7 de mayo de 2018). *elconfidencial.com*. Recuperado el 28 de marzo de 2019, de https://www.elconfidencial.com/vivienda/2018-05-07/mercado-inmobiliario-chamberi-casas-lujo_1555561/
- SAS Institute. (s.f.). Obtenido de https://www.sas.com/es_es/insights/big-data/what-is-big-data.html
- Sociedad de Tasación. (20 de junio de 2013). *st-tasación.es*. Recuperado el 2 de abril de 2019, de <https://www.st-tasacion.es/es/mas-alla-del-valor/valor-precio-inmuebles.html>
- Solvía. (29 de junio de 2018). *Solvía Magazine*. Recuperado el 12 de marzo de 2019, de <https://www.solvía.es/magazine/big-data-la-inteligencia-de-datos-al-servicio-del-sector-inmobiliario/>
- Some, K. (29 de octubre de 2018). *Analytics Insight*. Obtenido de <https://www.analyticsinsight.net/top-7-big-data-analytics-trends-for-2019/>
- Tabales, J. N., Caridad, J. M., Villamondos, N. C., & Jiménez, A. M. (2009). Estimación del precio de la vivienda mediante redes neuronales artificiales (RNA) en diferentes marcos temporales. *Metodología de ensuestas*, 11(1), 79-101.
- Tabares, L. F., & Hernández, J. F. (2014). *Big Data Analytics: Oportunidades, Retos y Tendencias*. Universidad de San Buenaventura, Cali.

- TINSA. (26 de febrero de 2018). *tinsa.es*. Recuperado el 23 de marzo de 2019, de <https://www.tinsa.es/blog/tecnologia/inteligencia-artificial-valoracion-inmobiliaria/>
- Toribio, B. (24 de diciembre de 2018). *blog fotocasa*. Obtenido de <https://blogprofesional.fotocasa.es/balance-2018-el-sector-inmobiliario-al-alza/>
- Universidad de Barcelona. (s.f.). *OBS Business School*. Obtenido de <https://www.obs-edu.com/es/blog-investigacion/direccion-general/como-ayuda-el-big-data-las-empresas>
- Uriel, E. (2003). *Regesión lineal múltiple: estimación y propiedades*. Universidad de Vlaencia, Valencia.
- Vargas Sabadías, A. (1995). *Estadística descriptiva e inferencial* (Vol. 8). COMPOBEL S.L.
- Zanoletty Pérez, J. (16 de octubre de 2017). *PropTech Lab*. Recuperado el 15 de marzo de 2019, de <https://proptechlab.com/proptech-1-0-2-0-3-0/>

8. ANEXOS

8.1 Anexo 1. Datos de la muestra.

Número muestra	Precio del inmueble	Tamaño (m2)	Tipo de vivienda	Habitaciones	Baños	Estado vivienda	Planta	Ext/int	Equipamiento/atributos
1	1.900.000,00 €	170	ático	2	2	nueva	6	exterior	Terraza, armarios empotrados, ascensor
2	1.850.000,00 €	170	piso	3	3	buen estado	3	exterior	Balcón, armario empotrados, ascenso, aire acondicionado
3	1.750.000,00 €	175	piso	3	2	nueva	4	exterior	Armarios empotrados, aire acon., ascensor
4	1.595.000,00 €	114	ático	2	2	nueva	7	exterior	Terraza, armarios empotrados, ascensor
5	1.550.000,00 €	150	piso	2	3	nueva	4	exterior	Balcón, ascensor, aire acondicionado
6	1.500.000,00 €	150	piso	2	2	buen estado	4	exterior	Balcón, armario empotrados, ascenso, aire acondicionado
7	1.500.000,00 €	150	piso	2	3	buen estado	4	exterior	Balcón, armarios, aire acondicionado, ascensor
8	1.399.000,00 €	172	piso	2	2	nuevo	2	exterior	Armarios empotrados, aire acon., ascensor, trastero
9	1.350.000,00 €	160	piso	2	2	buen estado	2	exterior	Armarios empotrados, aire acon., ascensor
10	1.340.000,00 €	157	piso	2	2	buen estado	2	exterior	Aire acon, ascensor
11	1.300.000,00 €	155	piso	2	2	buen estado	2	exterior	Armarios empotrados, aire acon., ascensor
12	1.290.000,00 €	175	ático	3	2	buen estado	6	exterior	Balcón, armario empotrados, ascenso, aire acondicionado
13	1.288.000,00 €	156	piso	3	2	buen estado	4	exterior	Terraza, armarios, trastero, aire acon, piscina, ascensor, jardín
14	1.200.000,00 €	170	piso	3	2	buen estado	1	exterior	Balcón, armario empotrados, ascenso, aire acondicionado, trastero
15	1.200.000,00 €	167	piso	3	2	buen estado	5	exterior	Balcón, armario empotrados, ascenso, aire acondicionado, trastero
16	1.150.000,00 €	120	ático	3	2	buen estado	7	exterior	Terraza, garaje, aire, armarios, ascensor, trastero
17	1.150.000,00 €	150	piso	2	2	antiguo	3	exterior	Armarios, ascensor, aire
18	1.150.000,00 €	120	ático	2	2	buen estado	8	exterior	Terraza, armarios empotrados, ascensor, aire
19	1.050.000,00 €	140	ático	2	2	buen estado	5	exterior	Terraza, balcón, armarios, aire, ascensor
20	1.050.000,00 €	152	piso	4	3	a reformar	3	exterior	Armarios, ascensor
21	1.030.000,00 €	168	piso	3	2	buen estado	2	exterior	Armarios, ascensor
22	990.000,00 €	180	piso	4	3	buen estado	5	exterior	Armarios empotrados, aire acon., ascensor
23	980.000,00 €	121	piso	3	2	buen estado	1	exterior	Armarios empotrados, aire acon., ascensor
24	980.000,00 €	147	piso	2	2	nueva	3	exterior	Balcón, armario empotrados, ascenso, aire acondicionado
25	945.000,00 €	141	piso	2	3	buen estado	1	exterior	Armarios empotrados, aire acon., ascensor
26	945.000,00 €	160	piso	3	2	buen estado	3	exterior	Armarios, ascensor
27	945.000,00 €	140	piso	3	2	nuevo	1	exterior	Armarios empotrados, aire acon., ascensor
28	945.000,00 €	140	piso	3	2	buen estado	1	exterior	Armarios empotrados, aire acon., ascensor
29	900.000,00 €	128	piso	2	2	buen estado	1	exterior	Balcón, trastero, piscina, aire, armarios, ascensor
30	885.000,00 €	107	ático	4	3	a reformar	6	exterior	Terraza, ascensor, aire
31	875.000,00 €	108	piso	2	2	nuevo	1	exterior	ascensor
32	870.000,00 €	168	piso	4	3	antiguo	2	interior	Armarios, ascensor
33	859.000,00 €	163	piso	5	3	antiguo	6	exterior	Armarios, ascensor
34	850.000,00 €	168	piso	3	2	antiguo	2	interior	Armarios, ascensor
35	850.000,00 €	165	piso	3	2	antiguo	3	interior	Armarios, ascensor
36	849.000,00 €	141	piso	3	2	buen estado	2	exterior	Armarios, ascensor
37	840.000,00 €	140	piso	4	3	a reformar	7	exterior	ascensor
38	830.000,00 €	160	piso	3	2	buen estado	3	interior	Armarios, ascensor
39	820.000,00 €	110	ático	2	2	buen estado	8	exterior	Terraza, armarios empotrados, ascensor, aire
40	800.000,00 €	150	piso	2	2	buen estado	3	interior	Armarios, ascensor
41	800.000,00 €	152	piso	3	2	a reformar	3	interior	Armarios, ascensor
42	800.000,00 €	147	piso	4	3	a reormar	4	exterior	Armarios empotrados, aire acon., ascensor
43	780.000,00 €	141	piso	2	2	buen estado	6	exterior	Ascensor, aire, piscina
44	775.000,00 €	120	piso	2	2	buen estado	3	exterior	Balcón, armario empotrados, ascenso, aire acondicionado
45	766.000,00 €	161	piso	3	2	a reormar	4	exterior	Armarios empotrados, aire acon., ascensor
46	765.000,00 €	153	piso	3	2	antiguo	4	exterior	Balcón, trastero, armario empotrados, ascenso, aire acondicionado
47	755.000,00 €	141	piso	2	2	buen estado	3	exterior	Ascensor, aire
48	750.000,00 €	130	piso	2	2	antiguo	1	exterior	ascensor
49	749.000,00 €	121	piso	3	2	buen estado	1	exterior	Armarios empotrados, aire acon., ascensor
50	730.000,00 €	130	piso	3	2	buen estado	3	interior	Armarios empotrados, aire acon., ascensor
51	725.000,00 €	124	piso	3	2	nuevo	3	exterior	Armarios empotrados, aire acon., ascensor
52	725.000,00 €	105	ático	2	2	buen estado	8	exterior	Armarios empotrados, aire acon., ascensor, terraza
53	725.000,00 €	105	ático	2	2	buen estado	8	exterior	Armarios empotrados, aire acon., ascensor, terraza
54	725.000,00 €	111	ático	2	2	buen estado	8	exterior	Terraza ascensor, garaje
55	725.000,00 €	124	piso	3	2	buen estado	3	exterior	Armarios empotrados, aire acon., ascensor
56	725.000,00 €	105	ático	2	2	buen estado	8	exterior	Armarios empotrados, aire acon., ascensor
57	725.000,00 €	125	piso	3	2	buen estado	3	interior	Armarios, ascensor
58	725.000,00 €	107	piso	3	2	buen estado	3	interior	Armarios, ascensor
59	720.000,00 €	115	piso	3	2	buen estado	2	exterior	Aire acon, ascensor
60	715.000,00 €	141	piso	3	2	antiguo	1	exterior	Ascensor, aire, piscina
61	715.000,00 €	145	piso	3	2	a reformar	1	exterior	Armarios, ascensor
62	710.000,00 €	120	piso	2	2	antiguo	4	exterior	Armarios, ascensor
63	698.000,00 €	162	piso	4	3	a reformar	1	exterior	ascensor
64	690.000,00 €	105	piso	2	2	buen estado	2	exterior	Balcón, armario empotrados, ascenso, aire acondicionado
65	650.000,00 €	150	piso	3	2	antiguo	4	exterior	Armarios, ascensor
66	650.000,00 €	102	piso	2	2	buen estado	1	interior	Armarios empotrados, aire acon., ascensor
67	640.000,00 €	130	piso	3	2	antiguo	2	exterior	Balcón, ascensor
68	600.000,00 €	101	piso	2	2	buen estado	2	exterior	Terraza, armarios empotrados, ascensor
69	580.000,00 €	113	piso	2	2	buen estado	3	exterior	Balcón, terraza, armario empotrados, ascenso, aire acondicionado
70	579.000,00 €	124	piso	2	2	antiguo	4	exterior	ascensor
71	575.000,00 €	116	piso	3	2	buen estado	3	interior	Armarios empotrados, aire acon., ascensor
72	560.000,00 €	104	piso	3	2	a reformar	3	interior	Armarios, ascensor
73	550.000,00 €	130	piso	4	3	a reformar	1	interior	Armarios empotrados, aire acon., ascensor
74	540.000,00 €	100	piso	3	2	a reformar	3	interior	Armarios, ascensor
75	535.000,00 €	122	piso	3	2	a reformar	1	interior	Armarios, ascensor
76	525.000,00 €	124	ático	2	2	buen estado	4	exterior	Armarios, ascensor
77	525.000,00 €	124	piso	2	2	buen estado	4	interior	ascensor
78	535.000,00 €	108	piso	3	2	a reformar	3	interior	ascensor
79	515.000,00 €	100	piso	2	2	a reformar	8	interior	ascensor
80	500.000,00 €	110	piso	2	2	buen estado	2	exterior	ascensor

Fuente: elaboración propia.

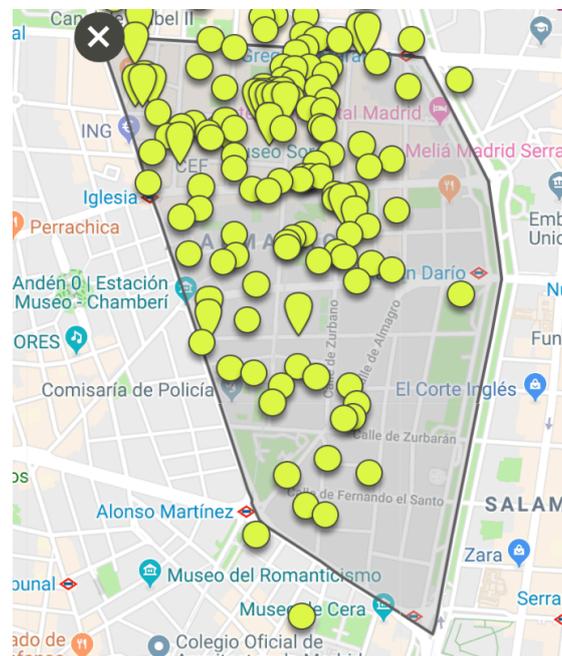
*Resulta conveniente aclarar el concepto de precio y valor de las viviendas. En el presente caso, se refiere al precio ya que este es la cantidad de dinero que el comprador pagaría y el vendedor estaría dispuesto a aceptar, es decir, es resultado de una negociación a raíz de la interacción de la oferta y de la demanda, no teniendo que coincidir con el valor real del inmueble en cuestión. (Sociedad de Tasación, 2013)

8.2 Anexo 2. Estadística descriptiva de las variables cuantitativas.

VARIABLES	Precio	Tamaño (m2)	Habitaciones	Baños	Planta
Media	904.087,50 €	136,58	3	2	3
Mediana	800.000,00 €	140,00	3	2	3
Moda	725.000,00 €	150,00	2	2	3
Máximo	1.900.000,00 €	180,00	5	3	8
Mínimo	500.000,00 €	100,00	2	2	1
Varianza	1,05276E+11	527,59	0,50	0,14	4,40
Desviación típica	324463,3815	22,97	0,71	0,37	2,10

Fuente: elaboración propia

8.3 Anexo 3. Ubicación geográfica de las viviendas de la muestra.



Fuente: (idealista, 2019)