

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
DEPARTAMENTO DE ORGANIZACIÓN DE EMPRESAS



TESIS DOCTORAL

ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LOS ASPECTOS RELATIVOS A LA
LOCALIZACIÓN EN EL PRECIO DE LA VIVIENDA A TRAVÉS DE TÉCNICAS
DE SOFT COMPUTING. UNA APLICACIÓN A LA CIUDAD DE VALENCIA



Autor: Laura Fernández Durán
Directores: Dra. Alicia Llorca Ponce
Dra. Soledad Valero Cubas

PROGRAMA DE DOCTORADO GESTIÓN DE EMPRESAS
VALENCIA, ENERO 2016

A mis tres amores:
Pepe, Alejandro y Álvaro

RESUMEN

Esta tesis tiene el propósito de analizar la influencia de las variables relativas a la localización de la vivienda en el precio de la misma. Antes de desarrollar el estudio empírico, lo primero es conocer los fundamentos teóricos en los que esta investigación se basa. Así, se comienza con un recorrido por lo desarrollado en la literatura sobre la teoría del valor, entrando posteriormente a exponer la renta del suelo, y más concretamente la renta de suelo urbano, para llegar a explicar cuáles son, según la literatura existente, los determinantes del valor de la vivienda. Se desarrolla, también dentro de los fundamentos teóricos, los modelos econométricos de análisis utilizados en la estimación del valor de la vivienda.

El estudio empírico se realiza en la ciudad de Valencia, por lo que se hace necesario conocer la historia, el desarrollo urbanístico y la evolución de los precios de la ciudad objeto de estudio. Se comienza en el origen de la ciudad romana en el año 138 a.C., y se recorren las distintas etapas urbanísticas de la ciudad. Se analizan, también los planes urbanísticos de 1946, de 1966 y de 1988, así como las últimas modificaciones de este planeamiento. Al tratarse de un estudio de precios de vivienda, se analiza la evolución reciente de precios de vivienda en la ciudad de Valencia y se incluye un estudio geo-posicionado de la evolución de la población por barrios.

Una vez conocida la literatura y la ciudad en la que se desarrolla la investigación comienza el desarrollo del modelo empírico que en nuestro caso, se realiza utilizando técnicas de inteligencia artificial, concretamente una red neuronal artificial. Para iniciar el estudio, lo primero ha sido decidir, en base a los datos de los que disponemos y a las limitaciones de la metodología utilizada, qué variables de localización serían objeto del estudio. Tras diversas estimaciones y pruebas, el modelo se ha desarrollado con las siguientes variables: la distancia al centro de la ciudad, la cercanía al metro y/o tranvía, la cercanía a zonas verdes, el equipamiento del barrio, el nivel socio-económico y el porcentaje de inmigrantes del barrio.

El siguiente paso ha sido obtener una red neuronal que nos permita estimar el precio de la vivienda. Se ha utilizado el aprendizaje supervisado y se ha aplicado un método incremental para obtener la estructura idónea del modelo, probando diferentes topologías de redes neuronales basadas en el perceptrón multicapa. Las redes han sido entrenadas con retropropagación y retropropagación con momento, con diferentes parámetros (factor de aprendizaje η y μ momento). A partir de la mejor red neuronal obtenida, se analiza la repercusión de cada una de las diferentes variables de

localización consideradas sobre el precio de la vivienda. Este estudio lo realizamos estimando con la red el precio para distintos valores de la variable objeto de estudio, manteniendo los datos del resto de variables constantes.

El resultado del estudio nos permite constatar que se cumplen claramente las hipótesis lanzadas para las variables distancia al centro, nivel socio-económico e inmigración, de tal forma que a medida que nos acercamos al centro de la ciudad, el precio de la vivienda aumenta, cuanto mayor es el nivel socio-económico del barrio, mayor es el precio de la vivienda y cuanto mayor es el porcentaje de inmigrantes del barrio, menor es el precio de la vivienda. En las variables cercanía al metro y equipamientos del barrio se puede apreciar un mayor precio en las viviendas cercanas al metro y aquellas situadas en barrios con más equipamientos pero no de forma concluyente para todas las tipologías de vivienda. En el caso de la cercanía a zonas verdes y calidad de la urbanización no podemos afirmar que exista relación directa entre estas variables y el precio de la vivienda. En un futuro, trataremos mediante un algoritmo genético comprobar qué variables tienen mayor repercusión en el precio, con el propósito de reducir variables para trabajar con aquellas que empíricamente resulten más relevantes. Además, intentaremos aumentar la muestra, pues la red trabaja mejor si cuenta con mayor número de datos para procesar.

RESUM

Aquesta tesi té el propòsit d'analitzar la influència de les variables relatives a la localització de l'habitatge en el preu d'aquest. Abans de desenvolupar l'estudi empíric, el primer és conèixer els fonaments teòrics en els quals aquesta recerca es basa. Així, es comença amb un recorregut pel desenvolupat en la literatura sobre la teoria del valor, entrant més tard a exposar la renda del sòl i, més concretament, la renda del sòl urbà, per arribar a explicar quins són, segons la literatura existent, els determinants del valor de l'habitatge. Es desenvolupa, també dins dels fonaments teòrics, els models econòmics d'anàlisi utilitzats en l'estimació del valor de l'habitatge.

L'estudi empíric es realitza en la ciutat de València, per la qual cosa es fa necessari conèixer la història, el desenvolupament urbanístic i l'evolució dels preus de la ciutat objecte d'estudi. Es comença en l'origen de la ciutat romana l'any 138 a. de C. i es recorren les diferents etapes urbanístiques de la ciutat. S'analitzen, també, els plans urbanístics de 1946, de 1966 i de 1988, així com les últimes modificacions d'aquest planejament. En tractar-se d'un estudi de preus d'habitatge, s'analitza

l'evolució recent de preus d'habitatge en la ciutat de València i s'inclou un estudi geoposicionat de l'evolució de la població per barris.

Una vegada coneguda la literatura i la ciutat en la qual es desenvolupa la recerca, comença el desenvolupament del model empíric que, en el nostre cas, es realitza utilitzant tècniques d'intel·ligència artificial, concretament una xarxa neuronal artificial. Per a iniciar l'estudi, el primer ha sigut decidir, d'acord amb les dades que disposem i a les limitacions de la metodologia utilitzada, quines variables de localització serien objecte de l'estudi. Després de diverses estimacions i proves, el model s'ha desenvolupat amb les variables següents: la distància al centre de la ciutat, la proximitat al metro i/o tramvia, la proximitat a zones verds, l'equipament del barri, el nivell socioeconòmic i el percentatge d'immigrants del barri.

El següent pas ha estat obtindre una xarxa neuronal que ens permeta estimar el preu de l'habitatge. S'ha utilitzat l'aprenentatge supervisat i s'ha aplicat un mètode incremental per obtindre l'estructura idònia del model, provant diferents topologies de xarxes neuronals basades en el perceptró multicapa. Les xarxes han sigut entrenades amb retropropagació i retropropagació amb momentum, amb diferents paràmetres (factor d'aprenentatge η i μ moment). A partir de la millor xarxa neuronal obtinguda, s'analitza la repercussió de cadascuna de les diferents variables de localització considerades sobre el preu de l'habitatge. Aquest estudi el vam realitzar, estimant amb la xarxa, el preu per a diferents valors de la variable objecte d'estudi, mantenint les dades de la resta de variables constants.

El resultat de l'estudi ens permet constatar que es compleixen clarament les hipòtesis llançades per a les variables distància al centre, nivell socioeconòmic i immigració, de tal forma que a mesura que ens acostem al centre de la ciutat, el preu de l'habitatge augmenta, com més gran és el nivell socioeconòmic del barri, major és el preu de l'habitatge i com més gran és el percentatge d'immigrants del barri, menor és el preu de l'habitatge. En les variables de proximitat al metre i equipaments del barri es pot apreciar un major preu de l'habitatge properes al metre i les situades en barris amb més equipaments, però no de forma concloent per a totes les tipologies de l'habitatge. En el cas de la proximitat a zones verdes i qualitat d'urbanització, no podem afirmar que existesca relació directa entre aquestes variables i el preu de l'habitatge. En un futur, mitjançant un algorisme genètic, tractarem de comprovar quines variables tenen major repercussió en el preu, amb el propòsit de reduir variables per a treballar amb aquelles que empíricament resulten més rellevants. A més, intentarem augmentar la mostra, ja que la xarxa treballa millor amb un nombre més gran de dades per a processar.

ABSTRACT

This thesis aims to analyze the influence of variables related to the housing price location. Prior to the development of the empirical study, it will develop the theoretical foundations on which it is based. At first, it reviews the literature developments on the theory of value to later expose ground rent and, more specifically, the income of urban land. The purpose of this review is to determine the value of housing according to existing literature. Within theoretical foundations it develops econometric analysis models to estimate the value of housing.

The empirical study is conducted in the city of Valencia, so its urban development history and evolution of prices must be study. This investigation starts at the origin of the Roman city in 138 BC going through the different stages of the urban city. The urban plans of 1946, 1966 and 1988 are also studied as well as the latest amendments in this planning. This research about the housing prices also includes the recent evolution of housing prices in the city of Valencia and a geo-positioned study of the evolution of the population by districts.

Once the literature and the city are well known, it is time of developing the empirical model. In our case, artificial intelligence techniques have been used, and more precisely, artificial neuronal networks. This study begins deciding the location variables to be used based on the provided data and the methodological limitations. After several estimations and trails, the model has been developed with the following variables: the distance to the city center, the proximity to the underway and/or tram, the proximity to green areas, the equipment of the neighborhood, the socio-economical level and the percentage of immigrants of the neighborhood.

The next step was to obtain a neural network that allows us to estimate the price of housing. We used the supervised learning and applied an incremental approach in order to obtain a suitable structure, trying different topologies of neural networks based on Multilayer Perceptron. The networks has been trained with backpropagation and backpropagation with momentum learning functions, with different parameters (learning factor η and momentum μ). Using the best model obtained, it has been conducted an study to determine the impact of each of the different variables considered regarding location on housing. This study was made using the network to estimate, the price of the house with different values of the variable under study, keeping other values of the variables constant.

The result of the study allows us to confirm and validate the hypotheses launched for the variables dealing with the distance to the center, socio-economic and

immigration level. In that sense, the price of houses increases closer it is to the city center. In the same way, the price increases also with higher socio-economic levels of the neighborhood. On the other way, when the percentage of immigrants of the neighborhood increases the housing prices are lower. Regarding the variables of proximity to subway and neighborhood facilities, a higher price in the subway nearby homes and those located in districts with more equipment but not conclusively for all types of housing is detected. In the case of the proximity to green areas and quality of urbanization, a direct relationship between these variables and housing prices cannot be confirmed. In the future, we will try to use a genetic algorithm to check which variables have the greatest impact on price in order to reduce variables and to work with those that are most empirically relevant. We will also try to increase the sample, as the network can be training better with more data to process.

Agradecimientos

Me gustaría dejar constancia de mi más profundo agradecimiento a todas y cada una de las personas que me han estado apoyando, animando y ayudando para que esta tesis haya podido ser una realidad. En concreto:

- 👉 A mis directoras de tesis la Dra. Alicia Llorca y la Dra. Soledad Valero pues sin ellas hubiera sido imposible la realización de esta investigación.
 - ✓ A la Dra. Alicia Llorca con doble motivo, como directora por su generosidad a la hora de compartir ideas, trabajo y dedicación y como extraordinaria compañera cubriendo mis vacíos en esas asignaturas compartidas a las que sin su ayuda no hubiera podido llegar.
 - ✓ A Soledad Valero por su paciencia, su apoyo emocional y profesional y, sobre todo, por sus enseñanzas, aportaciones y ayuda en lo relativo a la inteligencia artificial, sin duda sin ella no hubiera podido desarrollar esa imprescindible herramienta de esta investigación.
- 👉 A Llum Bracho y Alexis Bañón por su ayuda en los idiomas valenciano e inglés y por demostrarme que vuestro ofrecimiento y apoyo continuo es sincero.
- 👉 A Andrés Gómez Navarro, amigo y diseñador de la portada de esta tesis.
- 👉 A Pepe, mi marido, y verdadero sufridor y superviviente del proceso. Gracias por anteponer mis intereses a los tuyos y por mantenerme emocionalmente fuerte para llevar a la vez tantos avatares personales y profesionales ocurridos en el transcurso de esta investigación.
- 👉 A mis hijos por tantos momentos en los que he estado ausente.
- 👉 A Marlen, por cubrir una parcela de mis responsabilidades y quehaceres.
- 👉 A mis amigas Maite, Inma, Conchi, Lucía y a mis brujas, que son mi apoyo y mis quitapenas.
- 👉 A mis compañeros de trabajo y mis compañeros del EUPU, por sus consejos, su disponibilidad y ayuda, su positividad y sus palabras de ánimo.
- 👉 Al personal de Administración del DOE por ser tan competentes, y especialmente a Cristina Figueero, por su paciencia, y por facilitarme todo lo relativo al proceso administrativo (normativas, modelos, instrucciones...) y siempre con una sonrisa, buen humor y un trato exquisito.

Gracias a todos.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	01
1.1. MOTIVACIÓN	01
1.2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS	02
1.3. ESTRUCTURA DEL TRABAJO.....	03
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	09
2.1. TEORÍA DEL VALOR Y RENTA DEL SUELO	09
2.1.1. ORÍGENES DE LA TEORÍA DEL VALOR.....	09
2.1.2. LOS CLÁSICOS Y LA RENTA DEL SUELO	15
2.1.2.1. Los precursores de los clásicos.....	15
2.1.2.2. La teoría de la renta según los clásicos	24
2.1.3. LA RENTA DEL SUELO URBANO.....	42
2.2. DETERMINANTES DEL VALOR DE LA VIVIENDA	47
2.2.1. CARACTERÍSTICAS INTERNAS.....	48
2.2.2. ACCESIBILIDAD Y TRANSPORTE	50
2.2.3. ENTORNO Y EQUIPAMIENTO DEL BARRIO.....	54
2.2.4. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS.....	57
2.2.5. OTRAS EXTERNALIDADES	58
2.3. MODELOS DE ANÁLISIS DEL VALOR DE LA VIVIENDA.....	61
2.3.1. MODELOS TRADICIONALES	61
2.3.1.1. Modelos monocéntricos	62
2.3.1.2. Proceso de filtrado y regentrificación.....	64
2.3.1.3. El modelo de Tiebout	65

2.3.1.4.	El modelo de los sectores radiantes	66
2.3.1.5.	Modelos multicéntricos.....	67
2.3.2.	MODELOS DINÁMICOS.....	69
2.3.3.	MODELOS DE PRECIOS HEDÓNICOS.....	71
2.3.4.	MODELOS BASADOS EN TÉCNICAS DE SOFT COMPUTING.....	74
3.	LA CIUDAD DE VALENCIA. HISTORIA, CRECIMIENTO Y PRECIOS DE LA VIVIENDA.....	89
3.1.	INTRODUCCIÓN HISTÓRICA	89
3.2.	DESARROLLO URBANO DE LA CIUDAD	105
3.3.	EVOLUCIÓN DE LOS PRECIOS DE LA VIVIENDA EN VALENCIA CAPITAL	129
4.	DESARROLLO DEL MODELO	143
4.1.	METODOLOGÍA	143
4.2.	OBJETO DE ESTUDIO.....	147
4.2.1.	FUENTES DE INFORMACIÓN.....	147
4.2.2.	POBLACIÓN	149
4.3.	MUESTRA.....	153
4.3.1.	VARIABLE DE SALIDA.....	154
4.3.2.	VARIABLES INTERNAS	155
4.3.3.	VARIABLES DE LOCALIZACIÓN	170
4.4.	ÍNDICES ESTIMADOS	195
4.5.	OBTENCIÓN DEL MODELO RNA DE ESTIMACIÓN DE PRECIOS DE LA VIVIENDA.....	200

4.6. ESTUDIO DEL IMPACTO DE LAS VARIABLES DE LOCALIZACIÓN.....	206
4.7. RESULTADOS.....	207
4.7.1. RESULTADOS DE PREDICIÓN	207
4.7.2. RESULTADOS DE VARIABLES DE LOCALIZACIÓN.....	209
5. CONCLUSIONES	218
5.1. APORTACIONES	220
5.2. LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	221
5.3. PUBLICACIONES	222
6. REFERENCIAS	223

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

2.1.2.2. La teoría de la renta según los clásicos.

Fig.01	Renta de ubicación y distancia al mercado	38
Fig.02	Renta de ubicación ante cambios en los costes de transporte	39
Fig.03	Recta de renta-distancia para dos tipos de cultivo	40
Fig.04	Localización de diferentes cultivos o actividades agrícolas	41
Fig.05	El modelo círculos concéntricos para las actividades agrícolas	41

2.3.1. Modelos tradicionales.

Fig.06	Vista aérea nocturna de Santa Cruz de la Sierra (Bolivia).....	61
---------------	--	----

2.3.1.1. Modelos Monocéntricos.

Fig.07	Zonas Concéntricas De Burgess	62
Fig.08	Elección del consumidor en función de la localización.....	63

2.3.1.4. El modelo de los sectores radiantes.

Fig.09	Sectores radiales de la estructura urbana de la ciudad de Chicago....	66
Fig.10	Vista aérea nocturna de la ciudad de Buenos Aires.....	67

2.3.1.5. Modelos Multicéntricos.

Fig.11	Modelo Multicéntrico de ciudad	68
Fig.12	Vista aérea nocturna de la ciudad de Brasilia	69

2.3.4. Modelos basados en técnicas de soft computing.

Fig.13	Neurona de McCulloch & Pitts (1943)	76
---------------	---	----

Tab.1	Estudios de estimación de precios del mercado inmobiliario mediante RNA.....	78
Tab.2	Estudios en España de estimación de precios del mercado inmobiliario mediante RNA	78
Fig.14	Esquemas de red monocapa	80
Fig.15	Perceptrón Multicapa con una capa oculta,.....	82
Fig.16	Red neuronal recurrente	83
Fig.17	Distintos modelos de RNA	84
3.	LA CIUDAD DE VALENCIA. HISTORIA, CRECIMIENTO Y PRECIOS DE LA VIVIENDA.	
3.1.	Introducción Histórica.	
Fig.18	Isla fluvial según Nicolau Primitiu donde se asentó Valencia	90
Fig.19	Situación en el mapa de la Valencia Romana	91
Fig.20	Valentia romana	92
Fig.21	Valencia en 1238	93
Fig.22	Perímetro de la ciudad musulmana	94
Fig.23	Ubicaciones en la ciudad cristiana.....	96
Fig.24	Valencia en 1608	97
Tab.3	Conventos construidos en la Valencia Conventual	98
Fig.25	Mapa de Valencia del Padre Tosca. 1704.....	99
Fig.26	Valencia en 1858	102
Fig.27	Plano de Valencia 1899	103
Fig.28	Plano General de Valencia 1925	104
3.2.	Desarrollo Urbano de la Ciudad.	
Fig.29	Plan General de Ordenación Urbana de Valencia. Año 1946.....	108
Fig.30	Crecimiento de Valencia desde finales del siglo XIX hasta los años 70	109
Fig.31	Evolución de la población en la ciudad de Valencia.....	111
Fig.32	Distribución geográfica de la población en la ciudad de Valencia 1970.....	113

Fig.33	Antiguo cauce del río Turia visto en el Plan de 1966 y en la actualidad	114
Fig.34	Plan General de Valencia de 1966	115
Fig.35	Plano de áreas con planeamiento revisado mediante planes especiales de reforma interior.....	117
Fig.36	Plan General de Valencia de 1988	121
Fig.37	Maqueta del Plan General de 1988	122
Fig.38	Zonas de expansión residencial en el Plan de 1988	123
	Tab.4 Distribución de las viviendas construidas por distritos, 1993 / 09...	124
Fig.39	Distribución de las viviendas construidas por distritos, periodo 1993-2009, en porcentaje sobre el total	125
Fig.40	Proyecto de futuro desarrollo residencial hacia el mar.....	125
Fig.41	Variación de la población por distrito.1970-1981	126
Fig.42	Variación de la población por distrito.1981-1991	127
Fig.43	Variación de la población por distrito.1991-2001	127
Fig.44	Variación de la población por distrito.2001-2011	127
Fig.45	Evolución de la población en los distritos de la ciudad de Valencia ..	128

3.3. Evolución de los precios de la vivienda en Valencia capital.

	Tab.5 El precio medio de la vivienda en los barrios de la ciudad de Valencia, euros/ m ²	130
Fig.46	Ajuste de precios en distintos barrios de la ciudad periodo 2008/14 .	133
	Tab.6 Distinta variación en los precios de la vivienda, euros/m ² .	134
	Tab.7 Posición de los barrios de la ciudad de Valencia en función del precio de la vivienda por m ² , variaciones 2008-2014.....	135
Fig.47	Desviaciones en los precios de la vivienda de los barrios por distrito, euros/ m ²	136
Fig.48	Cambios en las posiciones de los distintos barrios en función del precio por m ² de la vivienda, periodo 2008-2014	138
Fig.49	Mapa de curvas de nivel. Precios de la vivienda por m ² en la ciudad de Valencia.	139

Fig.50	Mapa de superficies. Precios de la vivienda por m ² en la ciudad de Valencia.....	140
4.	DESARROLLO DEL MODELO.	
4.1.	Metodología	
Fig.51	Obtención de un modelo de RNA para estimar precios de vivienda.	145
4.2.1.	Fuentes de Información.	
	<i>Tab.8</i> Datos recogidos sobre características internas de la vivienda	148
	<i>Tab.9</i> Datos recogidos sobre características externas de la vivienda.	149
4.2.2.	Población.	
	<i>Tab.10</i> Viviendas según tipo. Distrito. 2011	150
	<i>Tab.11</i> Edificios destinados principalmente a vivienda familiar según n ^o de plantas sobre la rasante y el año de construcción. 2011.....	151
Fig.52	N ^o y distribución de viviendas en la ciudad de Valencia en base a distintos criterios	152
4.3.	Muestra	
Fig.53	Mapa de distritos con la distribución de muestras.....	153
4.3.1.	Variable de salida	
Fig.54	Distribución de frecuencias del precio total	155
	<i>Tab.12</i> Estadísticos descriptivos de tendencia central.....	155
4.3.2.	Variables internas	
Fig.55	Tamaño de la muestra de vivienda en porcentaje.....	156
	<i>Tab.13</i> Tamaños de vivienda en base a sus m ²	156
	<i>Tab.14</i> Descriptivos de tendencia central para la superficie	156
	<i>Tab.15</i> Valores asignados por antigüedad y distribución.....	157
Fig.56	Antigüedad de la muestra de vivienda en porcentaje.....	157
	<i>Tab.16</i> Descriptivos de tendencia central para la antigüedad	158
	<i>Tab.17</i> Estado de conservación. Distribución en porcentaje	158

Fig.57	Estado de conservación de la muestra de vivienda en porcentaje	158
	Tab.18 Descriptivos de tendencia central para el estado de conservación	159
	Tab.19 N° de habitaciones. Distribución en porcentaje.....	159
Fig.58	N° de habitaciones por vivienda de la muestra en porcentaje	160
	Tab.20 Descriptivos de tendencia central para el n° de habitaciones.....	160
	Tab.21 Altura de la vivienda. Distribución en porcentaje	160
Fig.59	Altura de la vivienda en porcentaje.....	161
	Tab.22 Descriptivos de tendencia central para el n° de habitaciones.....	161
	Tab.23 Ático. Distribución en porcentaje	162
Fig.60	Ático en porcentaje	162
	Tab.24 N° de baños. Distribución en porcentaje	162
Fig.61	N° de baños en porcentaje.....	163
	Tab.25 Descriptivos de tendencia central para el n° de habitaciones.....	163
	Tab.26 Ascensor. Distribución en porcentaje	164
Fig.62	Ascensor en porcentaje	164
	Tab.27 Gas natural. Distribución de frecuencias.....	165
Fig.63	Gas natural en porcentaje.....	165
	Tab.28 Calefacción. Distribución de frecuencias.....	165
Fig.64	Calefacción en porcentaje	165
	Tab.29 Aire acondicionado. Distribución de frecuencias.....	166
Fig.65	Aire Acondicionado en porcentaje	166
	Tab.30 Otras instalaciones. Distribución de frecuencias.....	167
Fig.66	Otras instalaciones en porcentaje.....	167
	Tab.31 Inmuebles con jardín. Distribución de frecuencias.....	167
Fig.67	Inmuebles con jardín en porcentaje.....	168
	Tab.32 Inmuebles con piscina. Distribución de frecuencias.....	168
Fig.68	Inmuebles con piscina en porcentaje	168
	Tab.33 Inmuebles con pistas deportivas. Distribución de frecuencias.....	169
Fig.69	Inmuebles con pistas deportivas en porcentaje	169
	Tab.34 Inmuebles con parque infantil. Distribución de frecuencias.....	169
Fig.70	Inmuebles con parque infantil en porcentaje.....	169

Tab.35	Otras instalaciones de zona común. Distribución de frecuencias...	170
Fig.71	Otras instalaciones de zona común en porcentaje.....	170
4.3.3. Variables de Localización.		
Tab.36	Distancia al CBD. Distribución de frecuencias	171
Fig.72	Frecuencias de la distancia al CBD.....	172
Tab.37	Descriptivos de tendencia central de la distancia al CBD.....	172
Tab.38	Ejemplo de recogida de datos por tipo de parada.....	173
Tab.39	Distancia al metro/tranvía. Distribución de frecuencias	174
Fig.73	Frecuencias de la distancia al metro/tranvía	174
Tab.40	Descriptivos de tendencia central de la distancia al CBD.....	175
Tab.41	Grandes parques y jardines de Valencia.....	175
Fig.74	Antiguo cauce del río.....	176
Tab.42	Resultados de la encuesta sobre preferencia de zona verde.....	177
Tab.43	Distribuciones de frecuencias de distancias a zonas verdes.....	177
Fig.75	Frecuencias Distancia al Río	178
Fig.76	Frecuencias Distancia a grandes parques	178
Fig.77	Frecuencias Distancia a pequeños parques.....	175
Fig.78	Frecuencias de equipamientos docentes	180
Tab.44	Distribuciones de frecuencias de equipamientos docentes	180
Tab.45	Habitantes/médico y visitas/médico por barrio.....	181
Tab.46	Valor de intervalos de habitantes/médico y visitas/médico.....	182
Tab.47	Distribuciones de frecuencias de equipamientos deportivos	182
Fig.79	Frecuencias de equipamientos deportivos	183
Tab.48	Distribuciones de frecuencias de equipamientos culturales	183
Fig.80	Frecuencias de equipamientos culturales	184
Tab.49	Distribuciones de frecuencias de otros equipamientos.....	184
Fig.81	Frecuencias de otros equipamientos	185
Tab.50	Valoración del tráfico de la ciudad.....	185
Tab.51	Densidad de población de la ciudad de Valencia.....	186
Fig.82	Densidad de población por barrios	187
Fig.83	Plano de intensidad de tráfico de valencia 2010	188

Tab.52	Valor de cada nivel socio-económico	189
Tab.53	Distribución de frecuencias del nivel socio-económico	189
Tab.54	Descriptivos de tendencia central del nivel socio-económico	189
Tab.55	Indicadores de nivel socio-económico por barrios	190
Fig.84	Mapa Indicadores de nivel socio-económico por barrios	191
Fig.85	Frecuencias del nivel socio-económico	191
Tab.56	Valor de cada nivel de inmigración en el barrio	192
Tab.57	Distribución de frecuencias del nivel de inmigración	192
Fig.86	Frecuencias del nivel de inmigración.....	192
Tab.58	Inmigrantes por barrio.....	193
Fig.87	Porcentaje de población extranjera por barrio. 2010.....	194
Tab.59	Descriptivos de tendencia central del nivel socio-económico	194
4.4.	Índices estimados.	
Tab.60	Distribución de viviendas por tamaño y calidad en red 1ª y 2ª.	197
Tab.61	Distribución de viviendas por tamaño y calidad en la última red	198
4.5.	Obtención del modelo RNA de estimación de precios de la vivienda.	
Fig.88	RNA topología seleccionada para 7 variables de entrada	201
Tab.62	Topologías, algoritmos de formación y el aprendizaje de parámetros de la RNA con 7 variables.....	202
Fig.89	RNA topología seleccionada para 8 variables de entrada.	203
Tab.63	Topología, algoritmos de formación y el aprendizaje de parámetros de la RNA con 8 variables.....	203
Tab.64	Errores medios de predicción por tamaños.....	204
Fig.90	RNA topología seleccionada para 7 variables de entrada de viviendas de tamaño medio.	205
Tab.65	Estructura, algoritmo de entrenamiento y parámetros para RNA de viviendas de tamaño medio	205

4.6. Estudio del impacto de las variables de localización.

Tab.66 Valores para predecir el precio de diferentes valores de la variable Inmigrantes.....	206
---	-----

4.6.1. Resultados de predicción.

Fig.91 Resultado de predicción de la 1ª red para 7 variables	207
Fig.92 Resultado de predicción de la 2ª red para 8 variables	207
Fig.93 Resultado predicción RNA de viviendas pequeñas con la 2ª red	208
Fig.94 Resultado de predicción de la RNA de viviendas medianas con la red 2ª	208
Fig.95 Resultado de predicción de la RNA de viviendas grandes con la red 2ª	209
Fig.96 Resultado de predicción de la RNA de 7 variables para viviendas medianas con la 3ª red	209

4.7.2. Resultados de variables de localización.

Tab.67 Predicciones de precios para viviendas según el nivel de inmigración del barrio.....	210
Fig.97 Resultados de la distancia al centro de la ciudad	211
Fig.98 Resultados de la predicción 3ª red de la variable distancia a paradas metro/tranvía para viviendas medianas.....	212
Fig.99 Resultados de la predicción de las zonas verdes 1ª red.....	213
Fig.100 Resultados de la predicción de la variable (zonas verdes) teniendo en cuenta la calidad de la zona verde	213
Fig.101 Resultados de la predicción red 1ª de equipamientos del barrio	214
Fig.102 Resultados de la predicción de la 3ª red de la variable equipamientos del barrio.....	215
Fig.103 Resultados de predicción de la variable calidad de la urbanización..	215
Fig.104 Resultados de predicción de la variable nivel socio-económico	216
Fig.105 Resultados de predicción de la variable inmigrantes	217

1. INTRODUCCIÓN

1.1. MOTIVACIÓN

Mi formación en Ciencias Económicas y Empresariales y mi trayectoria como docente tienen una fuerte vinculación con esta tesis. De hecho, mi vida personal y profesional ha estado ligada a personas que, o bien trabajan en actividades del sector inmobiliario (promotores, constructores, arquitectos, aparejadores, tasadores, agentes de propiedad inmobiliaria, gerentes de inmobiliaria...), o bien son estudiosos de economía urbana, de sociología o de urbanismo.

Las asignaturas que imparto, o he impartido, en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura y en otras facultades, también tienen que ver con el objeto de esta investigación, desde Microeconomía, Marketing Inmobiliario, a Economía urbana o Viabilidad de promociones inmobiliarias. La microeconomía que estudia los precios, la utilidad que reporta el bien, las preferencias de los compradores, las restricciones presupuestarias del consumidor, la elección del consumidor, la demanda, la oferta..., es la teoría económica en la que se basa cualquier estudio de precios. Marketing inmobiliario o Viabilidad de promociones inmobiliarias son asignaturas en las que se realizan estudios de mercado sobre precios y características de la vivienda, de la demanda y de la oferta. Por último, la economía urbana donde estudiamos la morfología de la ciudad, los principios de accesibilidad, aglomeración, competitividad, jerarquía o interacción espacial, la renta del suelo o el desarrollo urbano, todos ellos temas tratados a lo largo de esta tesis. Como vemos, son todas ellas materias íntimamente ligadas a esta investigación.

A ello se une el hecho de plantearme realizar esta tesis en los años del final del boom inmobiliario y la escalada de precios de la vivienda, con un mercado muy dinámico en el que se realizaban multitud de tasaciones y el precio de la vivienda era tema de conversación en todos los círculos sociales y medios de comunicación. En este momento del tiempo se realizaron multitud de estudios científicos sobre precios, sobre burbuja inmobiliaria y temas relacionados con aspectos que afectaban al precio

de la vivienda. Comencé a leer sobre el tema y a interesarme por las diferencias de precios de la vivienda según su localización y entorno.

De otro lado, estuve investigando el modo en que metodológicamente se aplicaba la Inteligencia Artificial para la estimación de los precios de la vivienda con resultados mejores que los obtenidos con otros métodos econométricos como, por ejemplo, los modelos de precios hedónicos. Sin embargo, todos los artículos e investigaciones que leía planteaban estudios con redes neuronales cuyo objetivo era la estimación de precios o realizar análisis comparativos entre distintas metodologías. Mi interés como estudiosa de la economía urbana y por tanto de economías de localización, aglomeración, accesibilidad y urbanización, se centraba en comprobar en qué medida estos aspectos relativos a la localización afectaban al precio de la vivienda.

Mi objetivo se centró, no tanto en la estimación del precio sino en la utilización de la red neuronal para estimar precios con distintos valores de cada variable. Esto es, conocer los precios estimados por la red neuronal, cuando lo único que varía son los datos de una variable de localización. De tal manera que permita ver la influencia que tiene, por ejemplo, la distancia al centro de la ciudad, en el precio de la vivienda. Así, si el resto de variables permanecen con valores constantes y sólo varía la variable distancia al centro, el precio estimado para cada variación de esta variable, me proporcionará la influencia de dicha variable en el precio de la vivienda.

1.2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

El objetivo principal de esta investigación, tal y como vemos en su título, es analizar el impacto que tiene en el precio de la vivienda los aspectos relativos a la localización de la misma. Para conseguir realizar este análisis nos servimos de técnicas de Inteligencia Artificial, concretamente redes neuronales artificiales (RNA).

Además de este objetivo principal, también hemos querido alcanzar otros objetivos teóricos y metodológicos complementarios entre los que cabe señalar los siguientes:

1. Definición de unas variables de localización, de las que podamos obtener información y que resulten determinantes del precio de la vivienda.
2. Obtención de estadísticos descriptivos para cada característica de las viviendas con la finalidad de comprender y contextualizar el resultado del estudio metodológico.

3. Desarrollo de un modelo neuronal de precio de la vivienda teniendo en cuenta, no solo las características propias de la vivienda sino también distintos aspectos relativos a la localización.
4. Elaboración de índices para variables cualitativas y para agrupar variables cuantitativas con distintas características sin perder información para posibilitar la reducción de variables.
5. Desarrollo del recorrido del proceso de urbanización desde el origen de la ciudad, de los planes urbanísticos de la ciudad de Valencia y el cumplimiento de los mismos.
6. Estudio de la influencia en el precio de la vivienda, de aspectos relativos a la localización: Distancia al centro, cercanía a zonas verdes, nivel socio-económico del barrio, distancia al metro/tranvía, porcentaje de inmigración, calidad de la urbanización y equipamientos del barrio.
7. Comprobación de la eficiencia de redes neuronales para la predicción de precios de la vivienda

Las hipótesis que planteamos en esta investigación son las siguientes:

- A. La Inteligencia Artificial y en concreto las redes neuronales artificiales, son útiles para estimar el precio de la vivienda teniendo en cuenta los aspectos relativos a la localización.
- B. El impacto de la localización afecta al precio de la vivienda
- C. La distancia al centro incide inversamente en el precio de la vivienda. A mayor distancia menor precio.
- D. El nivel socioeconómico de la zona influye elevando el precio de la vivienda
- E. La inmigración con diferencias culturales tiene efectos negativos en el precio de la vivienda
- F. La cercanía a paradas de metro aumenta el precio de la vivienda
- G. La proximidad a zonas verdes incrementa el precio.
- H. Las dotaciones y equipamientos del barrio y la calidad urbanística inciden positivamente en el precio de la vivienda.

1.3. ESTRUCTURA DEL TRABAJO

La pretensión de este trabajo es analizar el impacto de la localización en el precio de la vivienda. Para realizar este análisis la metodología utilizada ha sido la Inteligencia Artificial, concretamente las redes neuronales artificiales. Este estudio se ha llevado a cabo en la ciudad de Valencia.

Esta tesis se divide en tres partes diferenciadas:

1. Los fundamentos teóricos
2. Historia, crecimiento y estudio de precios de la vivienda ciudad objeto de estudio (Valencia)
3. Desarrollo del modelo de precios mediante RNA

Lo primero en toda investigación es conocer la base teórica de la que se nutre la investigación y el estado del arte actual de esta temática tanto en el plano teórico como en el metodológico. Por esta razón, la primera parte de esta tesis se centra en los fundamentos teóricos en los que se basa la investigación.

Comienza con la teoría del valor y la renta del suelo. He querido remontarme a los orígenes de la teoría del valor para mostrar como los primeros pensadores, Aristóteles, San Agustín, San Alberto Magno, Santo Tomás de Aquino, los escolásticos o los italianos Davanzati, Montanari y Galiani ya trataban de determinar el valor de los bienes desde distintas perspectivas.

En los siglos XVIII y XIX la agricultura era la actividad económica básica y la principal fuente de ingresos por lo que la preocupación de los estudiosos pasó a ser la renta del suelo. Los clásicos se preocupan por la renta del suelo agrícola y será ya en el siglo XX cuando autores como Alonso (1964), Muth (1969) o Wingo (1972) entre otros, comiencen a tratar la renta del suelo urbano.

Al investigar sobre el precio de la vivienda se hacía necesario incluir los determinantes según diversos autores del valor de la vivienda distinguiendo sobre los estudios basados en características internas, accesibilidad y transporte, los estudios que incorporan el entorno y los equipamientos del barrio, los aspectos socio-económicos y otras externalidades como la polución, ruido, tráfico, etc.

Con relación a la metodología, se ha estudiado el precio de la vivienda utilizando distintos modelos econométricos, desde los tradicionales basados en la teoría económica y en hipótesis de compensación espacio/acceso que se centran precisamente en la localización residencial, a modelos dinámicos que tienen en cuenta el paso del tiempo, pasando por los tradicionales modelos hedónicos con el uso de regresiones simples y múltiples, hasta los modelos que nos ocupan, que no son otros que los basados en Técnicas de Soft Computing.

Una vez repasada la literatura, esta tesis se centra en el desarrollo del modelo. Sin embargo, al realizarse en la ciudad de Valencia, incorpora en la segunda parte, un pequeño estudio de la misma en el que se incluye el origen y crecimiento urbano

histórico de la ciudad, el planeamiento urbano desde el plan de 1946, pasando por el de 1966 y el de 1988, así como sus posteriores modificaciones y, por último, un pequeño estudio sobre población y precios de la vivienda, estudiando su evolución histórica y distribución espacial.

En la tercera parte y última parte se desarrolla el modelo. Comenzamos por centrarnos en el objeto de estudio, especificando las fuentes de información utilizadas y la población del estudio que es el censo de viviendas en la ciudad de Valencia. Posteriormente, se explica las variables tomadas en la muestra, el precio como variable de salida, las variables que recogen las características internas de la vivienda y las variables que recogen los aspectos relativos a la localización.

Con todo ello construimos el modelo con la red neuronal artificial para la estimación de los precios utilizando una arquitectura de multicapa con aprendizaje supervisado. Obtenemos la red válida y la utilizamos para determinar el impacto de las variables de localización en el precio de la vivienda.

Por último mostramos los resultados obtenidos, comprobamos la validación de las hipótesis y concluimos el estudio especificando las limitaciones que hemos tenido, las publicaciones en revistas y congresos sobre la investigación, así como las futuras líneas de investigación.

PARTE 1

ESTADO DEL ARTE

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

La base teórica en la que está basada cualquier investigación supone un apartado imprescindible en el relato de toda tesis. En este apartado se incluye la teoría del valor desde los primeros pensadores, incorpora la evolución del pensamiento en cuanto a la renta del suelo y se expone el paso a renta de suelo urbano. Así mismo, se recogen las características que determinan el valor de la vivienda, exponiendo los temas que la literatura trata a este respecto.

Otro aspecto a tener en cuenta es la evolución de la metodología aplicada al estudio de la materia. El último apartado de los fundamentos teóricos recoge los modelos utilizados en el análisis del valor de la vivienda, recogiendo los utilizados por otros autores y detallando más a fondo las técnicas utilizadas en esta tesis como son las Redes Neuronales artificiales.

2.1. TEORÍA DEL VALOR Y RENTA DEL SUELO

2.1.1. ORÍGENES DE LA TEORÍA DEL VALOR

El pensamiento económico surgió a partir de discusiones sobre moral y ética. Los primeros en tocar temas de economía fueron los filósofos y lo hicieron precisamente con los conceptos de valor y precio. Estos pensadores se preocupaban por temas cotidianos de entonces como el precio justo y la usura, entendida esta como cobro de intereses. Poco a poco, estas teorías fueron transformándose en una ciencia que daba respuesta a la relaciones de causa y efecto con independencia de los juicios morales (Cachanosky, 1994).

Los primeros pensadores ya distinguían entre valor de uso y valor de cambio. Son conceptos distintos que están íntimamente relacionados, lo que ha llevado a confusión desde la historia del pensamiento. Se define valor de uso de un bien como la satisfacción que su posesión reporta a una persona, mientras que valor de cambio sería la cantidad de otros bienes que se pueden obtener a cambio de él. Se identifica el concepto de valor con valor de uso y el concepto de precio con el valor de cambio.

A continuación pasamos a ver las teorías del valor y del precio desde Aristóteles hasta los economistas clásicos.

Como filósofo, **Aristóteles (384-322 a.C.)** se preocupa por temas de moral y ética y así su preocupación estaba centrada en determinar cuál era “el precio justo” de las cosas. Este pensador utilizaba la palabra “valor” de forma ambigua, y abordaba la idea de valor al determinar el “precio justo” de los bienes. Aunque no se centraba en el valor o el precio, sus reflexiones se basaban en el intercambio y en las formas de adquirir bienes.

En su *Ética a Nicómaco* es donde Aristóteles toca más detenidamente el tema de valor y precio, pero tratando de resolver un problema de criterios de justicia. Aseguraba que para que un intercambio fuera justo, el valor de los bienes a intercambiar debían ser iguales, sin aclarar como determinar el valor de cada bien. Entra en la paradoja del valor por la cual bienes muy útiles pueden tener poco valor de cambio y bienes poco útiles, un gran valor de cambio, como podemos ver en la siguiente cita¹:

(...)Y también lo más raro es mayor bien que lo abundante, como el oro y el hierro, aunque es más útil; pero su posesión es mayor bien porque es más difícil. De otra manera, es lo abundante mejor que lo raro, porque su utilidad excede, pues muchas veces excede a pocas, de donde se dice: "lo mejor es el agua"

San Agustín (345-430) también toca el tema del valor. Nos ofrece una visión subjetiva de las necesidades humanas, refiriéndose al verdadero valor de las cosas como valor de cambio y no como valor de uso.

"(...) cada cosa recibe un valor diferente proporcionado a su uso. Por esta razón, atribuimos más valor a algunos objetos insensibles que a otros sensibles. Tanto es así, que si de nosotros dependiera nos gustaría eliminar cosas vivientes del orden de la naturaleza, bien sea porque no sabemos qué lugar ocupan en el esquema de la naturaleza, o bien porque, si lo sabemos, las valoramos menos que a nuestra propia conveniencia. ¿Quién no prefiere tener pan en su casa en lugar de ratones, o dinero más que moscas? Pero, ¿por qué

¹ Sacado de Aristóteles (1971), “Retórica” Editado por Instituto de Estudios Políticos. Madrid.

sorprendemos cuando en el valor que se asigna a los hombres mismos, cuya naturaleza es ciertamente de suprema dignidad, un caballo resulta con mucha frecuencia más caro que un esclavo o una joya más preciosa que una sirvienta? Puesto que cada hombre tiene el poder de formar su mente como desee, hay poco acuerdo entre la elección de un hombre que tiene necesidad de un objeto y del que ansía su posesión solamente por placer”.

San Alberto Magno (1193-1280) estaba de acuerdo con Aristóteles en su doctrina del justo precio, aunque dio un paso más en la teoría del valor introduciendo el “justo término medio”. Tal y como dice San Alberto, *“siempre hay un justo término entre el beneficio y la pérdida y ese término medio se conserva cuando en un contrato voluntario la situación antecedente es equivalente a la consecuente, es decir antes y después del contrato”.*

Incluye además la necesidad como causa o motivo del intercambio y no el valor de uso o de cambio.

Santo Tomás de Aquino (1225-1274) trata los temas de valor y precio en dos de sus obras: “Comentarios a la Ética a Nicómaco” y “Suma Teológica”. En su época el lucro y el interés estaban condenados por la Iglesia Católica y Santo Tomás intentaba explicar que la búsqueda del lucro o el cobro de un interés no siempre es pecado y abordaba el tema a través del “precio justo”. Identificaba este con el coste y el trabajo invertido en la producción del bien y sostenía que había justicia en el intercambio cuando el trabajo y los costes de producción eran iguales. También apuntaba a la necesidad humana como la medida para comparar los valores de los bienes.

Los escolásticos también hicieron su aportación a la teoría del valor. *John Duns Scotto (1265-1308)*, al igual que Santo Tomás, afirmaba que la ganancia del comercio no es buena ni mala sino que dependía de la finalidad de su destino. También sostenía que el comerciante debía recibir una recompensa por su trabajo, por los costes y por el riesgo asumido. Según Raymond de Roover (1958), la diferencia entre Duns Scotto y Santo Tomás está en que el primero se basaba en los costes y el segundo en la utilidad. Duns Scotto funda su propia escuela en la que establece el precio justo en el coste de producción. Los principales seguidores de esta escuela son el escocés John Mayor (1469-1550) y el portugués Johannes Consobrinus (m. 1546) (De Roover, 1958).

Johannes Buridanus (1300-1358) pone su acento, por un lado en la necesidad y, por otro, en la escasez, como determinantes del valor pero no llega a unirlos formalmente, por lo que se acercó al concepto de marginalidad pero no logró precisarlo.

Otra aportación de los escolásticos es la de *San Bernadino de Siena (1380-1444)* el cual habla de dos tipos de valor: el natural y el de uso. El natural es un valor objetivo mientras que el valor de uso es subjetivo. Sostiene que el valor de uso se compone de tres factores: “*virtuositas*” refiriéndose a la cualidad intrínseca del bien, “*raritas*” cuando alude a su escasez y “*complacibilitas*” que sería la estimación común de un bien. También se refiere al precio justo en la siguiente cita:

“El precio justo es el que se adecua a la valuación del lugar, o sea, a lo que el objeto de una venta es comúnmente valorado en tal momento y lugar.

(...)El precio justo está determinado por la estimación hecha en común por todos los ciudadanos de una comunidad (æstimatio a communitatibus civilibus facta communitis)” (De Roover, 1958)

San Bernardino, como la mayoría de los escolásticos, estudiaba la formación de los precios para que los príncipes pudiesen fijar precios con más exactitud, pero estaba lejos de la defensa de la libertad de mercados. (Cachanosky, 1994).

Para *San Antonino de Florencia (1389-1459)* el valor de un bien tenía una triple consideración: sus cualidades intrínsecas, su escasez y el deseo que despierta en cada individuo. Como vemos utiliza los tres conceptos de San Bernardino pero comienza a introducir algún grado de flexibilidad pues propone que el “precio justo” pueda variar dentro de unos límites.

Algunos historiadores del pensamiento económico afirman que fue la escuela de Salamanca la que sentó las bases de las actuales teorías del valor y del precio. *Francisco de Vitoria (1483-1546)* fue el fundador de la Escuela de Salamanca y se centra en los costes y la determinación del precio, afirmando que los costes no deben tenerse en cuenta para la determinación del “precio justo”. Distingue entre bienes de primera necesidad y bienes de lujo y considera que para estos últimos, sí se debe tenerse en cuenta los costes para determinar su precio justo. Para los bienes de primera necesidad se debe tener en cuenta las necesidades de la gente o lo que llama la estimación común y aboga por el control de precios de estos bienes. Para este autor

habría, por tanto, dos tipos de precios, los precios libres determinados por los costes y los precios máximos determinados por la necesidad.

Martín de Azpilcueta (1493-1586) es un continuador de Santo Tomás y se centra en el concepto de ganancia moderada para la determinación del precio justo. Al igual que otros colegas escolásticos defiende el control de precios por parte del rey. Cuando establece qué es el precio justo nombra, en primer lugar la ley, en segundo las costumbres y por último al rey pero no hace mención al acuerdo voluntario de las partes.

De la escuela de Salamanca, que se oponen al mercado libre, podemos citar a *Tomás de Mercado (1500-1575)*. Este seguidor de Aristóteles y Santo Tomás defiende la propiedad privada pero con regulación estatal en el uso y disposición. Pone de manifiesto su desprecio por los mercaderes y su búsqueda de beneficios. Piensa que son los gobernantes los que deben fijar el precio justo teniendo en cuenta los costes, peligros y estado de la oferta y la demanda. Además que son las necesidades las que dan origen al valor de las cosas.

Luis de Molina (1535-1601) es el representante de la escuela de Salamanca que más detenidamente analizó el tema del precio justo. Distingue entre dos tipos de precios el legal y el natural. También divide el precio natural en dos grupos, el que comúnmente se vende y el que se vende por primera vez. Considera que existen varios factores que influyen en la determinación del precio natural de los bienes y así habla de la utilidad que reporta al hombre, la estima que sienta por el bien y la escasez de los bienes como factores determinantes del precio. Como el resto de los escolásticos no abandona la idea de que el mercado libre podría generar precios injustos.

Instrucción de mercaderes escrita en 1544 fue la obra más importante de *Luis Saravia de la Calle*. Este escolástico afirma que el precio justo surge de la abundancia o escasez de los bienes, de los mercaderes o del dinero y no de los costes del trabajo o del riesgo. Niega que los costes de producción jueguen un papel en la determinación del precio e insiste en que los factores que provocan que el precio varíe son la demanda, la utilidad y la escasez del mismo.

Quien deja claro que está en contra de la libertad de precios es *Domingo de Soto (1495-1546)*. Decía que había que aceptarla como un mal inevitable. Sostiene que los precios no se determinan sobre la base de su naturaleza sino sobre la base de las necesidades humanas. Es tan categórico como Saravia en el hecho de que los costes de producción no determinan el precio justo y admite que hay dos tipos de

precios el legal y el natural pero sostiene que el precio justo debe ser fundamentalmente legal.

Los escolásticos realizaron significativas contribuciones a la ciencia económica. No desarrollaron la teoría de la utilidad marginal pero ayudaron a su formación. Sus aportaciones fundamentales son que la necesidad es la base del valor y que la cantidad de vendedores y compradores ejerce un papel importante en la formación de los precios.

Una vez expuesto lo aportado por los escolásticos pasamos a los pensadores italianos y veremos los tres más relevantes, Davanzati, Montanari y Galiani. Sus aportaciones se centraban en el campo de la teoría monetaria y, por ello las teorías del valor y del precio sólo les importaba en la medida en que las necesitaban para desarrollar temas monetarios.

A **Bernardo Davanzati (1529-1606)** se le puede considerar como el fundador de la escuela italiana y su tema principal es el valor del dinero. Así, al explicar las causas que influyen sobre el valor del dinero se plantea el valor de las cosas. En su obra más importante "Lezione della Moneta" de 1594, deja la siguiente reflexión:

"¿Qué es más importante para la vida que el trigo? Y, sin embargo, diez mil granos de trigo se venden por un grano de oro. ¿Cómo puede ser, entonces, que cosas que por naturaleza son tan valiosas valgan tan poco en oro? ¿Y de acuerdo a qué principio es que una cosa vale mucho más que otra?"

Plantea la famosa paradoja del valor que trata de resolver pero no llega al centro del problema. Una diferencia importante entre Davanzati y los escolásticos es que este pensador pone el origen de la utilidad de un bien en el hombre y no en las cosas. Como vimos, los escolásticos prefieren hablar de la capacidad que tienen las cosas para satisfacer necesidades, por lo que dan a la teoría del valor un enfoque más objetivo, a pesar de estar hablando de utilidad.

Geminiano Montanari (1633-1687) al igual que Davanzati se centra en el tema monetario. Determina el valor de las cosas en función de su escasez pero determina que la abundancia o la escasez no dependen de la cantidad en términos absolutos sino que tiene relación con la necesidad, la estima y el deseo que el hombre tiene por esas cosas. Así afirma literalmente:

“(...) cambiar la estima que los hombres tienen por las cosas implica cambiar su precio: más alto si el deseo es mayor, más bajo si los bienes caen en desagrado”

Kauder (1965) afirma que de los tres italianos fue **Ferdinando Galiani (1728-1787)** quién realizó la contribución más avanzada de la teoría del valor. Define utilidad como *“(...) la aptitud que una cosa tiene de procurar felicidad”*, y realiza un esbozo de una teoría del valor basada en el binomio utilidad-escasez, aunque sin llegar a plantear explícitamente la utilidad marginal. También explica los efectos de la moda sobre el valor de las cosas.

En el siguiente capítulo comenzaremos con las aportaciones a la teoría del valor y el precio de los precursores de los clásicos y de los clásicos centrándonos ya en la renta del suelo.

2.1.2. LOS CLÁSICOS Y LA RENTA DEL SUELO

Los clásicos centraban su preocupación en la renta de la tierra, pues esta determinaba la riqueza de la sociedad de la época. Uno de los autores que se interesó por explicar el origen y la formación de la riqueza a partir de las rentas fue Sir William Petty en la Inglaterra de 1662. Casi un siglo después, en la primera mitad del siglo XVIII, esta preocupación por el tema de la renta de la tierra se traslada a Francia, donde autores como Cantillon, Quesnay y Turgot, comienzan a reflejar sus pensamientos en estudios que determinarán la economía política de esta época.

Como señala Farina (2006), el tema de la renta de la tierra ha sido controvertido desde sus inicios. Fue formulado por Adam Smith (1776), ampliado por David Ricardo (1817) y posteriormente abordado con mayor profundidad por Karl Marx (1894). También se deben tener en consideración los trabajos de Malthus (1815) y Anderson (1777).

2.1.2.1. LOS PRECURSORES DE LOS CLÁSICOS

Los precursores de la denominada Escuela Clásica o simplemente los Clásicos, son entre otros, Petty, Vauban y Cantillon. Todos ellos vivieron durante el reinado de Luis XVI en Francia entre 1643 y 1715, y sus teorías abarcan casi un siglo de la historia.

Estos autores desarrollaron sus teorías en la transición entre el mercantilismo y la fisiocracia. Los mercantilistas establecían sus teorías influenciados por los acontecimientos históricos de la época, como son el descubrimiento de América y las consecuencias económicas que tuvieron sobre España. Así planteaban que la riqueza de una nación proviene del atesoramiento de metales preciosos y del comercio exterior. Los fisiócratas, por el contrario se centran en el papel de la agricultura como única actividad capaz de generar riqueza.

Es importante contextualizar el período histórico en el que vivían estos pensadores en los que la actividad económica tenía un marcado peso en la economía de las naciones y donde los poseedores de la riqueza eran grandes terratenientes. Como indica Guigou (1982, p. 17) alrededor de un 85% de la población activa se dedicaba a actividades agrícolas, mientras que la industria tenía un carácter secundario y totalmente dependiente. En esta época, las depresiones económicas venían de la mano de las malas cosechas y de la actividad agrícola.

Otra característica de la época es la posición de los trabajadores y las tasas que recaen sobre la actividad agrícola. Existían cuatro tasas, o impuestos, que constituyen la renta del suelo destinada al rey, al señor, a la Iglesia (el diezmo) y al propietario. La renta del suelo, en esta época, supone la mayoría de los ingresos de la realeza y de su sistema social. De tal forma que los que trabajan la tierra están dominados por los propietarios del suelo que son los que perciben la renta, Guigou (1982, p.18).

La fiscalidad real en estos años aparece como sustituto del comercio exterior y la acumulación de metales preciosos (mercantilismo) y supone el medio de enriquecimiento para reyes y príncipes. Por esta razón, los primeros economistas, los precursores de los clásicos, proponen reformas de la fiscalidad. La renta del suelo va a ser estudiada, en este contexto, desde la óptica de la fiscalidad.

Además está el hecho de que muchos de los teóricos y pensadores de la época eran también responsables políticos lo que les ponía en la tesitura de mantener un poder absoluto para el estado en materia fiscal, política industrial, comercial y militar, Guigou (1982, p.19)

William Petty (1623-1687)

Algunos autores han considerado a William Petty como el primer autor que teorizó la renta del suelo. En su "Tratado sobre Impuestos y Contribuciones" desarrolló conceptos que posteriormente ampliarían otros economistas como Ricardo. Sir William

fue médico y economista británico, consejero de Cromwell y de Carlos II. Se proclamó defensor de la libertad comercial y fue uno de los primeros autores en afirmar que las fuentes del valor provenían de la tierra y del trabajo. Una importante aportación fue establecer el trabajo como unidad del valor. Se consideró el economista más importante de la época y estableció los principios de la Economía Clásica.

Las necesidades financieras de la corona inglesa se hacen patentes a finales del siglo XVII cuando se ha de financiar la guerra. El objetivo de Petty se centró en encontrar recursos para el Rey y pensó que la tasa o impuesto a aplicar debía ser “*el más cómodo, el más rápido y el menos sensible*”, tal y como desarrolla en su *Tratado sobre Impuestos y Contribuciones* publicado en el año 1662 donde recoge estas cuestiones que consideramos esenciales para el objetivo de nuestro trabajo:

1. El impuesto sobre la tierra como fuente de ingreso para el Estado.
2. La definición de la renta natural.
3. La utilización de la noción del concepto de tiempo de trabajo para determinar el valor monetario de la renta
4. La determinación de los precios del suelo.

Debido al interés de este trabajo nos centramos en analizar el concepto de renta natural y la determinación de los precios del suelo

Petty define la *renta natural* como el residuo de la producción sobre el consumo, que queda una vez que el agricultor ha explotado el suelo a partir de su cultivo. Es decir, la renta surge de un excedente de lo producido respecto a lo consumido (simientes, abonos,...), y lo producido se debe a la acción del hombre sobre el suelo fértil.

Se refiere a la renta de un “trozo de tierra” como la cantidad resultante del producto obtenido menos la semilla y todo lo que el productor haya consumido para él mismo y entregado a otros, a cambio de ropas y otros artículos de primera necesidad².

Esto supone una definición del origen del “excedente”, y también el origen del valor del mismo, porque el análisis lo completa Petty con la pregunta “¿Cuánto dinero vale este trigo o esta renta?”, y la responde diciendo: “*tanto dinero como el que otro*

² Petty (1662). *Economic Writings of William Petty*. Vol 2 pgs. 473-474. Edición utilizada: Sir William Petty, *The Economic Writings of Sir William Petty, together with The Observations upon Bills of Mortality, more probably by Captain John Graunt*, ed. Charles Henry Hull (Cambridge University Press, 1899), 2 vols. <http://oll.libertyfund.org/titles/1859>

hombre dedicado a producir dinero, puede ahorrar durante el mismo tiempo después de cubrir sus gastos de producción (Petty, 1662)”.

Petty es el primero que introduce en la literatura, el trabajo como una medida del intercambio. Habla del trabajo necesario para producir un bien y afirma que puede ser usado como medida que relacione el valor de los diferentes bienes a la hora de intercambiarlos.

Por otro lado, William Petty afirma que la renta monetaria sería el dinero que otro hombre por sí mismo pudiera conseguir durante el mismo periodo de tiempo, más sus gastos, si él se dedica por entero a la producción.

También afirma que el trabajo es la fuente y la verdadera medida del valor. Petty no habla del tiempo de trabajo como medida del valor como podemos ver en la siguiente cita:

“(…) el promedio de los alimentos que un hombre adulto consume en un día y no lo que trabaja en un día, es la medida del valor”

William Petty matiza la medida de la renta añadiendo: *“no importa que unos hombres coman más que otros, ya que, por alimento diario entendemos la centésima parte de lo que comen cien individuos de todas clases y tamaños para poder vivir, trabajar y multiplicarse”*³. Para Petty el único excedente reconocido era el que proporciona la tierra, algo natural pues todavía no había aparecido la industrialización.

Petty ya anticipa el concepto de renta diferencial de la tierra, que más tarde tratará y teorizará David Ricardo. Lo hace indicando la importancia de la distancia desde la producción a los mercados, incorporando el coste del transporte y por tanto, el precio diferencial de las tierras.

En resumen, Petty mantiene una concepción *naturalista* de la economía analizándola en base a las leyes de la naturaleza y al precio natural de los productos agrícolas. Define también, el concepto de renta monetaria. Basa su teoría en el trabajo y la tierra, e introduce el concepto de coste de transporte al centro comercial de la ciudad.

³ Verbum Sapienti ...Economic Writings Vol 1, pag. 181

Richard Cantillon (1680-1734)

Como muchos trabajos destacan, no existe mucha información sobre la vida de Richard Cantillon. Sí se sabe que es de origen irlandés y que realizó su carrera en Francia, después de haber trabajado varios años en España, durante la guerra de sucesión, como contable del Pagador General de los Ejércitos Ingleses. Cantillon fue banquero, economista y geógrafo. Al igual que Petty fue uno de los primeros pensadores en aportar una base científica a la economía política de la época. Como veremos cuando tratemos a los fisiócratas, algunas de sus teorías se adelantan a los pensamientos de estos.

La obra principal de Cantillon es "*Essai sur la nature du commerce en général*"⁴, obra póstuma aparecida en 1755. En esta obra afirma, al igual que lo hacía William Petty, que la tierra y el trabajo son las únicas fuentes de riqueza. La tierra es la fuente de la que emana la propia riqueza; mientras que el trabajo del hombre no es más que la forma de producirla. Cantillón define la riqueza como los alimentos, comodidades y amenidades de la vida, (Cantillon, 1755, p.21).

En su libro apunta que la tierra produce hierbas, raíces, semillas, lino, cáñamo, madera de varias especies, frutos, follaje, y minerales, y apuntala que es el trabajo del hombre lo que transforma todos estos elementos en riqueza (Cantillon, 1755, p.22).

En el Capítulo 10 es donde expone su teoría del valor. En él afirma que el precio de un bien, es la medida de la cantidad de tierra y de trabajo que entra en su producción, teniendo en cuenta lo que produce la tierra y la calidad del trabajo, (Cantillon, 1755, p.53). Es decir, la tierra y el trabajo definen el valor intrínseco de los bienes.

Otra aportación de Cantillon es la distinción que realiza entre el precio de una mercancía, que se compra y se vende en el mercado y su valor intrínseco, que depende de la cantidad de trabajo y tierra incorporados en la producción. También incorpora el concepto de escasez cuando habla de cantidades inferiores a la demandada por el mercado, y de cómo el precio de esta mercancía sube situándose por encima de su valor intrínseco. Y al contrario, si se oferta en el mercado mayor cantidad que las solicitadas, entonces el precio bajará situándose por debajo de su valor intrínseco, (Cantillon, 1755, p.54).

⁴ Parece ser que su *Essai* fue escrito en torno a 1730. Aunque su primera publicación fue en francés, 20 años después de su muerte, se cree que el manuscrito original, hoy perdido, fue realizado en inglés. Edición utilizada: *Essai sur la Nature du Commerce en General*, editado en inglés por Ludwig von Mises Institute. Auburn, Alabama 2010. ISBN: 978-1-61016-001-8. <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>.

Después de Cantillon, los economistas han adoptado casi siempre este análisis de los precios de mercado por referencia a un concepto abstracto que es el valor (Guigou 1982, p.58).

Cantillon también nos habla de la distribución de la renta de la tierra, en el capítulo II de su Essai titulado: *des societes d'hommes*. En este capítulo explica que da igual la manera en que se establezca y forme la sociedad pues, al final la propiedad de las tierras estará en manos de un pequeño grupo de personas que son los terratenientes que ostentarán la riqueza de la nación (Cantillon, 1755, p. 23). En su libro, también comenta que se establecen ciertas reglas respecto a la propiedad de la tierra, y que dichas reglas, terminan llevando a una situación donde unos pocos, detentan el poder y son aquellos que, una vez retribuidos los salarios, se quedan con el excedente de riqueza generado por ambos (tierra y trabajo). Este excedente irá a parar al propietario de las tierras, pero también a pagar impuestos como los de la Corona.

Para Cantillon, el papel de los propietarios de la tierra es un tema crucial, porque piensa que la riqueza proviene de la tierra y del trabajo incorporado en ella. Por esto argumenta que la adquisición de la propiedad se realiza a través de la violencia y la conquista.

Para Cantillon, al igual que la policía y la justicia, la propiedad garantiza la subsistencia y la prosperidad de las sociedades, los propietarios son los encargados de recoger el excedente agrícola y de asignarlo. La vida del resto de categorías sociales depende de los gastos realizados por los propietarios de la tierra. Al contrario que los fisiócratas, Cantillon no habla de renta, ni de ingreso neto. Para él, el ingreso de los propietarios es el excedente, teniendo en cuenta que una parte de éste excedente se destina para cubrir gastos del Estado. Lo que sí precisa Cantillon es la descomposición de la tierra en tres partes: 1/3 para los gastos de producción y salarios, 1/3 para el beneficio de la empresa agrícola y 1/3 para el excedente destinado al propietario del suelo.

En la visión de Cantillon, el ingreso o renta de los propietarios del suelo constituye la rama más importante dentro de la circulación del dinero. Los gastos que pueden realizar los propietarios del suelo con su renta proporcionan la fuente de vida del resto de categorías de la sociedad, salvo los trabajadores agrícolas. Estos perciben el salario de subsistencia. Por otro lado, los productores agrícolas perciben un beneficio que está en relación a los beneficios normales de la actividad.

Los Fisiócratas

Aparecen a mediados del siglo XVIII en Francia. Están considerados como los fundadores de la primera escuela de pensamiento económico. Se trata de un grupo de “filósofos-economistas” que basan sus teorías en las relaciones entre el hombre y la naturaleza. Las aportaciones más importantes las realizan entre 1756 y 1776. Son personas importantes de su tiempo y sus ideas influyen en la economía y literatura del momento.

El principal representante de esta escuela fue François Quesnay (1694-1774). Otros representantes de esta escuela han sido Turgot, el marqués de Mirabeau, Dupont de Nemours y Lemercier de la Rivière como más destacados. Como señala Guigou (1982, p.61), los fisiócratas constituyen un movimiento de pensamiento a favor del “gobierno de la naturaleza”.

Se podría decir que el “orden natural” marca la teoría de los fisiócratas. Buscan las leyes objetivas y les interesa conocer cuáles son esas leyes, pero no van a cuestionar su funcionamiento. Se centran en el problema de la plusvalía y del producto neto. Los fisiócratas surgen como teoría contrapuesta a los mercantilistas. No comparten la idea de estos de considerar la riqueza como acumulación de dinero en el país. Por el contrario piensan que la única fuente de riqueza es la naturaleza, por lo que establecen la tierra y la agricultura como esa única fuente de riqueza. Afirman que la agricultura es la única rama en que se crea el producto neto, (Borisov et al.,1965). El orden se establece en base a dos conceptos: la propiedad y la libertad. El aumento de la riqueza solo puede darse por la tierra, pues únicamente la tierra proporciona el producto neto. Como señala Ramos (2005, p.49-50), para la fisiocracia la agricultura era la única actividad productiva, pues lo consideran el único sector capaz de generar *producto neto*. Un excedente sobre el coste de producción que podía considerarse un “regalo de la Naturaleza”. Para los fisiócratas, la manufactura y el comercio tan solo transformaban y distribuían lo que proporcionaba la agricultura.

La doctrina esencial de la fisiocracia se puede encontrar en el Tableau économique (cuadro económico) que Quesnay⁵ elaboró en 1758. Schumpeter⁶ (1982 (1954)) en sus estudios sobre el pensamiento económico afirma que el Tableau économique es un escrito que se debe atribuir tanto a Quesnay como a Cantillon. Considera que Quesney lo modificó y lo perfeccionó en ediciones posteriores. El

⁵ Refleja sus ideas en dos artículos de la *Enciclopedia (Granja, 1756; Granos, 1757)* y en el *Tableau économique (1758)*, ensayo de una disciplina en la que fue pionero en sistematizar: la economía política.

⁶ El pensamiento económico queda recogido en su obra póstuma: *“Historia del análisis económico”*, cuya primera edición fue en 1954. La edición utilizada es de la editorial Ariel de 1982.

Tableau se puede considerar un modelo económico que analiza la circulación de la renta entre agricultores, propietarios y el resto de personas existentes en la sociedad.

François Quesnay (1694-1774)

Su formación médica marca el desarrollo de su trabajo, pues miró la economía como un sistema similar al cuerpo humano, prestando una atención especial a los aspectos circulatorios.

Se le considera el fundador de la Escuela Fisiócrata y su doctrina se ve reflejada en los artículos de la Enciclopedia: *Agricultores* en 1756 y *Granos* en 1758. En ellos expone sus ideas sobre las leyes económicas naturales.

Quesnay afirma que la Naturaleza es la única fuente de riqueza. Su trabajo más relevante es el *Tableau Économique* que fue publicado en 1758. En este trabajo expone los flujos monetarios, que según él se dan en la economía. Otras aportaciones de su obra son la relación que realiza entre las distintas clases económicas y la separación y relaciones monetarias que establece entre los diferentes sectores de la sociedad. También desarrolla el concepto de equilibrio económico, de gran importancia en posteriores teorías económicas. Otra aportación de esta enriquecedora obra es la distinción que realiza entre capital fijo y capital circulante.

Realizamos una breve explicación del *Tableau* siguiendo a Meek (1975). Para Quesnay, la actividad económica proviene de los intercambios realizados entre distintas clases sociales. Los propietarios de la tierra gastan su renta en productos de la clase productiva y en productos de la clase que Quesnay denomina “estéril”. Estéril para Quesnay son, por ejemplo, los comerciantes, que no crean nada, tan solo, distribuyen. También habla del intercambio de productos agrícolas y manufacturas entre la clase productiva y la clase estéril y estas transacciones son, según Quesnay las que mueven la economía del lugar.

El *Tableau Économique* representa el funcionamiento de la actividad económica y Quesnay lo analiza como flujo circular similar al flujo sanguíneo. El excedente generado por la clase productiva, es para él, la auténtica “sangre” de la economía, que luego circulaba por las distintas compra-ventas por el resto de las clases sociales, esto es, los propietarios, y la clase estéril de comerciantes y trabajadores manufactureros, (Ramos, 2009). Para los fisiócratas la renta generada en el sector agrícola es el único ingreso del cual se pueden pagar impuestos con los que financiar al Estado.

Los fisiócratas defienden que el producto neto, que constituye la renta, mantiene a todo el resto de la sociedad. Afirman que en primer lugar este producto es dado a los propietarios particulares del suelo y al propietario universal del territorio, que es el Estado. El producto neto aparece, según Quesnay, como un don gratuito de la naturaleza vuelto a poner en manos de los propietarios del suelo. Únicamente la tierra produce riqueza (Guigou 1982, p. 87).

Quesnay defiende la propiedad privada del suelo y la considera la condición esencial en el orden natural de los Estados. Piensa que si no hubiera propietarios, no se cultivarían las tierras. Esta idea también ha sido expresada por Cantillon y Mercier de la Rivière⁷.

El producto neto, en tanto que un excedente, puede ser valorado. Es el excedente del precio del trigo después de restar todos los gastos realizados para su cultivo. Como señala Ricardo (1817)⁸ en su trabajo *Principios de Economía Política y Tributación*, para los fisiócratas la renta de la tierra proviene de la productividad superior del trabajo agrícola en colaboración con las fuerzas de la naturaleza. El trabajo agrícola permite obtener un nivel de producción que supera la producción consumida por los trabajadores implicados en la obtención de la producción, es decir, en la actividad agrícola se produce un producto neto, o con otras palabras la naturaleza crea renta.

⁷ Citados en Guigou (1982, p. 87)

⁸ Se ha utilizado la versión del 2003 de la editorial Pirámide. Madrid

2.1.2.2. LA TEORÍA DE LA RENTA SEGÚN LOS CLÁSICOS

Adam Smith (1723-1790)

Adam Smith nació y vivió en Escocia, estudió en Glasgow y más tarde en Oxford donde se interesó por la filosofía.

Durante los siglos XVI y XVII, se produce un escenario marcado por el tránsito del Feudalismo a la aparición de los Estados. Entre el mercantilismo y la fisiocracia, se produjeron diversas teorías, que intentaban resolver cuestiones de interés y necesidades del momento. Los temas de mayor interés se centraban en la disminución de la pobreza, o en crear un orden entre las relaciones económicas, también en el establecimiento de normativas por parte de los gobiernos, o en el fomento y estímulo del crecimiento económico,

A lo largo de su vida Smith conoció a los economistas y filósofos franceses más ilustres de su época. Mantuvo un contacto importante con Quesnay y con sus discípulos. En su obra más conocida *An Inquiry into the Nature of the Wealth of Nations* publicada en 1776, Smith se separa del pensamiento fisiocrático que, tal y como hemos visto, consideran que la agricultura tiene la productividad principal en comparación con respecto a los otros trabajos, industrial, artesanal o comercial.

La teoría de Smith se centra en desarrollar una teoría del trabajo productivo en la línea de los planteamientos desarrollados por Cantillon y Petty. Smith parte del concepto de valor trabajo. Para él, la ganancia y la renta se deducen del valor creado por el trabajo. La teoría de la renta del suelo de Adam Smith es, sin lugar a dudas, la teoría más elaborada antes de la de Ricardo y Marx.

El pensamiento de Smith está claramente influenciado por el contexto histórico y económico de Gran Bretaña en su tiempo. Se anuncia la revolución industrial, que, a finales del siglo XVIII transformará completamente el paisaje económico de este país. Smith percibió este cambio y fue capaz de identificar el importante papel que la industria estaba jugando en la generación de empleo y riqueza. En aquellos tiempos, la división del trabajo está ya instaurada y le permite percibir la importancia del progreso técnico.

En el Libro I, capítulo VI de *La Riqueza de las Naciones*, se hace referencia a la existencia de renta al afirmar que el trabajador ha de pagar al terrateniente una parte de su trabajo (Smith, 1776)⁹:

⁹ Smith (2007). Libro I. Capítulo 6. *De las partes que componen el precio de las mercancías*. P. 89

“Tan pronto como la tierra de cualquier país se ha vuelto completamente una propiedad privada, los terratenientes, como todos los demás hombres, gustan de cosechar donde nunca se ha sembrado, y demandan una renta incluso por su producción natural. La madera del bosque, la hierba del campo, y todos los frutos naturales de la tierra, que cuando ésta era común costarán al trabajador sólo la molestia de recogerlos, pasan a tener, incluso para él, un precio adicional. Deberá pagar por el permiso para recogerlos, y deberá entregar al terrateniente una parte de lo que su trabajo recoge o produce. Esta parte o, lo que es lo mismo, el precio de esa parte, constituye la renta de la tierra, y es el tercer componente del precio (junto al salario y los beneficios) de la mayor parte de las mercancías”

El capítulo XI lo dedica de lleno al análisis de la renta de la tierra. Comienza definiendo la renta cuantitativamente, como «el máximo que un colono puede pagar por el uso de la tierra.» (Smith, 1.776)¹⁰

“Al establecer los términos del contrato, el terrateniente procura dejarle una fracción de la producción no mayor a la suficiente para mantener el capital que suministra las semillas, paga la mano de obra, y compra y conserva el ganado y demás instrumentos de labranza, junto a los beneficios corrientes en la región para el capital invertido en la agricultura (...). El propietario trata de reservarse toda aquella parte de la producción o, lo que es lo mismo, toda aquella parte de su precio que esté por encima de dicha fracción como la renta de su tierra, que es evidentemente la máxima que puede pagar el arrendatario en las condiciones vigentes de la tierra”.

Smith define el valor del producto como la suma de los salarios, ganancias y rentas, abriendo, de esta manera, el camino a aquellas teorías que relacionan el mayor valor de la producción agrícola a la necesidad de pagar rentas al propietario de la tierra.

¹⁰ Smith (2007). Libro I. Capítulo 11. *De la Renta de la tierra*, p. 210.

Smith explica la renta desde el punto de vista de la posición del propietario de la tierra, así la considera como renta por el monopolio de la propiedad del suelo. Considera que lo que se queda el propietario es el residuo entre el precio y los gastos y los beneficios y salarios de los productores. La renta entra a formar parte del precio pero considera que no podría existir esta, si el precio no cubriera el pago del salario y los beneficios de los productores.

Según Adam Smith, se puede hablar de dos tipos de tierras, las que pagan renta siempre y las que solo pagan renta en algunas ocasiones. El primer tipo es el suelo dedicado a la producción de productos alimentarios y el segundo tipo se usa para cubrir necesidades como el alojamiento u otros. En algunos momentos parece verse que llega a conclusiones como la renta absoluta en el mismo sentido que Karl Marx.

Smith también habla de la influencia de la localización en el nivel de renta, y en este aspecto, si coincide con Marx. La influencia de la localización la centra en el siguiente aspecto: cuanto más cerca se esté de las ciudades más bajo será el coste de transporte y ello permitirá la existencia de un excedente mayor que puede destinarse a la renta. Afirma que el desarrollo de las comunicaciones bajaría la renta por localización.

La renta de la tierra es observada por Smith desde una perspectiva distinta a la del pensamiento fisiocrático, pues, para estos últimos, la tierra y la riqueza agrícola aparecen como única categoría explicativa de la dinámica económica y de la riqueza. Sin embargo, también es necesario recordar, que en los planteamientos de Smith se encuentran importantes aspectos de la teoría fisiocrática que serán contradictorios con otros aspectos y conceptos fundamentales de su obra. Así en la Riqueza de las Naciones, Smith (1776, pp. 68) sostendrá:

“La renta de la tierra es obra de la naturaleza, lo que queda después de deducir o reponer todo lo que puede considerarse obra del hombre (...). En la manufactura, la naturaleza no hace nada; todo lo hace el hombre, y la reproducción, aquí, es siempre necesariamente, proporcional a la fuerza de los agentes que la llevan a cabo”.

Al igual que los fisiócratas, Smith ve en la naturaleza una capacidad especial de generar valor, capacidad que el trabajo humano no poseía. Aunque también es cierto que en capítulos posteriores, Smith considera la posibilidad de que el trabajo genere valor.

James Anderson (1739-1808)

Economista escocés con amplia experiencia como agricultor, desde muy joven se encargó de dirigir la granja familiar. A su vez, desarrolló una actividad científica bastante activa, dirigiendo una publicación mensual y realizando diversos escritos. Para Marx, James Anderson es el verdadero descubridor de la ley de la renta diferencial¹¹.

Anderson publica en 1777, un año después de la principal obra de Adam Smith, su libro titulado *Observations on the Means of Exciting a Spirit of National Industry*. En este trabajo formula las bases de la llamada “ley de la renta”. Expone su teoría de la renta, estudiando qué aspectos o elementos determinan la renta de los precios, llegando a la conclusión de que la renta de la tierra es, en primer término, un ingreso diferencial. Sostuvo que los suelos de diferente calidad dan distintos rendimientos; o bien, que los costes de producción son mayores en las tierras de menor calidad. Ante esta situación, el arrendatario que cultiva el suelo más fértil está en condiciones de ofrecer un mayor precio por la parcela en razón de la diferencia de coste o de rendimientos. Podemos verlo en la siguiente cita (1777, p.376)¹²:

“En cada país hay varias tierras, que están dotadas con diferentes grados de fertilidad; y debe pasar que el granjero quien cultiva las más fértiles de ellas pueda permitirse el lujo de traer su maíz al mercado a un mucho más bajo precio que otros que cultivan campos más pobres. Pero si el maíz que crece sobre esas manchas fecundas no es suficiente para abastecer al mercado solo, los precios serán, naturalmente, elevados en ese mercado; tan altos como para indemnizar a otros por los gastos de cultivo de las tierras más pobres. El granjero, sin embargo, quien cultiva las tierras más ricas podrá vender su maíz a la misma proporción en el mercado que quien ocupa las tierras más pobres; él quiere, por consiguiente, recibir por el maíz mucho más que su valor intrínseco. Muchas personas asimismo, están deseosas de obtener, la posesión de esas

¹¹ Marx (1867) *El Capital, Libro Tercero. Capítulo 37. El proceso global de la producción capitalista. La transformación de la plusganancia en renta de la tierra. Los réditos y sus fuentes.*

¹² Anderson, J. (1777): *Observations on the Means of Exciting a Spirit of National Industry chiefly intended to promote the agriculture, commerce, manufactures and fisheries of Scotland.* Edinburgh: T. Cadell-C.Elliot. Pasaje reproducido en: Pasinetti L.L. (1999): *Teoría económica y progreso técnico. Royal Economic Society Annual Conference.*

tierras fértiles, y estarán satisfechas con un cierto premio por un privilegio exclusivo para cultivarla; que será grande o pequeño según la mayor o menor fertilidad de la tierra. Es este premio que constituye lo que nosotros llamamos renta, un término médium by means para que el gasto de cultivar tierras de muy diferentes grados de fertilidad pueda ser reducido a una igualdad perfecta”.

Para Pasinetti (1999) este pasaje era, en parte, una crítica de Anderson hacia Smith, aunque éste no señalaba explícitamente que Smith estuviera en un error. Añadiendo que la notable contribución teórica de James Anderson fue, simplemente, perdida.

En la época en que vivió Anderson, a lo largo del siglo XVIII, un aspecto muy relevante para la economía del momento eran las leyes relativas a la producción y comercio de granos y su efecto sobre los precios y la riqueza. Sobre esta cuestión, se preocupará mucho Anderson y más tarde Ricardo, aunque los planteamientos de ambos diferirán.

Durante la primera mitad del siglo XVIII, hasta 1770, estuvieron vigentes las llamadas *leyes cerealistas*, que buscaban fomentar la exportación de estos productos. En particular, destaca, en este periodo, la vigencia de “primas” de exportación, que fomentaban el comercio exterior mediante la concesión de subsidios a las exportaciones. Desde el punto de vista del mercado, el período estuvo marcado por una fuerte tendencia a la baja de los precios de los productos agrícolas. A partir de 1770 se inicia un período distinto para la agricultura inglesa. Por una parte, las leyes cerealistas anteriores son derogadas, situación que se extenderá hasta, aproximadamente 1815. Durante estos años, a diferencia del periodo anterior, se vive una tendencia sistemática al alza de los productos agrícolas. Este comportamiento se extenderá hasta que se introducen nuevas leyes cerealistas. Estas leyes y el comportamiento de los precios de los cereales son aspectos básicos de la economía de la época y por tanto objeto de interés de los estudiosos. Desde la perspectiva de Anderson, la vigencia de leyes cerealistas en el período previo (primera mitad del siglo XVIII), habría contribuido a la disminución sistemática de los precios de los productos de la agricultura. Más tarde, la derogación de estas, contribuyeron a provocar el alza de precios de dichos productos en las décadas posteriores.

Anderson considera necesario el mantenimiento de las leyes cerealistas, basándose en que el auge exportador fomentaría el desarrollo simultáneo de la

agricultura, en un determinado territorio. El fomento agro-exportador, debería provocar un aumento sistemático de la productividad del sector agrícola y, de esta forma, fortalecer la tendencia a la disminución de sus precios. Como señala Marx¹³, Anderson era partidario, además de las primas de exportación, del establecimiento de aranceles a la importación. Citando a Marx, «Él pensaba que esa protección forzaría, de hecho, a cultivar las tierras inferiores, pero esas tierras inferiores se harían –por tendencia cuidadosa- en el futuro, tan productivas como las otras tierras (originalmente más fértiles). Era un fuerte creyente del progreso agrícola y los retornos infinitamente crecientes!», (Pasinetti, 1999).

David Ricardo (1772-1823)

La renta de la tierra es –para David Ricardo- aquella porción del producto de la tierra que se paga a los propietarios por el uso de los poderes originales e indestructibles de la tierra¹⁴

El modelo ricardiano fue plasmado en su obra: *Principios de Economía Política y Tributación*, publicada en 1817 y reeditada con modificaciones en 1819 y 1821.



La renta para Ricardo, aparece con la diferencia de fertilidad entre distintas tierras. Establece como precondition, que las parcelas más ricas son escasas y que existen derechos de propiedad sobre la tierra. Según Ricardo, Adam Smith confunde renta con alquiler. La renta para David Ricardo es “*aquella parte del producto de la tierra que se paga al terrateniente por el uso de las energías originarias e indestructibles del suelo*”.

David Ricardo, representó a Portarlington en el parlamento británico. Desde su escaño peleó su teoría de la renta y defendió poner fin a la limitación para importar alimentos. Esta postura ideológica fue una de las principales diferencias entre Anderson y Ricardo. El primero defendía el derecho de cobrar una renta a quienes ostentaban la propiedad de la tierra y Ricardo quería abaratar los granos para así bajar el nivel de renta. (Marx 1974, p. 409)

Ricardo se va a apoyar en las sucesivas utilizaciones del suelo que va de las parcelas más fértiles a las menos fértiles (Farina 2006). De este modo, la primera

¹³ MARX, K. (1980). *Teorías sobre la Plusvalía. Tomo I y II. En MARX, K. y F. ENGELS (1980): Obras Fundamentales. Volúmenes 12 y 13*, Editorial Fondo de Cultura Económica, FCE, México. Primera edición en español, 1980.

¹⁴ David Ricardo: *On the Principles of Political Economy and Taxation*, citado por P.Sraffa y M. Dobb, 1970, Cambridge University Press, cap.2 p.67.

tierra utilizada es la tierra fértil que es abundante y por lo tanto no hay renta. Es decir, si toda la tierra tuviera las mismas propiedades y su cantidad fuera ilimitada no habría renta y todo el producto pertenecería al agricultor. Con el tiempo aumenta la población, se necesitan más alimentos y es entonces cuando se utiliza las parcelas de segundo orden en fertilidad. Es entonces cuando aparece la renta. La cantidad de renta dependerá de la diferencia de fertilidad entre los dos tipos de terrenos (Farina, 2006).

La unidad de producto de la tierra menos fértil tiene mayor valor que el de las más fértiles pero su precio es igual, pues el valor de cambio (precio para Ricardo) en todos los casos lo va a determinar el último suelo que entre en producción. De esta manera, cuando existe renta, los precios relativos de los bienes primarios son mayores con respecto a los otros bienes. Pero a diferencia de lo que diría Smith no es la existencia de la renta la que encarece el cereal, sino a la inversa. Es decir, como el cereal se encarece se puede pagar una renta al propietario de la tierra. La renta aparece porque en el último terreno se usa más trabajo (Farina, 2006).

Ricardo afirma que la renta del suelo agrícola no proviene de la productividad especial de la agricultura, sino que, por el contrario, proviene del deterioro de las condiciones bajo las cuales se aplica el trabajo, o se transfiere la producción de las tierras superiores (es decir, las de mayor fertilidad) a las tierras peores (o las de inferior fertilidad). Según su teoría el valor del grano está determinado por la cantidad de trabajo necesario para obtener una unidad de producto en las tierras de peor calidad. En este sentido, la renta de Ricardo es una *renta diferencial* pues proviene del hecho de que distintas tierras tienen distintos requerimientos de trabajo para producir una unidad de output. Estas diferencias pueden provenir, básicamente, de dos circunstancias, una de la distinta fertilidad o productividad de unas tierras frente a otras (renta de fertilidad), y otra de las diferentes distancias al centro de las tierras (renta de distancia) (Guigou, 1982).

La teoría de la renta está unida a la teoría del valor, puesto que se ha considerado que la renta de un suelo es la diferencia entre la cantidad de trabajo necesaria para obtener una unidad de output en la tierra menos fértil y la cantidad de trabajo necesario para obtener esa unidad en la parcela considerada. Es decir, los suelos que perciben renta son aquellos cuyo coste en términos de valor trabajo es menor que el de la tierra menos fértil y dicho diferencial constituye una renta que se apropia el propietario del suelo. Según los planteamientos de Ricardo, los terratenientes reciben una renta, porque el valor del grano o del output en cuestión (medido en valor trabajo) es inferior al socialmente necesario o valor de mercado

(medido por el valor trabajo en las tierras marginales o de menor productividad) y no porque el precio del grano exceda su valor.

Bajo su planteamiento, Ricardo refuta la supuesta conexión entre monopolio de la tierra y renta. Esta última solo es un plus agregado al valor del producto. Los terratenientes reciben una renta, no porque el precio del grano excede su valor (valor trabajo), sino porque el valor del grano en cuestión está por debajo del socialmente necesario o valor de mercado. Esto se debe a que la cantidad necesaria de trabajo para obtener una unidad de producto en la última tierra utilizada, la de peor calidad, es mayor que dicho valor en otras tierras más productivas. Bajo este planteamiento, el valor del grano está regulado por la cantidad de trabajo aplicado para su producción en la tierra de peor calidad, es decir, en aquella que no paga renta. De estos planteamientos se deduce que el grano no es caro porque se paga una renta, sino que se paga renta porque el grano es caro.

Esta conclusión de Ricardo ha sido de gran trascendencia, si pensamos en entornos urbanos, su teoría nos dirá que el suelo urbano es caro porque tiene gran capacidad para generar renta. Estará relacionado con la posibilidad de generar riqueza a partir de los ingresos derivados de la promoción o explotación de los diversos inmuebles urbanos que en dicho suelo se puedan construir.

Siguiendo con los planteamientos de Ricardo, la renta no entra en el valor del producto que está determinado por la cantidad de trabajo o capital aplicado a la tierra de peor calidad. En las tierras marginales, solo se obtienen unos ingresos que dan para retribuir a los trabajadores y la tasa promedio de ganancia sobre el capital. No se genera suficiente extra para poder retribuir renta al terrateniente.

En diversos casos, (Emmanuel, 1969), (Marx, 1974 (1905)) se ha señalado que Ricardo comete un error al considerar que las tierras marginales, o la de peor calidad no generan rentas. Esto solo puede sostenerlo porque supone que las tierras de peor calidad están disponibles para quienes quieran trabajarlas, ignorando la existencia de la propiedad privada de la tierra.

A modo de resumen, podemos destacar tres ideas claves de la teoría ricardiana de la renta (Guigou, 1982 p. 175):

1. La renta de la tierra es una renta diferencial, igual a la diferencia entre el trabajo necesario en las tierras menos fértiles y el trabajo necesario para la producción en un determinado suelo.

2. Toda la renta diferencial va al propietario de la tierra.

3. No existe la renta absoluta, se considera que las tierras marginales no generan renta.

Ricardo concluirá con que los aumentos en la demanda y en la producción del bien conducen a aumentos en el precio del bien (en su caso grano). Esto es, a medida que aumenta la demanda de un producto, los agricultores ponen en uso nuevas tierras, que cada vez son de peor calidad; por eso, a medida que se van poniendo en cultivo nuevas tierras, la cantidad de trabajo para producir grano se eleva y por tanto el precio del grano. Este planteamiento hace que Ricardo tenga una visión particular de los efectos del progreso técnico. Para él, un aumento en la tecnología, o un progreso técnico, permitiría reducir la cantidad de trabajo necesario para obtener grano, provocando la posibilidad de que tierras que antes no eran rentables, es decir, que no generasen renta, ahora sí lo pudiesen hacer. Como al final, el precio del grano estaría en función de la diferencia entre el coste en las tierras más fértiles y en las tierras marginales, acabarían aumentando las rentas percibidas por los propietarios. Así pues, Ricardo no fue un defensor de la incorporación de progreso técnico en la agricultura, pues pensaba que acabaría aumentando las rentas de los propietarios. Por el contrario, y en consistencia con sus planteamientos, abogaba por una liberalización del comercio, lo que permitiría la obtención de grano más barato reduciendo los precios y la renta.

Para finalizar con Ricardo, hemos de señalar que a su teoría de la Renta le falta incorporar la Renta Absoluta, que veremos más tarde al introducir a Marx quién criticó esta falta a Ricardo y se dedicó a su estudio. Ricardo asume erróneamente que las tierras de peor calidad que son cultivadas no generan ninguna renta. Sin embargo, allí donde la tierra cultivable sea de propiedad privada y los arrendatarios (agricultores) y terratenientes (arrendadores) existan como clase separada, las tierras cultivadas de peor calidad es lógico pensar que deben generar (o soportar) alguna renta. Si no se pagara ningún precio por ellas el terrateniente no accedería a su uso (Guigou, 1982: pp. 194-195). Así pues, las tierras de gran calidad generan una renta diferencial que debe agregarse a la renta absoluta, que como ya hemos dicho se dedicará a estudiarla Marx.

J. Stuart Mill (1806-1873)

Para Cachanosky (1994), es el último de los clásicos. Su libro *Principles of Political Economy* se editó por primera vez en 1848 pero tuvo siete ediciones más, lo cual da una idea de la popularidad que alcanzó el libro. Realizó sus propias

aportaciones a la economía clásica, pero, sobre todo sistemizó y ordenó el pensamiento de Adam Smith y de David Ricardo.

Para los clásicos existían las leyes de producción y las leyes de distribución y las dos estaban gobernadas por un conjunto de leyes naturales que el hombre no inventaba sino que descubría. Según Mill, estas leyes naturales solo gobernaban la producción pero la distribución podía realizarse por leyes humanas producto de la creación del hombre (Cachanosky, 1994).

John Stuart Mill sigue los planteamientos de su padre, el escocés James Mill (1773-1836) que defiende el impuesto como medida para lograr que la renta diferencial sea útil para la sociedad. Propone que la renta incremental, que aumenta tan solo por el incremento de la población y/o del crecimiento de la actividad y sin ningún esfuerzo del propietario, se ponga a disposición del Estado a fin de que este, pueda contar con fondos que le permitan hacer partícipe del “crecimiento” a toda la población.

Stuart Mill concluye su análisis, diciendo:

“El progreso económico de una sociedad de terratenientes, capitalistas y trabajadores, tiende a enriquecer progresivamente a la clase terrateniente; mientras el costo de subsistencia del trabajador tiende a aumentar y las ganancias a bajar. La mejora en las técnicas agrícolas tiende a contrarrestar los dos últimos efectos; y al mismo tiempo favorece en alto grado al primero..., y el aumento de la población tiende a transferir toda la ganancia que se deriva de dicha mejora solamente a los terratenientes”.

Además, dice que “el interés por el bienestar común” puede constituirse en un móvil tan eficaz como el “principio del egoísmo” (del liberalismo clásico). En esa línea analiza la teoría de la distribución, proponiendo la “socialización” de la “renta futura del suelo” a través de impuestos inmobiliarios. Habla, entonces, de una tributación que alcance a los flujos de ingresos generados por la propiedad del suelo, pero rechaza la expropiación de la tierra.

Karl Marx (1818-1883)

Marx desarrolla su teoría de plusvalía partiendo de las ideas de los clásicos, aunque como veremos más adelante con diferencias sustanciales. Para Adam Smith los costes estaban compuestos por trabajo, capital y tierra, y según David Ricardo y

John Stuart Mill, la tierra no es un coste de producción y no da valor de cambio. Para ellos, lo que hace la renta de la tierra es igualar las tasas de ganancia de las distintas actividades. El terrateniente se queda con parte de las ganancias de los capitalistas. Marx introduce un cambio importante en este esquema. Para él lo único que genera valor es el trabajo y el capitalista, se apropia de una parte del valor de cambio que le pertenece al trabajador. Es decir, para Marx el capitalista desempeña el papel que el terrateniente desempeña para Ricardo y Mill: se queda con parte de la riqueza que no ha producido. (Cachanosky, 1994)

La renta, para Marx, es una parte de la plusvalía generada por los trabajadores asalariados que se apropian los terratenientes por ser los dueños de la tierra. La renta representa el excedente de la plusvalía sobre la ganancia media de la tierra en la agricultura. La renta es, en definitiva, para él “todo aquello que se le paga al terrateniente por explotar su tierra”, “Es como si el arrendatario tuviese un socio con quien, después de ingresar el dinero en su caja, se hallase obligado a repartir”. (Marx, Historia crítica de la teoría de la plusvalía. Tomo I, 1974: 59)

Marx analiza la renta del suelo en su libro “El Capital”. Publicó esta obra en 1867 aunque la segunda edición de la misma, corregida y aumentada, se publicó en 1873. Los dos libros publicados entre 1885 y 1894, fueron editados, a partir de los manuscritos de Marx, por su amigo y colaborador Friedrich Engels.

En el libro III, Tomo III de “El Capital”, considera la existencia de una renta diferencial y una renta absoluta. Por un lado está el hecho de que las tierras paguen diferente renta en función a sus diferentes fertilidades, es decir, de la diferencia entre su fertilidad y la de las tierras marginales o menos productivas. Estas últimas pagarán solo una renta absoluta, a diferencia del resto de tierras que pagarán la absoluta y la diferencial. En la teoría de Marx el concepto de renta diferencial coincide con los planteamientos expuestos por Ricardo y realiza las siguientes afirmaciones:

«Ricardo está en lo correcto en las siguientes observaciones: “La renta es siempre la diferencia entre el producto obtenido por el empleo de dos cantidades iguales de capital y trabajo (...)”»

La diferencia del planteamiento de Marx respecto a Ricardo es que este último consideraba que las productividades de las tierras en uso se mantendrían inalteradas, en su modelo, la productividad de la tierra marginal estaría siempre por debajo de la promedio. Por el contrario, Marx considera la posibilidad de que las productividades de la tierra aumenten, y la posibilidad de que las nuevas tierras que entran en cultivo lo

hagan con niveles de productividad incluso mayores a los de las tierras ya existentes. Así pues, en el caso de Ricardo, la renta siempre va en continuo aumento al hacerlo el volumen de tierra utilizada para el cultivo. Bajo los planteamientos de Marx la renta puede sufrir cualquier variación (Guigou, 1982: 209-216).

La renta aparece en el caso de que exista un diferencial entre el precio de producción social y el precio de producción de aquellos que tienen menos costes. Esta ganancia extraordinaria se genera gracias a un recurso natural monopolizable y por lo tanto la diferencia entre la ganancia extraordinaria y la normal será la renta pagada al terrateniente.

Pero además de la renta diferencial, existe una renta absoluta que se paga en todas las tierras, que se podría definir como la cantidad a pagar por el acceso al suelo exigido por el terrateniente independientemente de su productividad.

En su libro el Capital, Karl Marx refiere tres tipologías de renta en el modo de producción capitalista:

- ❖ *Renta monopolista.*- Surge porque es posible solicitar un precio monopolista, esto es, un precio que se determina por el anhelo de compra y la capacidad económica de los compradores y no por el coste de producción o por el valor del producto (Marx, El Capital libro III, p.729 2000). La posibilidad de solicitar un precio monopolista crea la oportunidad para el propietario del suelo de recibir una renta monopolista. Esta renta no es importante en la agricultura pero si en el suelo urbano.
- ❖ *Renta diferencial.*- Marx considera que un emplazamiento tiene una ventaja relativa frente a otro. Se inspira en Petty cuando dice estar de acuerdo con él en la importancia de la localización para determinar la renta. También comenta que “combinaciones diferentes de suelo, en diferentes emplazamientos, con distintas características, explotados en secuencias diferentes, con diferentes cantidades de capital, pueden crear varios modelos de renta diferencial” (El capital, libro III, 605-606, 625-635). También nos dice que “la situación de las fincas tiene, en lo que se refiere a la renta diferencial en los alquileres de las casas, la misma importancia que la fertilidad y la situación en cuanto a la renta agrícola” (El Capital tomo IV: Teorías de la plusvalía, vol. 1, p.521).
- ❖ *Renta absoluta.*- Se basa en el precio de monopolio que puede exigir el propietario sobre el arrendatario imponiendo un derecho sobre el uso de

su propiedad aun siendo “la última tierra” en términos de productividad. La diferencia entre la renta monopolista y absoluta está en que se considera que la primera actúa a nivel individual.

Los marginalistas como Leon Walras, Carl Menger o el propio Alfred Marshall, explican que los propietarios de la tierra reciben renta porque el factor productivo que posee es escaso y, en consecuencia, su productividad marginal aumenta proporcionalmente a medida que se incrementa la demanda. Por un lado, existe una oferta restringida de tierra, limitada a cierta extensión, lo que significa una oferta inelástica de la tierra; por otro lado, la demanda de tierra se va incrementando, lo cual hace aumentar la renta.

El servicio que prestan los dueños de la tierra recibe una remuneración que es la renta, la cual depende de la demanda que exista sobre la tierra.

Von Thünen (1783-1850)

El modelo de localización de las actividades agrícolas de Johann Heinrich von Thünen, publicado en 1826 con el título *Der isolierte Staat*, (El estado aislado) es el modelo a partir del cual se derivan, directa o indirectamente, todos los modelos que tratan la localización urbana de las actividades económicas basándose en el principio de accesibilidad. Von Thünen se cuestionó por qué diferentes parcelas de tierra con iguales características tenían diferentes usos, y llegó a la conclusión de que los diversos posibles usos del suelo agrícola situados alrededor de un mercado pujan por el uso o propiedad de ese suelo. Cada agricultor comparará el beneficio que se obtendrá en los distintos suelos, que dependerá de la productividad de los cultivos y de los costes de transporte. A partir de aquí, realizará una puja por cada suelo, estando dispuesto a pagar más por aquellos espacios que generen más excedente o residuo entre ingresos y costes. En un contexto de competencia perfecta¹⁵, el residuo será íntegramente captado por el propietario del suelo constituyendo el precio del suelo. El uso y la renta que alcance cada suelo será el que corresponda al cultivo o actividad que más esté dispuesta a pagar por él, es decir que el precio de suelo será el valor más elevado que se alcance en la puja.

Siguiendo a Camagni (2005, pp.54-55) el modelo de von Thünen se fundamenta sobre las siguientes hipótesis simplificadoras:

¹⁵ La competencia perfecta hace referencia a un modelo teórico sobre el mercado que supone libre movilidad de capitales y factores, información perfecta... bajo las condiciones de competencia perfecta cualquier beneficio extraordinario quedará anulado pues algún competidor estaría dispuesto a ofrecer el producto por un margen de beneficio menor.

- a) El espacio es una llanura homogénea con la misma fertilidad del suelo y las mismas infraestructuras de transporte en todas las direcciones.
- b) Existe un único centro que sirve de mercado para todos los productos, hacia el cual todos los productos son transportados.
- c) Se dispone de todos los factores de producción y de todos los inputs necesarios para cultivar la tierra, por tanto no requieren ser transportados.
- d) Existe una función de producción específica para cada producto agrícola, con coeficientes fijos y rendimientos de escala constantes, esto implica que en el espacio, la cantidad de producto (x) que se puede obtener en cada unidad de tierra y el coste unitario de producción (c) son fijos.
- e) El precio de cada producto (p) está definido fuera en un mercado mayor al estudiado.
- f) El coste de transporte unitario (t) es constante, por tanto, el coste total de transporte varía con el volumen de producción y con la distancia (d) de forma lineal. Este coste puede variar de un bien a otro.
- g) Por último, existe una demanda ilimitada de los productos.

Así pues, partimos de un espacio isotrópico, por ejemplo una planicie uniformemente fértil, en cuyo centro se ubica una población de tamaño “grande”. Más allá del espacio fértil se extiende un desierto que incomunica el poblado del resto del mundo. El único mercado que existe (centro) compra toda la producción agrícola de la región que se transporta por el camino más corto.

Von Thünen consideró como variable únicamente la distancia desde la granja hasta el pueblo central de comercio. La actividad agrícola requiere grandes cantidades de superficie, y no se puede concentrar como la producción industrial cerca del mercado; es necesario que muchos cultivos se sitúen a distancias más o menos alejadas de éste. Por ello, los productos agrícolas se transportarán desde diferentes distancias, lo que supone un mayor coste para aquellos que se cultiven más alejados del mercado.

Los costes de transporte influyen en el beneficio y por tanto en lo que están dispuestos a pujar los agricultores por los suelos agrícolas en diferentes localizaciones. El agricultor comparará los ingresos y los costes de transporte a diferentes distancias. El suelo cultivado más próximo al mercado tendrá un ahorro en

costes, este hecho dispondrá a los agricultores a pagar más por estos suelos que por aquellos que se encuentren más alejados.

En cuanto a la conducta de los productores, en el modelo se considera que todas las personas se comportan de manera semejante en términos económicos: tienen las mismas necesidades, producen por igual, tienen las mismas habilidades y además poseen un conocimiento total del espacio. Los individuos orientan su conducta al logro del máximo rendimiento. La renta por unidad de superficie (r) asume un carácter residual, es el residuo que se le puede pagar al propietario del suelo después de haber restado el ingreso total de todos los costes, incluyendo el beneficio normal y los costes de transporte. En este modelo la renta nace del ahorro en los costes de transporte que se deriva de una localización más próxima (Camagni, 2005).

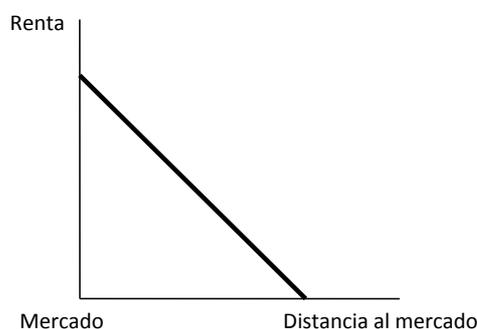
Así pues la máxima renta pagable por un productor es igual a:

$$R(d) = (p - c - td) x$$

Siendo: (p) precio; (c) coste; (t) tasa de embarque, (d) la distancia y (x) el volumen de producto obtenido por unidad de tierra.

En esta ecuación la renta depende de un solo factor que puede variar, la distancia; para un mismo tipo de mercancía o bien, el resto de los parámetros permanecen constantes. La figura 1 representa la relación entre la renta de ubicación y la distancia al mercado para un tipo de mercancía, por lo tanto se consideran dados el rendimiento o la producción por unidad de tierra, el precio, el coste de producción, la tasa de embarque y la distancia.

Figura 1. Renta de ubicación y distancia al mercado



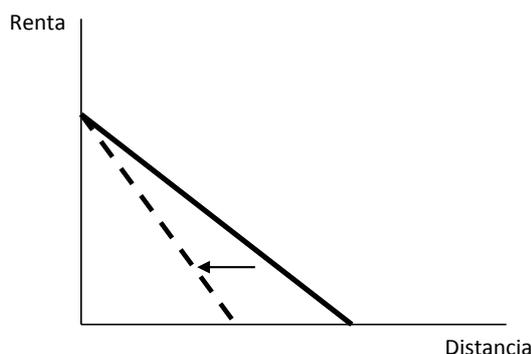
Fuente: Elaboración propia a partir de Von Thünen

La renta pagable u ofrecida para cada tipo de cultivo está representada por una recta con pendiente negativa igual a “ $-tx$ ”. En el caso de que la distancia sea 0,

máxima accesibilidad, el diferencial entre ingresos y costes será igual a $(p - c) x$, está será la máxima renta que pueda alcanzar el suelo, gráficamente nos indica el punto de corte con el eje de ordenadas en gráfica que muestra la figura 1. El punto con el eje de abscisas será aquél para el cual la renta será igual a 0, más allá de esta distancia no se genera renta para el suelo. El valor de la máxima distancia será igual a $(p - c)/t$.

Supongamos ahora que aumenta la tasa de embarque (o los costes de transporte), en este caso aumenta la pendiente de la recta, ver figura 2. Una alteración en alguna de las variables de las que depende la renta de ubicación excepto la distancia, desplazarán la recta. Los aumentos en el precio de la mercancía así como una disminución en los costes de producción desplazarán la recta paralelamente hacia la derecha, indicando que la renta para cada distancia aumenta.

Figura 2. Renta de ubicación ante cambios en los costes de transporte

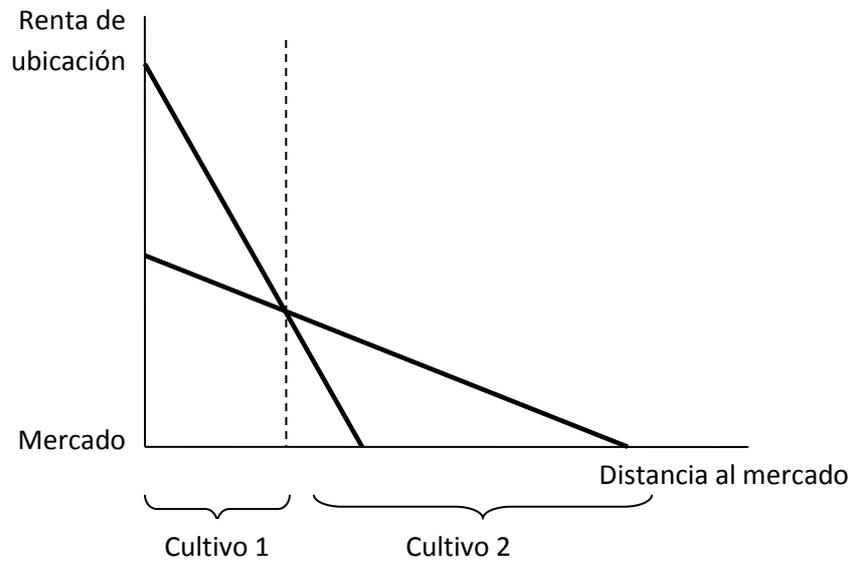


Fuente: Elaboración propia a partir de Von Thünen

La renta de ubicación, a cualquier distancia del mercado, depende de cuatro parámetros: rendimiento, precio, coste y tasas de embarque (costes de transporte). Estos parámetros diferirán para los diversos cultivos que se pueden producir, lo que implicará que para una región o espacio existan varias *rectas renta-distancia* con diferentes pendientes y posiciones. Los productos con rectas más alejadas del origen tendrán mayor tasa de beneficio (en el centro). Cuanto mayor sea la pendiente, mayores serán los costes de transporte a medida que nos alejemos del centro. Una mayor pendiente también nos indicaría que los ingresos o las ventas son muy sensibles a los espacios centrales, es decir, que los ingresos de la actividad disminuyen mucho a medida que nos alejamos del centro. En las figuras 3 y 4 se consideran varios cultivos.

El modelo se puede complicar con cuantos cultivos necesitemos y generará un esquema en el que los usos del suelo se sitúan concéntricamente alrededor del mercado.

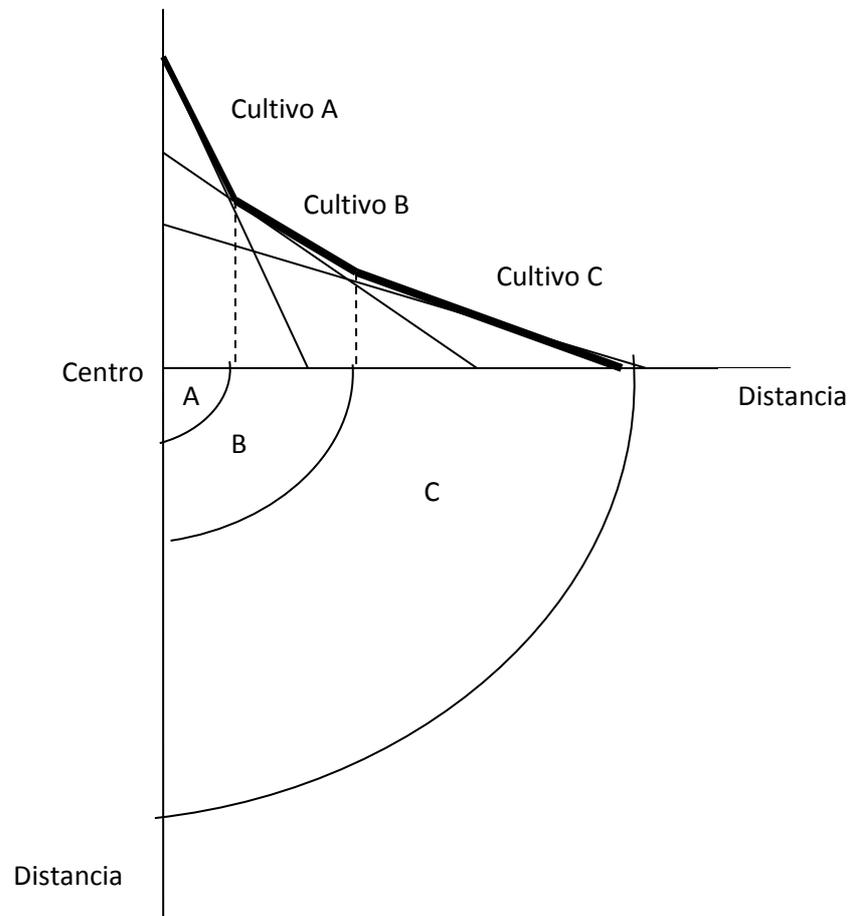
Figura 3. Recta de renta-distancia para dos tipos de cultivo



Fuente: Elaboración propia a partir de Von Thünen

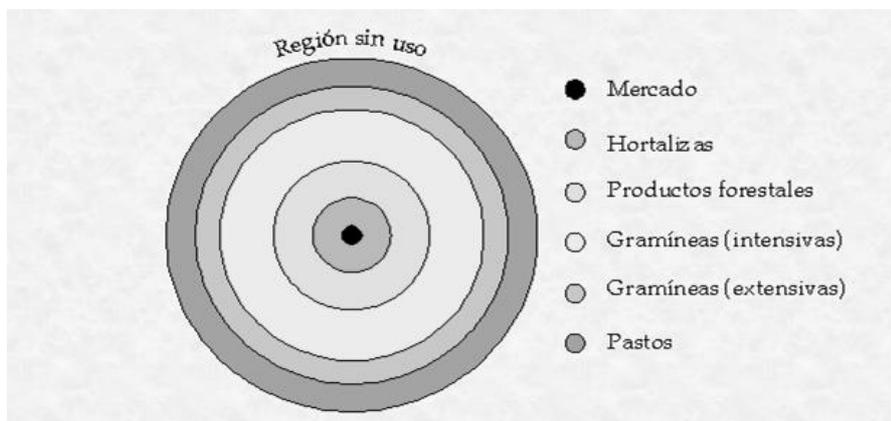
De este modelo se deriva que los usos de las franjas interiores serán más intensivos que los de las franjas exteriores. Esto permite que las granjas interiores tengan más mano de obra y puedan ser más pequeñas. Por el contrario, en las franjas exteriores, donde la renta de ubicación es menor, las granjas deben ser mayores para obtener rentas similares, a las del interior.

Figura 4. Localización de diferentes cultivos o actividades agrícolas



Fuente: Elaboración propia a partir de Camagni (2005)

Figura 5. El modelo de círculos concéntricos para las actividades agrícolas



Fuente: imagen sacada de www.encyclopedia.us.es

2.1.3. LA RENTA DEL SUELO URBANO

El modelo de Von Thünen ha tenido una relevancia muy importante en los estudios relativos a las pautas de localización de los agentes económicos en el espacio. Aunque Von Thünen desarrolló su modelo pensando en las actividades agrícolas otros autores, posteriormente, han extendido sus planteamientos a un conjunto más amplio de actividades que se desarrollan en los espacios urbanos, entre ellos destacan los trabajos de Alonso (1964), Mills (1972), Wingo (1961) y Muth (1969).

Alfred Marshall (1842-1924) dedica un capítulo de su obra publicada en 1890¹⁶ "Principle of Economics" al valor del suelo urbano, pero se centra en los usos del suelo destinados a generar beneficios, por ejemplo a actividades como comercio minorista o factorías. Enfatiza la importancia de la localización dentro de la ciudad y define como "valor de situación" a la suma de los valores monetarios de las ventajas de situación de una localización. De acuerdo con Marshall "el valor de una localización, establecimiento o lugar", es decir, el precio al que un lugar se vendería en un libre mercado, es igual al valor de situación más la renta agrícola. Los distintos usos ofrecen o pujan por el suelo, el uso que captura el suelo, es aquél en el que se anticipan más posibles beneficios.

Marshall también considera el tamaño de un espacio en relación con el peso de lo que se construye sobre él. Afirma que si la tierra es barata él (emprendedor) adquirirá bastante de ella. Si es cara comprará menos, o usará menos y construirá en alto. Concluye que la demanda de suelo por parte de la industria es en todos los aspectos paralela o similar a la de la agricultura. Es decir, en el suelo urbano como en el caso agrícola, los posibles usuarios del suelo realizan pujas por distintas localizaciones basándose en las ventajas respectivas de localización que pueden obtener.

Según Alonso (1964) el análisis que realiza Marshall contiene los elementos esenciales de la teoría presente en los estudios actuales. Sin embargo, él no extiende su teoría al valor del suelo de las residencias, o del mercado residencial.

En los inicios del siglo XX, **Richard M. Hurd** publica en 1903 su libro *Principles of the land value* y en él desarrolla una teoría sobre el suelo urbano que recuerda bastante a la desarrollada por Von Thünen para la agricultura. Su teoría señala que al crecer las ciudades, se debe utilizar la tierra más alejada y menos deseada, así se

¹⁶ Edición utilizada de 1948

produce renta de localización en la más cercana pero no en la más alejada. A medida que se utilice tierra más lejana aparece una renta de primer grado para las situadas al lado del centro y una renta de segundo grado para esas tierras intermedias, y así sucesivamente.

Hurd dice: Ya que el valor depende de la renta económica, y la renta de la localización, y la localización de la conveniencia y la conveniencia de la proximidad, podemos eliminar los pasos intermedios y decir que el valor depende de la cercanía:

“Since value depends on economic rent, and rent on location, and location on convenience, and convenience on nearness, we may eliminate the intermediate steps and say the value depends on nearness”.

A partir de 1920, en conexión con el desarrollo de la planificación de las ciudades, surgieron en Estados Unidos, una voluminosa literatura en el campo de la economía del suelo, “lands economics”. Los primeros principios respecto al valor del suelo fueron desarrollados en 1926 por **Robert M. Haig**. Los mecanismos de la teoría de Haig no parecen ser muy diferentes de los desarrollados por Marshall y Hurd. La renta aparece como la carga que el propietario de un suelo, relativamente accesible, puede imponer porque lo hace posible el ahorro en costes de transporte que supone la producción a ese suelo respecto a otras localizaciones. El usuario final del suelo es aquel que ha pujado por encima de sus competidores. Haig (1926) realiza algunas consideraciones sobre el suelo residencial: *“si el único criterio para la localización residencial fuera la accesibilidad al centro y la minimización de los costes, y las consideraciones sobre el tamaño del lugar son excluidas, todas las residencias se aglomerarían alrededor del centro de la ciudad en muy alta densidad”.*

También habla de suelo urbano **Burgess** que entre 1923 y 1925 desarrolla un modelo generalizado de crecimiento en función de las relaciones de competencias socioeconómicas entre usos especializados del suelo urbano. Colin Clark en 1951 enuncia la Ley de Clark en el que se relaciona la densidad de población con la distancia al centro (Derycke, 1983 pp 255).

Los trabajos de **Walter Isard** en 1956 y de **Martin Beckmann** en 1958 contienen las mimbres del modelo desarrollado posteriormente por Alonso en 1964 y que completaron Mills en 1967 y Muth en 1969. Isard y Beckmann analizaban, principalmente, la influencia de la riqueza en la formación y en el crecimiento de las ciudades. El estudio sobre aglomeraciones urbanas lo realizan por el lado de la demanda.

Lowdon Wingo desarrolla en 1961 un modelo que se recoge en su obra "Transportation and Urban Land" y que trata sobre los transportes y el uso del suelo. Este modelo fue el punto de partida de la investigación realizada en los años 60. En su modelo construye los fundamentos de la teoría económica espacial centrándose en los costes de transporte que se producen como consecuencia de las migraciones pendulares. Estudia el desplazamiento de los trabajadores desde su lugar de residencia a su lugar de trabajo (Derycke, 1983 pp 345). Según Wingo, lo que determinan las rentas y la utilización del suelo son los costes en el transporte, y en consecuencia, los que explican la organización interna de la ciudad. El modelo determinista de Wingo también realiza el cálculo de la densidad de la población para diferentes ubicaciones de la superficie urbana (Núñez, 2007).

Según Derycke (1983), el modelo de Wingo junto con el de Alonso constituyen el punto de partida de los modelos globales que explican la localización de los usos en el espacio. Los postulados de Wingo también han sido incluidos por otros autores como Alonso (1964) Richard Muth (1969) o Goldstein & Moses (1973).

El modelo de **William Alonso (1964)** es bastante más general que el de Wingo y lo somete a diferentes etapas hasta el punto de llegar a establecer la formulación matemática del equilibrio espacial. Con su trabajo, Alonso trasladó la teoría del suelo agrícola al suelo urbano, cambiando el transporte de los agricultores hasta el mercado por el desplazamiento de las familias a su lugar de trabajo o de compras. Los costes de transportes establece el mecanismo por el que se agrupan las distintas rentas, dando lugar a un modelo de ciudad con anillos concéntricos que representan distintos usos del suelo alrededor del centro de la ciudad o CBD (Central Business District).

William Alonso (1964) en su modelo refleja como los criterios de maximización de la renta y minimización de los costes varían en función de los agentes económicos, pues en la formación de los precios del suelo no sólo se encuentran las familias. Así en su análisis refleja tres etapas:

- El equilibrio residencial de las familias
- El equilibrio industrial en zonas urbanas
- El equilibrio del suelo combinando las preferencias de ambos agentes.

Por su parte, **Richard Muth**, a partir de 1961 desarrollaría varios modelos. Su interés estaba centrado en explicar la localización residencial y los valores del suelo. Propone modelos básicamente deterministas y elaborados a partir de las teorías de Von Thünen (Derycke, P.H., 1983: 354-355).

Edwin Mills (1967) y los franceses Gérard Maarek (1964) y René Mayer (1965) completan y mejoran con sus modelos distintos aspectos de los modelos de los autores americanos Wingo y Alonso (Derycke, 1983).

Edwin Mills (1967) estudia en su modelo la coincidencia de tres actividades distintas según la utilización que hacen del suelo: bienes exportables o productos de la actividad básica de la ciudad; transporte en el interior de la ciudad y, vivienda y bienes de consumo corrientes en los hogares.

Gérard Maarek (1964) intenta explicar en su modelo, la formación del valor del suelo y de su evolución en ciudades que pasan por un proceso rápido de expansión espacial. Utiliza como metodología, la programación lineal para maximizar una función de satisfacción que depende entre otros, de la localización, del tiempo libre, de la residencia y de la superficie de esta, así como de la cantidad de otros bienes y servicios. Los condicionantes que impone su modelo son el coste de construcción, la distribución de las rentas y el tiempo de desplazamiento (Derycke, 1983).

René Mayer (1965) presenta un modelo determinista en el que explica el valor del suelo en base a una serie de características del terreno y al tiempo que se tarda en desplazarse al centro de la ciudad.

Estos modelos vinculan las rentas urbanas con la organización del espacio urbano. Aparece una corriente neo-marxista que critica la ausencia de consideraciones de tipo social en sus estudios. El francés Henri Lefebvre servirá de guía para los autores que siguieron esta perspectiva.

2.2. DETERMINANTES DEL VALOR DE LA VIVIENDA

El precio de la vivienda ha sido objeto de interés para los investigadores a partir de la segunda mitad del siglo XX. Se ha estudiado desde las dos perspectivas del valor de los primeros pensadores: valor de uso y valor de cambio. Así se analiza el mercado de la vivienda desde este doble enfoque, considerándola como un bien de inversión (valor de cambio) para obtener rentabilidad mediante el alquiler, o mediante la compraventa, y desde el enfoque de un bien para uso residencial (valor de uso). Esta doble consideración como bien de consumo y bien de inversión es usada para la obtención de una ecuación explicativa de los precios por autores como Kalchbrenner (1972), Kearl (1979), Poterba (1984), Manchester (1987), Díaz, Costa, & Llorente (1998), Eberly (1994), Coremberg (2000), García Montalvo (2001), López Andión (2002), Martínez Pagés & Maza (2003) y López García (2005).

Sabemos que en la demanda de vivienda intervienen muchos aspectos, tanto relativos a las características propias de la vivienda: calidades, distribución o instalaciones, cómo muchas otras variables relativas a la localización, que al afectar al bienestar de los residentes también tienen un reflejo en el precio de la vivienda. Nos estamos refiriendo a lo que denominaremos efectos de la localización, distinguiendo, entre aquellos relacionados con la accesibilidad y los que podríamos englobar en efectos de vecindad.

Los modelos tradicionales de Alonso (1964), Mills (1967), Muth (1969), Wingo (1972) y Goldstein & Moses (1973) estudian el precio de la vivienda desde la teoría del consumo de bienes duraderos homogéneos para explicar el mercado. Estos modelos muestran dificultades para determinar el valor de la vivienda, pues al tratarse de un bien tan heterogéneo no sigue las reglas del mercado.

Shervin Rosen (1974) desarrolló modelos de oferta y demanda de bienes heterogéneos con distintos atributos donde las distintas variantes de un mismo producto se entienden como combinaciones de las características o atributos de los que se componen. La aparición de la metodología hedónica, fundamentalmente a partir de la difusión del trabajo de Rosen (1974), permitió incorporar al análisis del valor de la vivienda muchos otros atributos como, el entorno medio ambiental, las amenidades, o los equipamientos del barrio, entre ellos, colegios, centros de salud, de ocio, o deportivos. El impacto del nivel socioeconómico del barrio, y el nivel de inmigración son otros aspectos que también han sido estudiados.

El mercado no fija precios para cada una de estas características por separado sino que el precio está formado por el conjunto de los atributos que lo forman. Hay modelos que determinan la parte del precio que está asociado a cada una de las características del bien. Así el precio de mercado de un bien sería:

$$P = P(Z) = P(z_1, z_2, \dots, z_n)$$

Siendo z_i la cantidad de características i -ésimas que tiene dicho bien.

Por supuesto, surgieron y siguen surgiendo numerosos trabajos que utilizan la metodología hedónica para analizar cómo distintos aspectos o atributos internos y externos de la vivienda, tales como calidades, tamaño, orientación, instalaciones, influyen en su precio. La cuestión es determinar qué aspectos reportan valor, y en qué medida lo aportan, o lo que es lo mismo, qué aspectos serán premiados en las decisiones de los demandantes de vivienda y se verán reflejados en una mayor disponibilidad a pagar por ella.

Más recientemente se han incorporado nuevas metodologías y herramientas en el análisis del precio de la vivienda, entre ellas, un campo de la Inteligencia Artificial, las Redes Neuronales Artificiales, que también incorporan variables y atributos de la vivienda y de su entorno.

Repasemos, seguidamente lo que dice la literatura sobre cada uno de estos determinantes del valor de la vivienda.

2.2.1. CARACTERÍSTICAS INTERNAS

Denominamos características internas o estructurales a los atributos propios de la vivienda como calidad constructiva, edad de la vivienda, tamaño, instalaciones del inmueble, etc. Estos atributos o características han sido estudiados en numerosas investigaciones desde los años 70 hasta nuestros días.

Ya en 1975 Mahlon R. Straszheim, en su libro *An Econometric Analysis of the Urban Housing Market*, realiza un estudio en la ciudad de San Francisco, basado en precios hedónicos donde analiza la influencia de la edad y el tamaño de la vivienda en el precio de la misma (Straszheim, 1975).

En 1993 utilizando como herramienta las redes neuronales, Quang & Grudnitski (1993) examina el efecto de la edad sobre el valor de la vivienda. Ambos encuentran una relación inversa entre la edad de la propiedad y su valor de mercado para los primeros veinte años de la vida del inmueble. A más edad el valor se

convierte en positivo. Esta relación confirma los estudios de Sabella (1974), que afirma que el valor de una vivienda aumenta en los últimos años debido, en parte, al incremento del valor del suelo.

En España Caridad y Brañas (1996), analizaron con un modelo hedónico el precio de la vivienda desde las características internas o estructurales de la vivienda en la ciudad de Córdoba. En esta misma ciudad, Núñez realizó un estudio entre los años 2002 y 2005 para estudiar el precio de la vivienda en base a las características estructurales y a la vecindad, comparando la metodología hedónica con los resultados obtenidos mediante redes neuronales (Núñez, 2007).

Desde un enfoque semi-paramétrico para la estimación de funciones hedónicas de precios, Bao & Wan (2004) realizan un análisis de las características internas de la vivienda y de la vecindad en la ciudad de Hong Kong. También en 2004, Stevenson elaboró un modelo de precios hedónicos basado en características internas de la vivienda como la superficie, la edad, el número de dormitorios, el número de baños, el garaje, la chimenea o la climatización, entre otras variables. Este estudio se confeccionó para viviendas unifamiliares antiguas de Estados Unidos en diferentes zonas geográficas. El objetivo de este trabajo era conocer como varían los coeficientes de los distintos atributos que definen la vivienda para distintas zonas geográficas del país (Stevenson, 2004).

En Nueva Zelanda, Limsombunchai, Gan, & Lee (2004) realizó una estimación de precios para doscientas viviendas del distrito de Christchurch, comparando resultados de redes neuronales con modelos hedónicos. Las variables utilizadas fueron: superficie de la vivienda, antigüedad, tipo de casa, número de habitaciones, número de baños, número de garajes, instalaciones y ubicación. Los mejores resultados se obtuvieron con las redes neuronales artificiales.

Stacy Sirmans et al. (2005) analizan en su estudio de precios características como el tamaño, la edad de la vivienda, el número de dormitorios, el número de baños, garaje, piscina, chimenea y aire acondicionado. Realizan una comparativa en base a la situación geográfica y al tiempo.

Utilizando una estimación por mínimos cuadrados ordinarios, García Pozo (2007) realiza un estudio para determinar el precio de la vivienda de segunda mano en la ciudad de Málaga. Lo aplica sobre atributos estructurales y de localización tales como superficie, aseos, garaje, luminosidad, proximidad al mar o al centro, y ubicación e identifica los atributos que más inciden en la determinación del precio de la vivienda.

Otro atributo estudiado es la vista de vivienda. En 2009 Jim & Chen estimaron la influencia que tiene el valor de la vista de la vivienda en el precio de la misma. Realizaron el estudio valorando las vistas a dos tipos de paisajes naturales que existen en Hong Kong, el puerto y la montaña, para 18 urbanizaciones privadas de barrios residenciales. Mediante un modelo de precios hedónicos estudiaron la influencia de la orientación y de otros atributos internos de la vivienda en el precio de compra-venta. Concluyeron que una vivienda con vista al puerto podía aumentar su valor en aproximadamente un 3% y una vista a la montaña podía llegar a disminuir el precio hasta un 6,7%.

Existen multitud de estudios realizados para determinar el precio basándose en las características internas de la vivienda entre los que cabe citar a King (1976), Witte, Sumka, & Erekson (1979), Linneman (1980), Brueckner & Colwell (1983), Bartik (1987), Can (1992), Mok et al. (1995), Clapp & Giacotto (1998), Fletcher et al., (2000), Emrath (2002), (Fletcher, Mangan, & Raebun, 2004), Kestens, Thériault, & Des Rosiers (2006).

Investigaciones españolas que modelicen con características estructurales caben reseñar los estudios hechos en Córdoba de Brañas Garza (1996) y Caridad & Ceular (1999), en Gijón por Bilbao Terol (2000) y en Madrid por Bover & Velilla (2001).

2.2.2. ACCESIBILIDAD Y TRANSPORTE

Los primeros modelos que analizan el impacto sobre el valor de los inmuebles urbanos, centrado en la accesibilidad, se inspiran en el Modelo de Von Thünen (1826). Entre ellos, como ya hemos visto destacan las aportaciones de Alonso (1964), Mills (1967), Muth (1969) y Wingo (1972). Estos modelos analizan los procesos de localización derivados de las decisiones de los agentes, y el precio de los diversos inmuebles urbanos, como la vivienda. Se centran en cómo afectará la accesibilidad, considerada en función de los costes de transporte, al valor de las viviendas. Los costes de transporte se definen en un sentido amplio teniendo en cuenta, además de los costes monetarios y los costes derivados del tiempo, otro tipo de molestias que generan desutilidad. Las familias disponen de un presupuesto para gastar en vivienda, junto a los desplazamientos. El resto del presupuesto lo destinan al consumo de otros bienes. Según el planteamiento de Alonso (1964) una vivienda más alejada del centro en comparación a otra más próxima, soportará una desutilidad derivada de los costes de desplazamiento; dicha desutilidad se reflejará en un precio más bajo de las localizaciones residenciales más alejadas o con peor accesibilidad. En estos modelos

las familias deben destinar un presupuesto entre gastos de transporte y gastos de vivienda, las viviendas con peor accesibilidad, que soportan mayores costes de transporte, deberán ofrecerse a menor precio para compensar los mayores costes derivados de su peor accesibilidad. Por tanto, los modelos de compensación se centran en estudiar los efectos de la accesibilidad (entendida como la distancia al centro) sobre las decisiones de localización residencial y sus efectos sobre el valor de la vivienda.

La teoría de la localización y los usos del suelo sugiere que la accesibilidad es un factor determinante del valor del suelo residencial y de los cambios que en él se producen. Los estudios que han examinado el papel de la accesibilidad en los mercados de la vivienda han seguido, según Hwang (2009) tres líneas estratégicas. La primera de ellas, analiza cómo las mejoras en la accesibilidad derivadas de la inversión en transporte, a través del tiempo, son capitalizadas en el precio de la vivienda. Estos trabajos tratan de demostrar dichos efectos a partir de regresiones entre el cambio en los precios de la vivienda y los cambios en la accesibilidad derivados de las mejoras en el transporte, controlando el resto de factores considerados. Los resultados empíricos son heterogéneos, Huang (1996), Ryan (1999) y Gibbons and Machin (2008). Como señala Hwang (2009): se ha observado que la escala, la temporización de la inversión en transporte, la economía local y las políticas de uso del suelo condicionan la respuesta de mercado del suelo y la vivienda a los aumentos en la accesibilidad.

Un segundo grupo de estudios, utiliza los modelos de precios hedónicos para analizar la relación entre las mejoras en la accesibilidad y el precio de la vivienda. Frecuentemente, los trabajos se han centrado en determinar el papel que juega la demanda de accesibilidad al trabajo en el mercado de la vivienda. Un ejemplo de este tipo de estudios es el presentado por Hwang (2009), donde realiza un estudio para las zonas metropolitanas de Búfalo y Seattle, encontrando que la accesibilidad al trabajo es un determinante significativo del precio de la vivienda. Los lugares accesibles a las oportunidades de trabajo se consideran más deseables, de manera que un buen acceso al trabajo ofrece un premio al precio de la vivienda. Los resultados son similares en ambas zonas metropolitanas.

Por último, una tercera línea de investigación se ha orientado a determinar la importancia relativa de la accesibilidad en las decisiones de localización residencial. Se define una función de utilidad de la vivienda que incorpora varios atributos, los agentes eligen entre varias alternativas de localización, maximizando la utilidad que se deriva de los múltiples atributos que caracterizan el conjunto de alternativas de

elección. Varios estudios empíricos han encontrado que la accesibilidad tiene menor significación en las decisiones de localización residencial que otros factores como las características de la vivienda y la vecindad, Molins & Timmermans (2003). Sin embargo, en otros niveles, como zonas de rentas más bajas, la accesibilidad está entre los factores más importantes de las decisiones de localización (Quigley 1985; Thill & Van de Vyvere 1989).

Thériault, Des Rosiers, & Joerin (2005) realizan un estudio para evaluar la accesibilidad percibida por las familias en la ciudad de Québec, a partir del tiempo de viaje desde casa a lugares donde se localizan los servicios. Para ello utilizan índices "objetivos" basados en viajes reales y "subjetivos" basados en criterios de lógica difusa. Concluyen que la medida objetiva de accesibilidad obtiene buenos resultados y que el valor de la vivienda aumenta con la accesibilidad; sin embargo, con las medidas subjetivas los resultados no son tan claros. Las investigaciones indican que hay diferencias estadísticamente significativas en la manera en que se estructura la accesibilidad dependiendo de los propósitos de viaje y de los perfiles de hogar.

Los resultados relativos a la relación entre la accesibilidad al trabajo y el valor de la vivienda son "inconsistentes", dependiendo de la medida utilizada. Ryan (1999) estudia la relación entre el precio de la vivienda y la accesibilidad, medida a partir del tiempo de viaje, y obtiene que la accesibilidad está negativamente asociada con el precio de la vivienda. Sin embargo, varios trabajos que han medido la accesibilidad a partir de la distancia de viaje, han obtenido resultados contrarios, es decir, una relación directa entre la accesibilidad y el precio de la vivienda, (Franklin & Waddell (2003). Según Hwang (2009), hay claramente problemas de multicolinealidad porque la accesibilidad está altamente correlacionada con otras variables explicativas. Golledge & Stimson (1997) señalan que el tiempo de viaje parece ser la variable que mejor refleja lo que la accesibilidad implica, más que las medidas basadas en la distancia. Por otro lado, la accesibilidad a distintos tipos de actividades como comercios, educación y formación o recreativas, han demostrado tener diferente impacto en el valor de las propiedades.

Existen estudios en los cuales demuestran que el impacto de la accesibilidad al trabajo sobre el precio de la vivienda no es constante a lo largo del espacio urbano. Adair et al. (2000) muestran que la accesibilidad al trabajo tiene un impacto mínimo en el precio de las viviendas si consideramos el área de estudio como un todo, pero se observa una influencia variable a través de las distintas subregiones. Así pues, en las áreas de bajos ingresos, la accesibilidad parece tener una influencia importante.

Munroe (2007) deduce de su trabajo que el valor de la vivienda decrece significativamente con la distancia al “central business district” (CBD) y a los mayores lugares de empleo. En 2011, De Vor y Groot realizaron un estudio, mediante la metodología de precios hedónicos, sobre la influencia que la cercanía de los polígonos industriales tiene en el precio de las viviendas cercanas. Concluyeron que este impacto solo se produce en una distancia muy corta a los polígonos cercanos (De Vor & Groot, 2011).

Los modelos hedónicos, en adelante MPH, han sido muy utilizados para medir el efecto de las inversiones en transporte a partir de una distancia física a las paradas de tren o a las vías de tránsito (Henneberry, 1998; Gatzlaff & Smith, 1993). Al-Mosaind, Dueker, & Strathman (1993) analizan la relación entre la proximidad de lo que denominan “light-rail transit (LRT)”¹⁷, y el valor de las viviendas. Encontraron que, en este caso, actúan dos fuerzas: una positiva, por las mejoras de la accesibilidad de los residentes al CBD y al resto del área urbana debido a la proximidad a las estaciones LRT y al ahorro en costes de transporte para los residentes cercanos; y otra negativa, ya que las estaciones LRT pueden generar externalidades en las propiedades cercanas que provoquen una disminución en el valor de dichas viviendas. El estudio se realiza a partir de los precios de venta de las viviendas en el área metropolitana de Portland (Oregón). Los resultados indican que la proximidad a las LRT afecta positivamente al valor de las viviendas. El trabajo muestra que hay una capitalización positiva por la proximidad a las estaciones de LRT para las viviendas entre 500 metros de distancia.

De acuerdo con la economía urbana, el aumento relativo en la accesibilidad proporcionada por los equipamientos e infraestructuras del transporte, puede hacer crecer el valor de las propiedades; ya que, en principio, las localizaciones más accesibles tendrán mayor demanda, lo que conduce a un aumento en las pujas del suelo (bid rent) en dichas localizaciones (Mills & Hamilton, 1994). Sin embargo, estudios previos muestran unos resultados menos coincidentes en cuanto a cómo la infraestructura del transporte influencia al valor de la propiedad. En primer lugar, algunos encuentran que la proximidad al transporte por tren tiene un impacto positivo en el valor de la propiedad residencial, Gatzlaff & Smith, (1993); Haider & Miller (2000); Lewis-Workman & Brod (1997) y Voith (1991). Este último trabajo, realizado para el mercado de la vivienda en Oslo y utilizando HPM y modelos basados en la función de utilidad, destaca que las líneas de transporte también generan varios

¹⁷ Se trata de trenes ligeros que están entre el tranvía y el tren. En Valencia serían los conocidos como trenets o trenes de vía estrecha, ahora incorporados al metro.

efectos medioambientales negativos sobre los ciudadanos. El más relevante de ellos es el ruido y las vibraciones asociadas con el paso del tren.

En cuanto al efecto de la proximidad de las estaciones sobre el precio de la vivienda, no hay consenso, mientras algunos encuentran un significativo impacto positivo en el valor de las propiedades (Chen, Rufolo, & Dueker, 1998; So, Tse, & Ganesan, 1997; Laakso, 1992), otros no son capaces de encontrar una relación positiva entre ambos, Hennebery, (1998); Forrest, Glen, & Ward, (1996) y Baldwin & Almeida (2007). Por otro lado, nos encontramos trabajos que analizan el efecto anticipación antes de que se construya la línea o que el servicio comience (Damm, Steven, Lerner-Lam, & Young, 1980), (Dunphy, 1982), (McDonald & Osuji, 1995).

En la literatura existente, los trabajos empíricos se producen, sobre todo en países desarrollados, especialmente en las ciudades de Norte América (Cambridge Systematics Inc., 1998); Los Ángeles, Cervero & Duncan, (2002); Atlanta, Cervero (1994) y Bollinger & Ihlanfeldt, (1997); Washington D.C., Toronto, Dewees (1976), y Hong Kong, (So et al., 1997).

2.2.3. ENTORNO Y EQUIPAMIENTO DEL BARRIO

Dentro de este apartado veremos los estudios relacionados con los equipamientos deportivos, educativos, centros comerciales, equipamientos no deseados, así como la percepción del entorno y la influencia de zonas verdes en el barrio sobre el precio de la vivienda.

So et al. (1997) demuestran que la presencia de centros comerciales y equipamientos deportivos son factores importantes en la determinación de los precios. El estudio se ha realizado para el mercado de la vivienda en Hong Kong.

En las investigaciones sobre la calidad de los equipamientos educativos y su impacto sobre el precio de la vivienda, los resultados no son coincidentes. Hayes, Lori, & Taylor (1996) argumentan que el impacto de la calidad de los colegios en el valor de la vivienda deriva del valor añadido de la escuela, es decir, de los resultados escolares. Los resultados que arrojan diversos trabajos sobre esta cuestión son los siguientes: Dubin & Goodman, (1982) analizan, a partir de un modelo de precios hedónicos, el impacto de la educación y el crimen en el precio de las viviendas en Baltimore (EEUU) y encuentran que ninguna medida de valor añadido de la educación afecta significativamente al precio de las viviendas; otros trabajos llegan a la conclusión contraria Goodman & Thibodeau (1998) obtienen que los ratios relativos a

las calificaciones o resultados obtenidos por los alumnos en las pruebas realizadas en los centros afectan de forma positiva y significativa al precio de la vivienda; Brasington & Hite (2005) para Ohio y Sieg, Smith, Banzhaf, & Walsh, (2002) para California obtienen también que los resultados alcanzados en los test escolares se relacionan positivamente con el precio de la vivienda; por último, Brasington & Hite (2005) basándose en los datos de ventas de vivienda para seis áreas urbanas en Ohio, concluye que la calidad de la educación, no se refleja en el valor de las viviendas, o en todo caso, su impacto es muy reducido.

Los trabajos de Schafer et al. (1975) pretendían cuantificar el impacto sobre el precio de la vivienda de la percepción que el demandante de la misma tenía sobre el barrio, no llegando a resultados concluyentes, pues se demostró que la percepción variaba de una visita a otra.

Otros trabajos se centran en las vistas que proporcionan a la vivienda el entorno del barrio. Sirmans & Bontempi (1994) analizan las ventas de 194 propiedades residenciales en Fairfax County (Virginia) a lo largo del periodo de 1985 a 1991, encontrando que las viviendas con buenas vistas se venden a unos precios, aproximadamente, un 8 por cien más altos que los hogares sin vistas. Tyrväinen & Miettinen (2000) realizan un estudio en Salo, Finlandia y mediante un modelo de precios hedónicos afirman que las viviendas con vistas al bosque tienen un precio superior que llega a ser 4,8% más elevado que aquellas que no disfrutan de estas vistas. También concluye que la cercanía al parque forestal afecta positivamente al precio de la vivienda, detectando que cada kilómetro de alejamiento reduce el precio de esta en un 5,7%. En el mismo sentido, Bond, Seiler, & Seiler (2002) analizan con MPH el efecto que las vistas al lago Eire en Cleveveland (EE.UU) tienen sobre el precio de las casas. Afirman que una casa con vistas al lago llega a ser un 89,9% más cara que otra que carezca de esas vistas.

Los espacios urbanos verdes tienen un importante valor como amenidad que incluye la provisión de oportunidades para el ocio y un disfrute relacionado con lo estético, (Kong, Haiwei, & Nakagoski, 2007). Entre los trabajos previos que han estudiado el impacto de espacios verdes urbanos en el valor de la vivienda se encuentran los de Wyatt (1996); Can & Megbolugbe (1997); Geoghegan, Wainger, & Bockstael (1997); Lake, Lovett, Bateman, & Day (2000); Brasington & Hite (2005) y Kong, Haiwei, & Nakagoski (2007). Generalmente, los estudios indican que el acceso a espacios verdes tiene un reflejo en el precio de la vivienda.

Como señalan Miller (1997) y Tyrväinen & Miettinen, (2000), el desarrollo de la conciencia sobre el medioambiente tiene como resultado una fuerte demanda por parte de los residentes de espacios verdes para propuestas diversas: ocio, acceso al espacio libre o a la tranquilidad, entre otros. Sin embargo, estos aspectos relacionados con el disfrute de espacios verdes no tienen precios de mercado, por lo que es complejo determinar qué beneficios reportan (Grey & Deneke, 1978; Miller, 1997; Tyrväinen and Väänänen, 1998, More, Stevens, & Allen, 1988 y Sengupta & De Osgood, 2003).

Bengochea (2003), analiza la relación entre el precio de las viviendas y las dotaciones relativas a espacios verdes urbanos mediante MPH. Considera tres variables para analizar el entorno: la existencia de vistas a un parque o jardín público, la distancia desde una vivienda a su zona verde más cercana y, por último, el tamaño de dicha zona verde. El estudio se ha realizado para la ciudad de Castellón (España). Obtiene que existe una relación inversa entre los precios de venta de las viviendas y la distancia a los espacios verdes urbanos.

Respecto a la calidad del aire, se han realizado estudios a partir de modelos de precios hedónicos que encuentran una relación positiva entre esta variable y el valor de las viviendas (Ridker & Henning, 1967). Si se desea profundizar en la cuestión, Boyle & Kiel (2001), hacen una revisión exhaustiva de los trabajos que analizan los efectos sobre el precio de la vivienda de: la calidad del aire, la calidad del agua, establecimiento de equipamientos o actividades no deseadas, y la proximidad de vivir cerca de zonas peligrosas.

Estudios de características del vecindario y su impacto en el precio de la vivienda podemos encontrar multitud de estudios, trabajados con metodología de precios hedónicos, con GIS y con RNA. Entre otros trabajos podemos citar a Kain & Quigley (1975), Thaler (1978), Schafer R. (1979), Freeman (1979), Li & Brown (1980), Michaels & Smith (1990), Cheshire & Sheppard (1995), Chattopadhyay, 1999), Leggett & Bockstael (2000), Hidano (2002), Brañas-Garza & Rodero (2004), Harding, Knight, & Sirmans (2003), Ogwang & Wang (2003), Tajima (2003), Theebe (2004), Nelson, Sanchez, & Dawkins (2004), Boxall, Chanb, & McMillan (2005) y Fitch Osuna & Garcia Almirall (2008).

2.2.4. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

El suelo se manifiesta en numerosas ocasiones como símbolo de estatus social, por esa razón según el barrio donde se ubica la vivienda, la sociedad identifica al propietario en un determinado nivel económico, cultural y social (Caballer Mellado, 2002). Según Bóleat (1973), el ciudadano quiere mostrar su ascenso social comprando su vivienda en barrios de prestigio.

El trabajo de Goodman & Thibodeau (1998) intenta valorar la influencia de las características y formación de los individuos sobre el precio. Para ello utilizó modelos jerárquicos en compraventas realizadas entre el primer trimestre de 1995 y el primer trimestre de 1997, estableciendo submercados en base a la calidad de la educación pública que fue medida por el rendimiento de los estudiantes. Con este estudio llegó a la conclusión que una buena desagregación espacial aumenta significativamente la precisión de la estimación hedónica.

Kauko (2003) presentó un trabajo del mercado de la vivienda en Helsinki donde estudiaba factores de localización ambientales y también sociales y su influencia en el precio de la vivienda. Se trata de un estudio comparativo entre metodología paramétrica y redes neuronales. Para Kauko, las redes neuronales pueden considerarse un complemento a los modelos hedónicos y resulta una buena herramienta cuando existe gran cantidad de viviendas en la muestra.

El estudio de Kestens, Thériault, & Des Rosiers (2006) mide variables como la edad, el nivel educativo, los ingresos y el estado de tenencia de los habitantes del barrio donde está ubicado el inmueble y su relación con el precio del mismo. Concluye afirmando que existe un efecto significativo de los ingresos en la ubicación, así como un mayor nivel de precios en las zonas con un alto nivel de educación.

En 2009 Selim, realizó un estudio con los datos del Instituto Turco de Estadística (TurkStat), que recogían encuestas de presupuestos familiares realizadas en 8.600 hogares con información sobre la situación socioeconómica, la composición familiar, la situación laboral y los ingresos de las familias. El trabajo no llega a conclusiones significativas en cuanto a la relación de los precios de la vivienda y las variables estudiadas, aunque si demuestra que los modelos hedónicos por la no linealidad que presentan resultan ser peor herramienta que las redes neuronales para la determinación de precios inmobiliarios.

Otro aspecto social destacable para Caballer (2002) es la influencia que tiene sobre el valor de la vivienda la presencia racial o religiosa, que supone un mecanismo

de atracción para los semejantes y repeler a los que son diferentes. Repasemos por ello, lo que señala la literatura sobre los efectos de la inmigración relacionados con la segregación y discriminación racial y su efecto sobre el precio de las viviendas.

Los resultados que se derivan de los distintos trabajos no dejan unas conclusiones claras. Cervero & Duncan (2004) estudian cómo la composición racial, influye en el valor del suelo en Santa Clara County, (California) y encuentran que la diversidad racial tiende a bajar el valor de las propiedades residenciales. Incluso cuando se controla por factores tales como renta media por hogar. Myers (2004) afirma que el valor de las viviendas declina en los barrios donde el porcentaje de blancos decrece.

Hay dos modelos bien conocidos que demuestran que las preferencias privadas por la composición racial pueden crear diferenciales de precios entre vecindades. El “border model” de Bailey (1959) considera que los blancos y los negros están segregados de la siguiente forma, los negros habitan en los barrios centrales y los blancos en las zonas suburbanas. Se asume también que ambos, negros y blancos prefieren vivir en vecindades de blancos. La competición asegura que los precios que los negros y los blancos pagan por una vivienda en las áreas límite de las vecindades será igual, porque los blancos prefieren vivir lo más lejos posible de los negros y por ello pagan más por las viviendas en las áreas interiores de los barrios blancos que en los bordes. Como los negros prefieren vivir en los barrios de blancos, pagarán menos por las viviendas en el centro o interior de los barrios de negros. Combinando estos resultados, en ausencia de discriminación, los modelos predicen que los precios en el interior de los barrios de negros tendrán unos precios más bajos que en el interior de los barrios blancos y los precios en las zonas de los bordes de las áreas serán intermedios. Este modelo puede aproximarnos a estimar como afecta al precio de la vivienda las concentraciones de ciertas etnias en barrios concretos de la ciudad. Otro trabajo en esta línea es el de Yinger (1976).

2.2.5. OTRAS EXTERNALIDADES

En este apartado veremos lo que dice la literatura sobre el valor de la vivienda y aspectos como la polución o contaminación, el ruido por cercanía a aeropuertos o estaciones de tren, o la proximidad de tendidos eléctricos de alta tensión.

Ya en 1967 Ridker & Henning evidenciaron empíricamente que la polución en el entorno urbano afectaba al precio inmobiliario.

El trabajo de Fitch Osuna & Garcia Almirall (2008) realizado en el área Metropolitana de Barcelona, se fundamenta en la economía ambiental y en la organización territorial. Destaca los factores de localización que los propietarios valoran positiva y/o negativamente e influyen en el precio de la vivienda. Mediante regresión múltiple lineal y utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG) concluyen que las familias con mayores ingresos demanda los mejores entorno en términos de calidad ambiental.

Si nos centramos en externalidades negativas como el ruido o el tráfico, nos encontramos con trabajos como los de Al-Mosaind, Dueker, & Strathman (1993) y los de Landis, Guhathurta, Huang, Zhang, Fukuji, & Sen (1995) que afirma que existe una relación negativa entre el precio de la vivienda y la cercanía a estaciones por problemas de ruido, efecto barrera o problemas de congestión de tráfico.

García Almirall (2007) confeccionó un estudio con precios hedónicos en el que analizaba variables medioambientales como la contaminación y el ruido y su repercusión en el valor de la vivienda. Empleó técnicas multidimensionales y de análisis espacial SIG. Gómez Gomez (2002) estudió el impacto del ruido en el precio de las viviendas de las poblaciones de alrededor del aeropuerto de Barajas. Utilizó una metodología de precios hedónicos ajustando la función mediante una transformación de Box-Cox.

En EE.UU, Nelson J. (2004) realiza una investigación en 23 aeropuertos de Canadá y Estados Unidos, utilizando un meta-análisis para estudiar la influencia que tiene en el precio de los inmuebles cercanos el ruido de los aeropuertos. Llega a la conclusión de que existe un menor precio de la vivienda por ruido acumulado en los EE.UU. de aproximadamente entre un 0,5% y 0,6% por el incremento de cada decibelio, en niveles de exposición al ruido de 75 db o menos, y en Canadá es superior, oscilando la bajada de precio el 0,8% al 0,9% por cada decibelio. En esta misma línea, Cohen & Coughlin (2009) estudian los efectos de la cercanía y el ruido en los precios de los inmuebles de barrios próximos de Hartsfield-Jackson donde se encuentra el aeropuerto internacional de Atlanta, llegando a concluir que existe una relación inversa entre precio y cercanía al aeropuerto.

Otro aspecto estudiado es el impacto que los tendidos eléctricos de alta tensión tienen sobre el precio de los inmuebles cercanos a ellos. Des Rosiers F. (2002) utiliza un modelo de precios hedónicos para el estudio de esta externalidad en Brossard, población cercana a Montreal (Canadá). Sus conclusiones reflejan que el impacto visual que tiene la vista directa de una torre de alta tensión ejerce un efecto negativo

en el precio de la vivienda. Estima la reducción de valor con una aproximación del 10%.

Wilhelmsson M. (2000), analiza el impacto del ruido procedente del tráfico rodado sobre el valor de casas unifamiliares en un barrio de Estocolmo (Suecia). Sus resultados confirman que el precio de las casas se reduce en un 0,6% de promedio por cada decibelio adicional y así mismo, las viviendas ubicadas en lugares ruidosos valen un 30% menos que las situadas en sitios sin tráfico.

Por último, Marmolejo Duarte & González Tamez (2009) mide el impacto del ruido urbano percibido sobre el precio de la viviendas, incorpora en el modelo otras variables ambientales que también repercuten sobre la variación del precio residencial como es la existencia de empresas manufactureras en el ámbito de la ciudad de Barcelona. Se trata de un modelo de precios hedónicos ajustado mediante log-lineal, según el procedimiento de mínimos cuadrados ordinarios

2.3. MODELOS DE ANÁLISIS DEL VALOR DE LA VIVIENDA

2.3.1. MODELOS TRADICIONALES

Cuando hablamos de modelos tradicionales nos referimos a aquellos que utilizan hipótesis de compensación espacio/ acceso y los basados en análisis de teoría económica. Estos modelos estudian la localización residencial y giran fundamentalmente en torno a dos teorías: La teoría de la accesibilidad y la teoría de la externalidad. (Núñez, 2007)

La primera teoría se centra en la facilidad de acceso al centro de la ciudad, donde se comercia y consume, siendo los modelos monocéntricos los primeros en tratar estos aspectos. Estos modelos ofrecen como única variable explicativa la minimización de los costes.

La teoría de la externalidad analiza los aspectos que tienen que ver con la reordenación de los valores de los bienes inmuebles relacionado con la jerarquización social, urbanística, psicológica y económica. (Núñez Tabales, Caridad Y Ocerin, & Celular Villamandos, 2009). El modelo pionero y más importante de esta teoría es el modelo de Tiebout que recordaremos posteriormente.

Figura 6. Vista aérea nocturna de Santa Cruz de la Sierra (Bolivia)

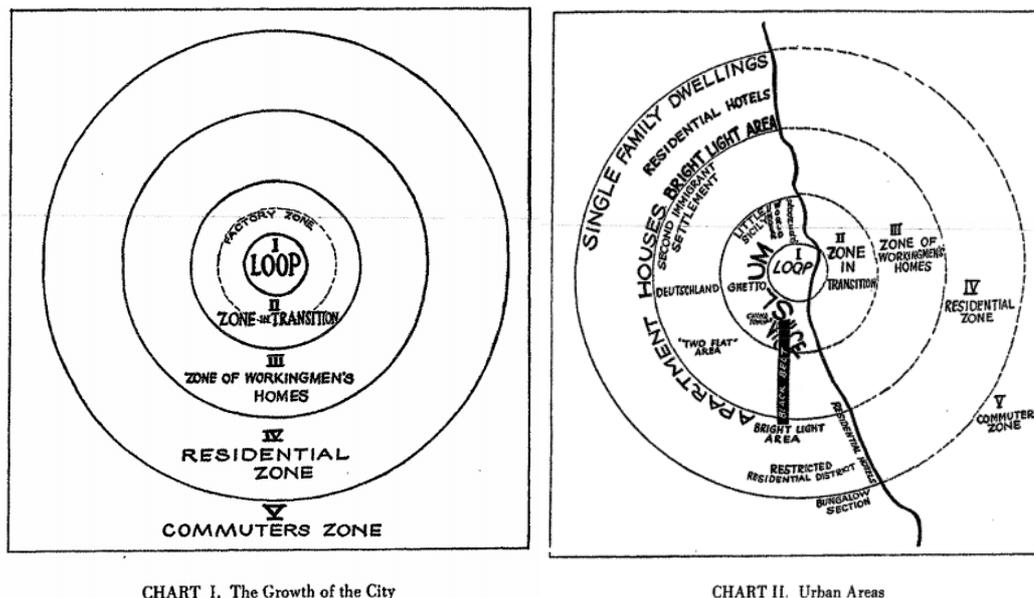


Fuente: www.noticiasfides.com

2.3.1.1. MODELOS MONOCÉNTRICOS

El **modelo monocéntrico** se basa en las ideas de Johann Heinrich Von Thünen sobre la renta diferencial agrícola, que hemos detallado en el apartado 2.1, y las aplica al ámbito urbano. Estudiosos como Richard Hurd (1903) o Burgess (1925) se centran en estos estudios aplicando la teoría de las zonas concéntricas del uso del suelo. Concretamente Burgess se basa en la idea de que el crecimiento de la ciudad es centrífugo hacia fuera desde el centro de la ciudad donde se toman las decisiones y se comercia, llamado centro comercial de negocios o CCN o CBD (Central Business District). Este crecimiento genera círculos concéntricos, en concreto distingue cinco círculos concéntricos de uso del suelo que podemos ver en la figura 7. Estos círculos concéntricos representan de dentro a fuera: el centro, la zona de transición, la zona de viviendas de renta baja, la zona de viviendas de renta media y, por último la zona dormitorio (commuters). Esta última limita con la zona rural. Es la primera adaptación al suelo urbano basado en Von Thünen y explica la estructura anular de la ciudad teniendo en cuenta las siguientes condiciones: el CNN es el objetivo principal de todos los usos del suelo; el espacio es homogéneo, no tiene accidentes geográficos y, por último la accesibilidad tiene un comportamiento isótropo.

Figura 7. Zonas concéntricas de Burgess



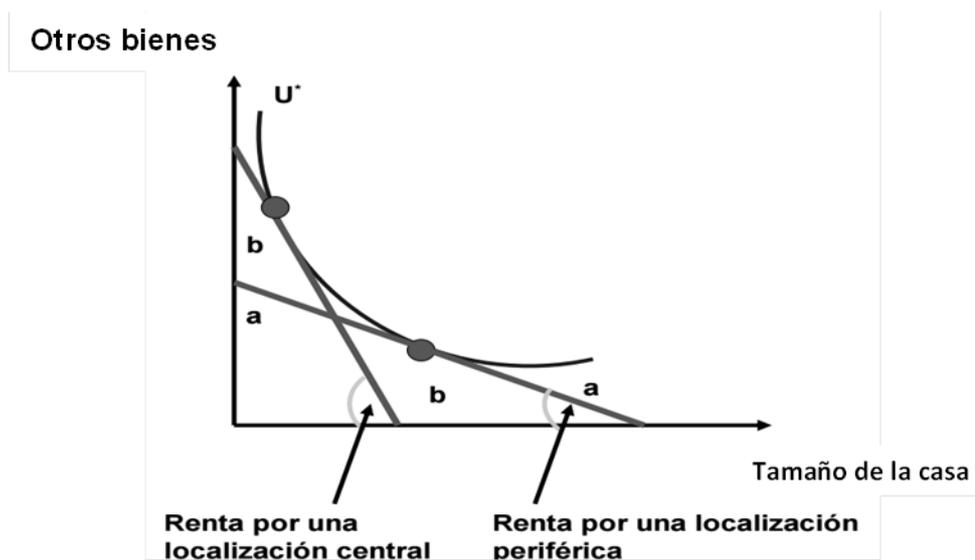
Fuente: Burgess, 1925

El consumidor, con este modelo, elegirá las localizaciones más cercanas al CNN y las que representen mejor accesibilidad. Una anomalía de este modelo es que Burgess no explica por qué las personas de ingresos bajos viven sobre suelo

caro, esto es, cerca del CNN, ni el hecho de que las personas con ingresos altos residan en suelo más barato, alejados del CNN.

La interpretación económica del modelo monocéntrico o teoría de las zonas concéntricas, nos la proporciona la escuela americana de los modelos de equilibrio espacial, cuyos representantes más importantes son Alonso (1964), Muth (1969), Wingo (1972) y Goldstein & Moses (1973). Para estos autores la combinación elegida por un consumidor racional responde al ratio de los precios relativos al transporte y servicios ofrecidos (Núñez, 2007). Esto es, a mayor distancia más baratas son las viviendas pues se tiende a compensar el coste del uso del transporte. De esta forma, en términos microeconómicos, Alonso (1964) se basa en la función de utilidad y en las restricciones presupuestarias que conlleva la localización de la vivienda:

Figura 8. Elección del consumidor en función de la localización



Fuente: Quintana (www.saree.com) y elaboración propia

De forma resumida, el modelo monocéntrico o de compensación trabaja bajo los siguientes supuestos básicos:

- Vivienda y coste de transporte representan una parte significativa del presupuesto familiar
- Los puestos de trabajo se ubican en el CNN
- Aumenta el coste de transporte conforme nos alejamos del centro.
- La elasticidad precio es constante y existe una elasticidad renta unitaria en el consumo de la vivienda
- No existe externalidad en el consumo de la vivienda.

Y queda explicado como una función de densidad exponencial negativa en la forma:

$$D(X) = D_0 e^{-\alpha x}$$

De donde:

- ✓ $D(X)$ es la densidad residencial
- ✓ α es el gradiente de densidad
- ✓ X es la distancia al CCN, y
- ✓ D_0 , es la densidad junto al centro de la ciudad.

A partir del modelo monocéntrico y de las abundantes críticas realizadas a este modelo, entre la que cabe destacar la realizada al supuesto de no existencia de externalidad, se desarrollan otros modelos que lo complementan y que están basados en el proceso de la maleabilidad. Así se habla del **stock de capital maleable y no maleable**.

El proceso de maleabilidad implica que la ciudad se va rehaciendo, por lo que la zona centro no se muestra más deteriorada que el resto sino que permanece en óptimas condiciones. Por tanto, las zonas que se van construyendo alrededor del centro no ofrecerían mejores instalaciones que la zona del CCN.

Harrison & Kain, (1969) y (Anas, 1983), realizan una revisión del modelo monocéntrico y parten de la idea de que el stock de capital no es maleable. Para ellos la no maleabilidad se produce por el hecho de que la vivienda es un bien duradero y, de otro lado, por la poca capacidad observada en las autoridades locales para regenerar de forma continua la ciudad. Así, según va creciendo la ciudad aparecen círculos que responden a distintos periodos de tiempo y estos ofrecen más servicios y más calidad que los primeros, lo que provoca que las nuevas zonas puedan mermar la primacía del CNN como única fuerza determinante del precio.

2.3.1.2. PROCESO DE FILTRADO Y REGENTRIFICACIÓN

El proceso de filtrado o filtering se produce cuando las familias de rentas más altas, normalmente porque el edificio que habitan comienza a deteriorarse, adquieren viviendas más nuevas, y venden a las familias de menor renta sus viviendas usadas. Si además tenemos en cuenta el proceso de no maleabilidad de la vivienda, las familias con un nivel de renta mayor se van desplazando progresivamente, más lejos del centro.

Un modelo que aúna el proceso de filtering el modelo monocéntrico de crecimiento en círculos, es el planteado por Cooke & Hamilton (1984). En este modelo, el filtering provoca que las personas de renta media y alta que viven en el centro de la ciudad, vendan sus viviendas, de menores dimensiones y mayor nivel de obsolescencia, a familia con rentas bajas, provocando una ubicación de familias pobres en el centro y familias ricas en la periferia. Esta distribución socioeconómica, se produce porque los propietarios con rentas altas tienen mayor elasticidad renta de espacio que elasticidad renta de coste de transporte. Es decir, los costes de transporte no son relevantes para el presupuesto de estas familias de rentas altas, sin embargo le dan mayor importancia al mayor espacio en metros cuadrados que les ofrece la periferia.

Wheaton (1982) se centra en la maleabilidad y en el supuesto de Alonso (1964) aceptando la durabilidad del bien, y así, expone el proceso de *regentrification*. La regentrificación se basa en el hecho de que las viviendas pueden ser restauradas y, de esta manera, las familias de rentas altas, vuelven a demandar las localizaciones del centro cuando los edificios recuperan sus condiciones óptimas originales. Esto provoca una inversión del proceso de filtering expuesto por Cooke y Hamilton (1964), y así, las viviendas de la zonas céntricas cercanas a los centros de comercio y negocios y los edificios atractivos por razones históricas o por ser edificios reconocido, se restauran, y de nuevo de nuevo son demandados por los ricos, desplazando a las familias de menor renta hacia la periferia.

En este modelo hay un aspecto que no queda aclarado, y es que la restauración del edificio no implica la regeneración del entorno de la zona en el que se ubica la vivienda, por lo que no está claro que las rentas altas demanden los edificios restaurados tan sólo por sus características internas y su buena ubicación.

2.3.1.3. EL MODELO DE TIEBOUT

Tiebout (1956) propone un enfoque alternativo en el que no toma como referencia exclusiva la distancia al CNN. Para él las familias eligen sus viviendas en base a las preferencias de zonas o entornos. El valor del suelo y de la vivienda dependen de las condiciones del entorno en el que se ubica y puede no verse influenciado por la distancia al centro. Las decisiones de localización dependen también de aspectos como la calidad del barrio, las comunicaciones, los bienes públicos, la calidad en la educación, la raza, etc.

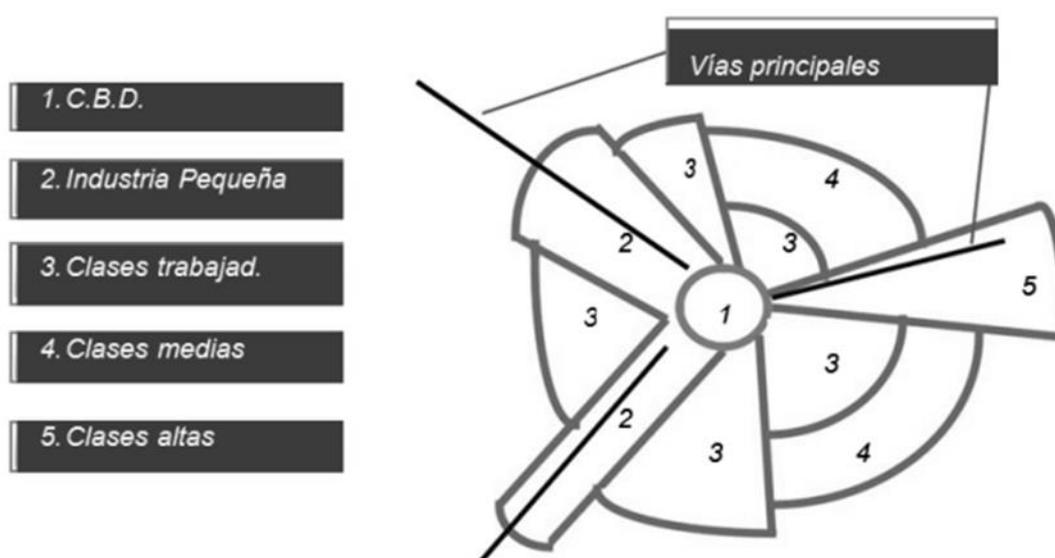
En este modelo se tienen en cuenta factores no contemplados en los modelos clásicos que conllevan un concepto de accesibilidad más amplio (Núñez, 2007). Así, se integran en la localización residencial y en la asignación de los espacios, las externalidades positivas y negativas y se integran modelos de aglomeraciones o los basados en economías de escala analizados en estudios del suelo de uso industrial.

Posteriormente, se han realizado ampliaciones y modificaciones de este modelo que amplían el número de factores y variables que inciden en las decisiones de los propietarios.

2.3.1.4. EL MODELO DE LOS SECTORES RADIANTES

Homer Hoyt, citado por Capel (1969), propuso el **Modelo de los Sectores Radiantes**. Según este modelo los diferentes grupos sociales tienden a agruparse en zonas distintas que se representan por sectores delimitados en torno al centro de la ciudad. Estos sectores surgen porque las personas con mayor poder adquisitivo, que en principio ocupaban el centro de la ciudad, se van desplazando por la vías principales y por las vías rápidas, buscando enclaves menos congestionados que el centro. Así se produce una expansión en forma de cuña, desde el centro a la periferia, y el espacio que se libera es ocupado por clases sociales de menores rentas.

Figura 9. Sectores radiales de la estructura urbana de la ciudad de Chicago



Fuente: Theodorson (1974) en Muñoz Fernández (2012)

En la figura 9 puede verse la estructura de la ciudad de Chicago, explicativa de este modelo que aparece en el artículo de Theodorson (1974). Se trata de una

estructura radial, siguiendo las vías principales, desde el CBD hacia la periferia, situándose las clases trabajadoras al lado de la industria pequeña y las clases medias y altas en las radiales donde no existe la industria.

Figura 10. Vista aérea nocturna de la ciudad de Buenos Aires



Fuente: www.reddit.com

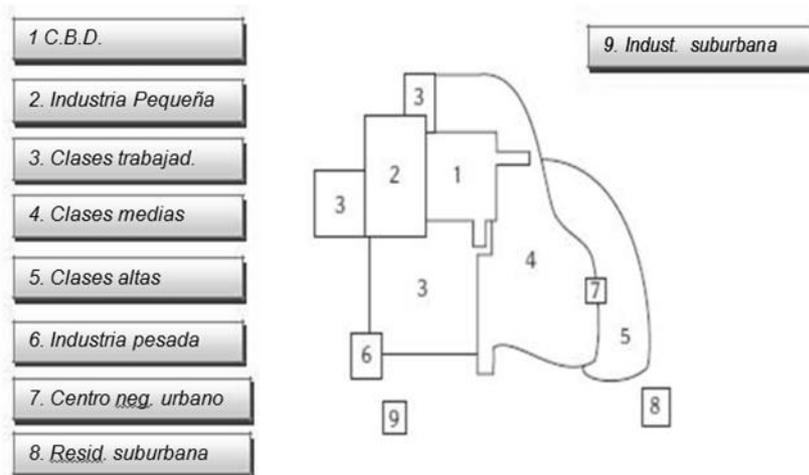
2.3.1.5. MODELOS MULTICÉNTRICOS

En las ciudades comienzan a aparecer zonas fuera del CBD, donde se aglomeran comercios y oficinas que actúan como nuevos centros dentro del espacio metropolitano. A raíz de esta descentralización generalizada, comienzan a aparecer los modelos multicéntricos.

En 1933, Mackenzie para dar respuesta a esta nueva estructura de ciudad, presenta el modelo de Núcleos Múltiples, también llamado modelo de Policentrismo. Este modelo considerado clásico, lo amplian y mejoran Harris y Ullman en 1945. Estos geógrafos evidenciaron múltiples núcleos separados que aparecen como versiones en miniatura del modelo urbano original monocéntrico.

Los distintos núcleos aparecen por el principio de aglomeración, localización y accesibilidad, esto es las ventajas que obtienen los negocios y las empresas al ubicarse unas al lado de otras con actividades complementaria, ahorros por asentarse cerca de instalaciones o de grandes vías que facilitan la entrada y salidas a las ciudades. Todo ello provoca núcleos urbanos separados tal y como podemos ver en la figura 11.

Figura 11. Modelo Multicéntrico de ciudad



Fuente: Zárate & Vázquez (1991)

Desde la ecología urbana se estudian, también, los modelos de ciudad, y así autores como Hawley¹⁸ (1950) y, posteriormente Duncan & Schnore (1958), realizaron un análisis estadístico multivariable de ecología factorial. Este método consiste en reducir una gran cantidad de información estadística a una serie de factores o componentes comunes basados en sus intercorrelaciones.

Más recientemente, encontramos trabajos que hacen referencia a los modelos policéntricos como los de Hochman & Pines (1982), Henderson & Loannides (1986), Turnbull (1990) o White (1999).

Los trabajos de Hochman (1982) y Henderson (1985) hacen referencia al gradiente de densidad de las grandes ciudades donde se produce descentralización. Afirman que este gradiente α es cada vez menor según van apareciendo subcentros comerciales y de trabajo.

Turnbull (1990) expone que la aparición de otros CBD genera estructuras de ciudad multicéntrica lo que hace que el modelo monocéntrico no tenga capacidad

¹⁸ Edición utilizada de la editorial Tecnos, Madrid, 1982

explicativa, pues al haber más de un centro ya no hay una única inercia y el centro de la ciudad ya no es tan atractivo para residir pues existen otros centros con mejores infraestructuras. (Núñez, 2007).

White¹⁹ (1999) nos habla de dos modelos policéntricos: uno endógeno y otro exógeno. El primero analiza, de un lado, el efecto de los costes de transporte en los comportamientos de ubicación del empleo y de la residencia y, de otro, las economías de aglomeración. El modelo exógeno se basa en los efectos que la suburbanización del empleo genera en la localización de los residentes y también en aspectos que tienen que ver con la asignación de infraestructuras en la ciudad (Muñoz, 2012).

Figura 12. Vista aérea nocturna de la ciudad de Brasilia



Fuente: <http://www.plataformaarquitectura.cl/>

2.3.2. MODELOS DINÁMICOS

Son modelos que se centran en los cambios que experimentan las variables por el paso del tiempo. Consideran que el valor de una variable no permanece constante a los largo del tiempo. Los modelos urbanos estudian el valor de mercado de los inmuebles y consideran que el cambio de valor en el tiempo no solo es debido al envejecimiento o deterioro de la vivienda sino a los cambios producidos en el entorno. Esto es, estiman el valor de la vivienda en función de sus características internas (tamaño, antigüedad, estado de conservación, calidades constructivas...) y de su localización (distancia al centro, equipamientos del barrio, cercanía al metro, nivel

¹⁹ Sacado de García-López, M.A. y Muñiz, I (2010)

socio-económico de la zona...). Sin embargo, como la localización de la vivienda es fija, el valor por su localización solo cambiará por cambios producidos en la zona (construcción de nuevas vías, zonas verdes, metro, superficies comerciales, dotaciones deportivas...).

En 1981 fueron Nellis y Longbottom los que realizaron un modelo dinámico para determinar los precios de la vivienda en Reino Unido. Para ellos los determinantes de los precios de la vivienda son las variables que influyen en la oferta y demanda de viviendas. Los precios se ajustarán a largo plazo para conseguir el equilibrio del mercado. Según Núñez et al. (2009) “la aproximación que siguen es derivar una ecuación a estimar como una relación de forma reducida de argumentos específicos de funciones de oferta y demanda para la vivienda que reflejen la influencia de los tres principales agentes económicos que operan en este mercado, es decir, compradores potenciales, vendedores e intermediarios financieros”. Determinan la demanda de viviendas por la renta de las familias, los precios, los factores demográficos, el coste y disponibilidad de financiación hipotecaria y las preferencias de los consumidores (Núñez, Caridad & Celular, 2009).

Poterba en 1984 desarrolló un modelo econométrico dinámico, que aunque se estimó para la valoración de activos financieros, también ha sido utilizado en mercados inmobiliarios, sobre todo para detectar y medir la sobrevaloración del precio de la vivienda.

Uno de los estudios basado en Poterba es el modelo que construye Meen en 1990 para cuantificar los efectos de los periodos de racionamiento en Reino Unido sobre la demanda y los precios de la vivienda. Meen (1990) obtiene, a través de la maximización de una función de utilidad temporal, la ecuación explicativa de los precios, someténdola a restricciones técnicas y presupuestarias y concluye que la variable racionamiento es significativa y ratifica la gran influencia que ejerce la renta real sobre los precios de la vivienda (Muñoz, 2012).

En el ámbito nacional es Bover quien aplica las ecuaciones de Poterba para analizar las variaciones del precio de la vivienda en España en el periodo comprendido entre 1976 y 1991. Bover concluye en su modelo econométrico dinámico que la variación del precio de la vivienda depende de la renta disponible pues esta explica más del 70% de esa variación.

Caselles et al. (2003) aplican la dinámica de Sistemas y la definen como la metodología basada en la Teoría de Sistemas de Control realimentados y no lineales, que permite el estudio de comportamientos pasados y futuros de los sistemas. Ellos

escogieron para la modelización y programación de su modelo de vivienda un sistema, creado por Caselles, denominado SIGEM (Sistema Inteligente Generador de Modelos). Realizan un estudio en Valencia capital y su área metropolitana, de los precios de la vivienda, centrándose en la accesibilidad a poder obtenerla. Crean dos modelos, uno determinista y otro estocástico concluyendo que es este último modelo el más indicado pues proporciona una estimación del ruido existente (Caselles Moncho & Romero Sánchez, 2003).

Uno de los últimos estudios realizados con modelos dinámicos es el de Gao et al. (2009) que analizan la dinámica de precios en dos tipos de mercados, cíclicos o volátiles y no cíclicos o domesticados, mediante la aplicación de un modelo autoregresivo de reversión.

2.3.3. MODELOS DE PRECIOS HEDÓNICOS

Los modelos económicos de precios hedónicos, nacen de los estudios microeconómicos sobre el comportamiento del consumidor. Concretamente de la teoría de la preferencia revelada. Para estimar esta preferencia del consumidor se utiliza la regresión hedónica, que se basa en la descomposición de un bien en un conjunto de atributos o características y en la contribución de cada atributo al valor de ese bien. La utilidad del consumidor es función, en la metodología hedónica, de las cantidades de los bienes consumidos y de los niveles de atributos o características que tengan. Normalmente la variable dependiente es el precio y las variables independientes los atributos o características del bien, por lo que el precio es función de las características del bien. Por tanto, mediante técnicas estadísticas de regresión se puede conseguir cuantificar los aspectos que conforman el bien analizado y estimar su contribución a su valor de mercado

Estos modelos han sido utilizados para la estimación de precios en distintos sectores. Ya en 1939 Andrew Court lo utilizó para estimar el precio de los automóviles relacionándolo con el peso del coche y la potencia del motor e incluía características como el frenado, los asientos, las llantas o la amplitud de las ventanas (Goodman, 1998). Aunque el verdadero origen, se estima en 1922 cuando Haas aplica la regresión hedónica para obtener los precios de la tierra de cultivo (Cowell & Dilmore, 1999). En un informe del Banco de España realizado por Bover & Izquierdo (2001), aluden a la utilización de precios hedónicos en equipos informáticos, automóviles y construcción.

Son numerosos los estudios que han considerado la vivienda en términos hedónicos, como hemos podido ver en los apartados anteriores. En ellos la vivienda es considerada como un conjunto de atributos individuales, y el precio global de la vivienda viene dado por la valoración de todas las características que lo forman, aunque el mercado no establece precios para cada característica por separado. Como dice Nicholson (1967), si se pueden establecer las características relevantes del bien y se conocen los valores de venta de los bienes existentes en el mercado para un determinado momento, es posible determinar qué parte del precio es consecuencia de cada atributo medible, y también es posible conocer las variaciones de precios debidas a cada uno de esos atributos.

Fue Shervin Rosen en 1974 quien popularizó el método de precios hedónicos y el primero que propuso un tratamiento unificado del modelo teórico. Según este modelo general de mercado, el precio de un bien es función de los atributos del mismo:

$$P = P(A) = P(a_1, a_2, \dots, a_n)$$

Siendo a_i la cantidad de características i -ésimas del bien.

La cantidad de características objetivas contenidas en el bien son percibidas de forma idéntica por los consumidores pero la valoración que cada consumidor realiza de la característica varía. Para una característica o atributo concreto a_i , se calcula la función del mercado de equilibrio para ese atributo $P(a_i)$ implícita en $P(A)$. Cuando tengan las mismas características los consumidores elegirán el bien de menor precio.

La función hedónica $P(A)$ estudia el precio de los bienes según sus características, por lo que la decisión de compra de las familias se basa en la maximización de la utilidad:

$$U(a_1, a_2, \dots, a_n, X)$$

Donde X representa el conjunto de los bienes consumidos.

Además, las familias cuentan con una restricción presupuestaria:

$$Y = P_X X + P_a(a_1, a_2, \dots, a_n)$$

Los individuos maximizan su utilidad con la elección de bienes no hedónicos "X" y bienes hedónicos "A". Rosen parte de un mercado competitivo, estas decisiones

individuales no son el precio de mercado. La función de demanda del individuo quedará representada por $D(A,X)$. La derivada parcial de esta función con respecto a una característica concreta "i" indica lo que el consumidor está dispuesto a cambiar en su gasto en vivienda para esa característica.

$$\frac{\partial(A, X)}{\partial(a_i)} = P(A)$$

La maximización de la utilidad con su restricción presupuestaria origina n funciones de demanda para cada atributo del bien, analíticamente:

$$P(A) = \frac{U_a(A, Y - P(a))}{U_x(A, Y - P(a))} = \frac{\partial D(A, X)}{\partial(a_i)}$$

Donde $i = 1, 2, \dots, n$

Las derivadas determinan la pendiente de las curvas por lo que gráficamente la elección del consumidor se realizará donde la curva de la función de demanda sea tangente a la de precios hedónicos. Esto es, donde se iguala la pendiente de la demanda del individuo con la pendiente de la función del precio y a su vez, es igual a la postura marginal por característica "i". Los puntos de elección representados por la función hedónica dependen del presupuesto y de las preferencias de los consumidores que eligen un conjunto individual de características.

Como Rosen realizó un modelo de mercado, también determina la cantidad y las características producidas por los oferentes. Así estudia del mismo modo, la elección de la cantidad y calidad de vivienda a producir, en función de los costes e intentando maximizar el beneficio. Función de costes: $C(A, Q)$, siendo Q el nº de unidades de productos con características A que se oferta.

Los productores intentaran maximizar el beneficio: $\text{Max } b = QP(A) - C(A, Q)$

Como supone un mercado de competencia perfecta los productores son precio-aceptantes y no tienen influencia en el precio. La decisión de producción de cada atributo estará determinada por:

$$\frac{\partial(P)}{\partial(a_i)} = p_i = \frac{C(A, Q)}{Q}$$

Donde $i = 1, \dots, n$

El oferente elegirá su producción en el punto en el que los ingresos unitarios igualen al coste marginal de producción. Como se tiene que elegir la combinación más adecuada de atributos a producir, el problema reside en la maximización del beneficio. La función de oferta será $S(A,Q)$.

La función de precios hedónicos, en situación de equilibrio es la envolvente de las funciones de oferta y demanda. Será la que represente los puntos de elección de viviendas a distintos precios y con viviendas distintas según sus atributos (Núñez, 2007).

En cuanto a la forma funcional de ajuste, según Goodman A. (1978), la elección debe hacerse con aquella que mejor concilie los atributos de viviendas y precios y cuyas desviaciones sean lo más pequeñas posibles. La estimación de modelos hedónicos puede realizarse mediante aproximaciones lineales, cuadráticas, logarítmicas, e incluso con la forma funcional del tipo Box-Cox. Para encontrar la forma funcional adecuada se debe ensayar hasta encontrar aquella que mejor representa el mercado objeto de estudio.

La mayoría de estudios, emplea para la elaboración de su modelo la metodología de mínimos cuadrados ordinarios. Con esta metodología pueden surgir problemas como la existencia de multicolinealidad, sobre todo con variables de tipo espacial. Para evitar estos problemas algunas investigaciones aplican la Regresión por Mínimos Cuadrados Parciales.

Por último en todo modelo de regresión se busca que tenga el mejor ajuste a los datos y que pueda predecir nuevas observaciones con el mínimo error. Para calcular la bondad de ajuste del modelo se analiza la variabilidad explicada por el modelo y la variabilidad residual. La primera se define como el sumatorio del cuadrado de las observaciones respecto a su media y la variabilidad residual es el sumatorio del cuadrado de las observaciones respecto del valor predicho por el modelo.(Muñoz, 2012).

2.3.4. MODELOS BASADOS EN TÉCNICAS DE SOFT COMPUTING

Las técnicas Soft Computing o Inteligencia Computacional se basan en la utilización combinada de metodologías que trabajan en escenarios de incertidumbre, con cierto nivel de imprecisión o con información parcialmente cierta. Zadeh (1994) afirma que son capaces de conseguir soluciones de bajo coste, manteniendo la robustez y flexibilidad necesarias. Dentro del Soft Computing encontramos computación neuronal, máquinas de soporte vectorial, algoritmos genéticos,

combinaciones de lógica difusa, computación evolutiva, aprendizaje automático o razonamiento probabilístico, entre otros. (Valero, 2010)

La inteligencia computacional se ha aplicado en un amplio campo de conocimiento de múltiples disciplinas. Por ejemplo, las máquinas de soporte vectorial se han usado en investigaciones de Categorización de Textos (Cortez et al., 2013), o en reconocimiento de comandos de voz (Morales et al., 2007), por citar algunos ejemplos. Las combinaciones de lógica difusa han servido entre otros usos para la solución de problemas financieros como la evaluación de proyectos, el análisis del crédito o el análisis financiero (Medina Hurtado, 2006) , para la medición del capital intelectual organizacional (Medina et al., 2010), o para el estudio de la rentabilidad económica de empresas agroalimentarias (Díaz Diez & Morillas Raya, 2004). En resumen, la computación evolutiva se ha aplicado en multitud de ocasiones, a la economía y las finanzas (Santana Quintero & Coello Coello, 2006), entre otros campos.

Además, la aplicación de algunas de estas técnicas como las redes neuronales, la combinatoria de lógica difusa y/o las máquinas de soporte vectorial han superado los métodos estadísticos convencionales. En otras áreas como la robótica o los servicios financieros, son una alternativa con proyección pero no termina de aplicarse al mundo real (Kecman, 2001).

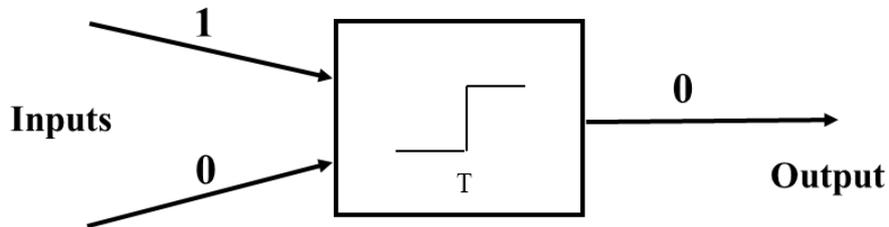
REDES NEURONALES ARTIFICIALES

Santiago Ramón y Cajal a finales del siglo XIX y principios del XX desarrolla la idea de neurona y la presenta como el elemento más pequeño en la estructura del cerebro humano que se intercomunica estableciendo una especie de red mediante conexiones especializadas o espacios (López-Muñoz, Boya, & Alamo, 2006). La estructura y el funcionamiento del cerebro humano se ha intentado reproducir mediante sistemas artificiales que emulan a pequeña escala los sistemas nerviosos biológicos.

Existen multitud de estudios sobre redes neuronales artificiales y así mismo son muchas y diferentes las disciplinas que han hecho uso de esta metodología. Para la mayoría de autores, McCulloch & Pitts (1943) fueron los pioneros presentando un modelo de red conexionista con una estructura de unidad elemental de procesamiento de funcionamiento simple (ver figura 13). Sin embargo, Soria & Blanco (2001) hablan de trabajos anteriores como el proceso de aprendizaje como proceso distribuido que

Karl Lashley desarrolló desde los años 20. Posteriormente, en 1949 Hebb determina unas reglas de aprendizaje que se conocen con el nombre de aprendizaje Hebbiano.

Figura 13. Neurona de McCulloch & Pitts (1943)



Fuente: McCulloch & Pitts (1943)

En 1956 Rochester, Holland, Haibt, & Duda, verifican mediante simulaciones una teoría neuronal que está basada en el aprendizaje de Hebb. Pero será Frank Rosenblatt (1958) quien desarrolla la primera red neuronal que hace posible la generalización. Esta red denominada Perceptrón es capaz de aprender unos patrones, y posteriormente, reconocer otros similares.

Bernard Widrow y Marcial Hoff (1960) desarrollan el modelo neuronal Adaptive Linear Neuron o ADELIN que fue pionero en la aplicación de problemas reales. Este modelo utiliza un sencillo algoritmo de aprendizaje denominado LMS (Least Mean Square). En 1962, Block publica resultados del perceptrón "MARK I" y en 1969, Minsky & Papert revelan importantes limitaciones de estas redes lo que lleva a una época de abandono en la investigación de las redes neuronales.

Ya en 1977 Anderson estudia modelos de memorias asociativas y más concretamente el autoasociador lineal BSB (modelo de Brain State in a Box) y en 1980 Grossberg introduce un principio nuevo de auto-organización y desarrolla las redes neuronales conocidas como *Adaptive Resonance Theory ART*.

Las investigaciones sobre redes neuronales comenzaron a proliferar a partir de 1982, gracias, en gran medida al modelo de Hopfield (1982) basado en unidades de proceso interconectadas que alcanzan mínimos energéticos. Surgen a partir de esta fecha organizaciones como *International Neural Network Society (INNS)*, *International Joint Conference on Neural Network (IJCNN)*, *International Conference on Artificial Neural Networks (ICANN)* o *la Neural Information Processing Systems (NIPS)* entre otras (Muñoz Fernández, 2012) que ayudan al avance de las investigaciones en este campo.

Kohonen (1982) publica en ese mismo año un artículo de mapas autoorganizativos en el que el aprendizaje del modelo no necesita un patrón. Se trata de un aprendizaje de tipo no supervisado. En este tipo de aprendizaje no es necesario tener un conjunto de datos de entrenamiento en que reconozca de antemano el resultado esperado para cada muestra. Otro ejemplo es el trabajo de Barto, Sutton, & Anderson (1983) que plantea el aprendizaje reforzado y su aplicación en control.

Entre 1986 y 1988 se forma el grupo Parallel Distributed Processing (PDP) con Rumelhart, McClelland y Hinton cuya aportación fue el algoritmo de aprendizaje y retropropagación (*back-propagation*) para redes neuronales multicapa. El procedimiento para entrenar estas redes se basa en proporcionar unos patrones de entrada asociados a unos patrones de salida deseados. La red con esos patrones de entrada y con pesos iniciales aleatorios, en virtud de una serie de funciones de activación no lineales, da una salida. Esta salida es comparada con los patrones deseados, mediante el error cuadrático medio de la diferencia aritmética entre esos dos patrones. Así se va entrenando la red hasta que ese error cuadrático tienda a un mínimo. Entrenar es aplicar un algoritmo matemático iterativo cuyo objetivo es minimizar ese error para que los patrones de salida se parezcan lo más posible a los patrones deseados.

A partir de este año son numerosos los trabajos de redes neuronales que enriquecen tanto los métodos de aprendizaje como las arquitecturas y las aplicaciones de estas.

En Economía, se han utilizado las redes neuronales artificiales para el pronóstico de la inflación (Misas, López, & Querubín, 2002); para la predicción de ventas (Galache, Vico, & González Pareja, 1992); en predicciones de quiebra (Coleman, Graettinger, & Lawrence, 1993), (Serrano Cinca & Martín del Brío, 1993); en mercados financieros y mercados de valores (Freedman & Frail, 1991), (Parga, 1994), (Martín del Brío & Serrano Cinca, 1995), (Yaser, 1995), (Trippi & Turban, 1996), (Aragón Torre & García Güemes, 1996), (Martínez, Hervás, Torres, & Martínez, 2007), (Kim & Sohn, 2010); o para estudiar la volatilidad de los mercados (Hampton, 1997), entre otros temas.

En el mercado inmobiliario y más concretamente para predicción del precio de bienes inmuebles se han realizado multitud de estudios tanto en España como en el resto del mundo. En la tabla 1 se puede ver los estudios sobre estimación de precios de vivienda por autor año y zona geográfica en España y en la tabla 2 un compendio de las investigaciones realizadas fuera de España.

Tabla 1. Estudios de estimación de precios del mercado inmobiliario con RNA

AUTOR	AÑO	ÁREA GEOGRÁFICA
Borst	1991	Nueva Inglaterra
Tay y Ho	1992	Singapur
Do y Grudnitski	1992	California (U.S.A.)
Collins y Evans	1994	Reino Unido
Worzala, Lenk y Silva	1995	Colorado (U.S.A.)
Borst	1995	Nueva Inglaterra
Mc Cluskey et al.	1996	Irlanda
Rossini	1997	Sur de Australia
Bonissone & Cheetham	1997	U.S.A.
Haynes y Tan	1998	Australia
Cechin et al.	2000	Porto Alegre (Brasil)
Karakozova	2000	Helsinki (Finlandia)
Nguyen y Cripps	2001	Tennessee (U.S.A.)
Kauko et al.	2002	Helsinki (Finlandia)
Limsombunchai et al	2004	Nueva Zelanda
Liu, Zhang & Wu	2006	China
Khalafallah	2008	Orlando (U.S.A.)
Selim	2009	Turquía
Peterson	2009	Carolina del Norte
Lin	2011	Costa Este (EE.UU)
Hamzaoui y Hernández	2011	México
Han, Dai y Zhang	2013	China

Fuente: Elaboración propia a partir de Muñoz 2012 y Núñez 2013

Tabla 2. Estudios en España de estimación de precios de mercado inmobiliario mediante RNA

AUTOR	AÑO	ÁREA GEOGRÁFICA
Celular y Caridad	2001	Córdoba
Mohamed Amar	2002	Cádiz
Fuentes Jiménez	2003	Melilla
Gallego	2004	Madrid
García Rubio	2004	Albacete
Lara Cabeza	2005	Jaén
Núñez	2007	Córdoba
Ramos et al.	2009	Suelo rústico nacional
Muñoz	2012	Córdoba

Fuente: Elaboración propia a partir de Muñoz (2012) y Núñez et al. (2013)

A continuación vamos a explicar qué es y cómo funciona una red neuronal artificial, y los tipos de estructura o arquitectura de red que podemos encontrar, basada en un perceptrón multicapa.

CONCEPTO DE RNA

Bishop (2006) define las redes neuronales como herramientas no lineales que son capaces de relacionar los datos de entrada y los datos de salida sin conocimiento previo de la posible correlación existente entre las variables incorporadas. Siguen un

modelo de “caja negra” pues el proceso es desconocido. Las RNA están inspiradas en las neuronas biológicas. Se trata de un determinado número de neuronas artificiales interconectadas por unos pesos sinápticos que forman la red. Cada una de estas neuronas se compone de:

- a) Un conjunto de entradas $x_j(t)$ caracterizadas por un peso sináptico w_{jk} , que representa la intensidad de las interacciones entre una neurona k y cada una de las neuronas j de la capa anterior. Estas conexiones determinan el comportamiento de la neurona y pueden ser excitadoras, cuando presentan un signo positivo, o inhibitoras con signo negativo.
- b) Una regla de propagación o sumador cuya misión es sumar todas las entradas multiplicadas por sus respectivos pesos:

$$S_k = \sum_{j=1}^n (w_{jk} * x_j + b_k)$$

Esta regla determina la entrada efectiva de la neurona k a raíz de las entradas individuales a la misma.

- c) Una función de activación no lineal F_k que sirve para limitar la amplitud de la salida:

$$Y_k = F_k(S_k)$$

Determina la salida Y_k de la neurona k mediante su nivel de excitación. Las funciones de activación más comunes son las sigmoidales del tipo:

$$F_k(S_k) = 1/(1 + e^{-S_k})$$

O las tangenciales del tipo:

$$F_k(S_k) = (e^{S_k} - e^{-S_k})/(e^{S_k} + e^{-S_k})$$

- d) Una salida externa b_k o umbral exterior, que aumenta o disminuye la excitación umbral de una neurona. Determina, por tanto, el umbral por encima del cual la neurona se activa.

Algunas características de la red neuronal son su flexibilidad, la tolerancia al error o el hecho de permitir una respuesta en tiempo real (Muñoz Fernández, 2012)

ARQUITECTURA DE LAS RNA

Los componentes que acabamos de ver se pueden conectar entre sí dando lugar a estructuras neuronales o modelos conexionistas que se pueden clasificar según distintos criterios, atendiendo al número de capas, al tipo de conexión o al grado de conexión:

Arquitectura por el número de capas

Una capa es un grupo de neuronas que reciben información de la misma fuente, bien del exterior, o bien de otra capa oculta. Una red posee tres tipos de capas distintas:

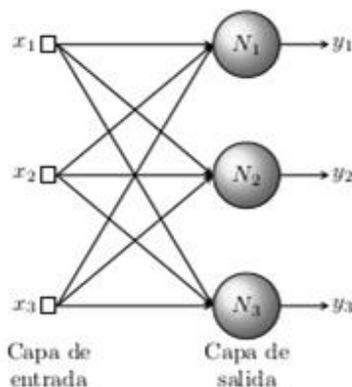
- La capa de entrada.- recibe los datos del exterior,
- La capa o capas ocultas.- Son aquellas que tiene entradas y salidas dentro del sistema y no tienen contacto con el exterior
- La capa de salida.- Es la que envía la respuesta de la red al exterior.

En base a la distribución de las neuronas pueden ser redes monocapa o redes multicapa.

REDES MONOCAPA

Son las más sencillas, se componen de una capa de entrada que proyecta las entradas y de una capa de salida donde se realizan los distintos cálculos. Al no realizar cálculos la capa de entrada, no cuenta como tal, de ahí su nombre de monocapa. Suele utilizarse para memorias asociativas. Lo que hace es que almacena en los pesos de la red, información a través de un proceso de entrenamiento. Con los datos presentados a la capa de entrada la red le proporciona la información más parecida de las que tiene almacenadas. Esto es. Intenta asociar una información de entrada con una almacenada.

Figura 14. Esquemas de red monocapa



Monocapa

Fuente: <http://es.slideshare.net/matallanas/irin-clase140509>

REDES MULTICAPA

Están formadas por una capa de entrada, una o varias capas intermedias denominadas ocultas y otra capa de salida. Se trata de una de las RNA de aprendizaje supervisado más utilizadas, pues se usa para problemas de clasificación y predicción. Fue creada por Rosenblatt (1958). En esta red, las neuronas se agrupan en capas o niveles. Cada entrada a una neurona está compuesta por las salidas de las capas anteriores, menos para las neuronas de la capa de entrada, que, en este caso, la entrada corresponde a los datos de partida del problema a resolver (Valero, 2010). En base al problema tratado se determinan el número de neuronas de la capa de entrada y de salida. Para determinar el número de capas ocultas o intermedias se hace necesario realizar estudios previos, pues el problema no aporta información que ayude a establecer la topología de la red.

Un ejemplo de percentrón con una capa de entrada una capa oculta y una capa de salida lo podemos ver en la figura 21 que responde a la siguiente ecuación:

$$y_k(x, w) = \sigma\left(\sum_{j=0}^M w_{kj}^{(2)} h\left(\sum_{i=1}^D w_{ji}^{(1)} x_i\right)\right)$$

Dónde:

- D es el número de nodos de la capa de entrada
- M es el número de nodos de la capa oculta
- K es el número de salidas
- $h(\cdot)$ y $\sigma(\cdot)$ las funciones de activación empleadas.

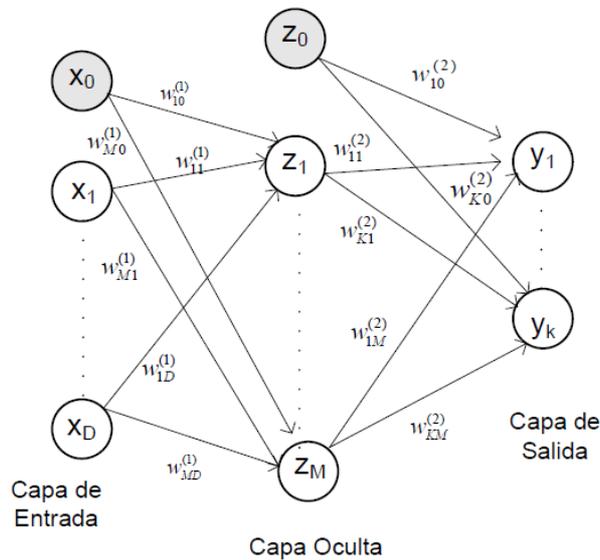
Los parámetros bias se representan con una entrada más (x_0) y un nodo adicional (z_0) por cada capa oculta.

En la figura 15, los nodos representan las variables de entrada (x_i), las ocultas (z_m) y las de salida (y_k). Los pesos están representados por conexiones entre los distintos nodos. Los parámetros bias son las variables añadidas X_0 y Z_0 . Y, por último el sentido de las flechas indica la dirección del flujo de información durante el entrenamiento.

Puede existir el peligro de obtener un modelo sobre-entrenado, o lo que es lo mismo, un modelo demasiado ajustado a la información con la que se ha entrenado y que no ofrece buenas respuestas. Para solucionar este problema se hace necesario

establecer mecanismos que controlen el rendimiento del modelo para detectar cuándo es necesario volver a entrenar la red o cuando dejar de entrenarla (Valero, 2010).

Figura 15. Perceptrón Multicapa con una capa oculta,



Fuente: Valero (2010)

Arquitectura por el tipo de conexiones

Por el tipo de conexiones nos podemos encontrar con redes neuronales recurrentes y no recurrentes.

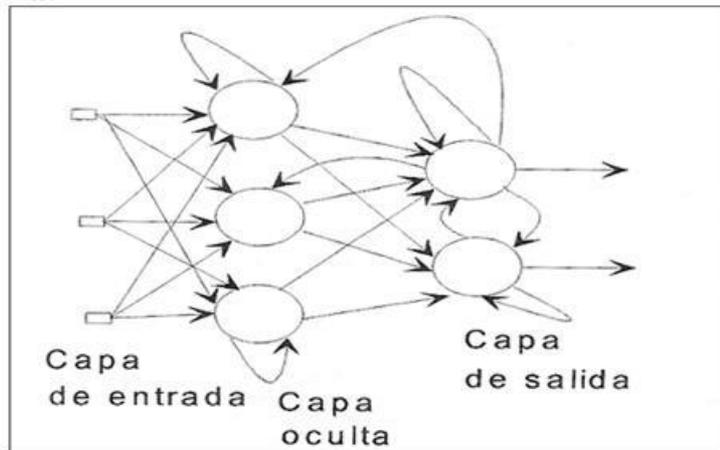
REDES NEURONALES NO RECURRENTES

En estas redes la propagación de señales se produce en un solo sentido. No existe la realimentación y no tiene memoria.

REDES NEURONALES RECURRENTES

Se caracterizan por tener lazos de realimentación. Estos lazos se pueden establecer entre neuronas de distintas capas, de la misma capa, e incluso, entre una misma neurona. La figura X nos muestra un esquema de una red recurrente.

Figura 16. Red neuronal recurrente



Fuente: Soria & Blanco (2001)

Arquitectura por el grado de conexión

Por el grado de conexión nos encontramos con redes totalmente conectadas y redes parcialmente conectadas.

En las RNA *totalmente conectadas* las neuronas de una capa están conectadas con las de la siguiente capa, cuando las redes son no recurrentes, o también con las de la capa anterior, en el caso de redes recurrentes.

En las redes *parcialmente conectadas* no se produce la conexión total entre neuronas de distintas capas.

APRENDIZAJE DE LAS RNA

Los pesos que las conexiones entre neuronas aplican a la entrada de un estímulo es lo que determina la respuesta de una red neuronal. Según Fausett (1994), el aprendizaje consiste en modificar los valores de esos pesos en respuesta al grupo de entrenamiento o conjunto de ejemplos, según unos criterios que llamamos regla de aprendizaje. Hay dos tipos de reglas: aprendizaje supervisado y no supervisado.

En el aprendizaje supervisado se proporciona a la red datos de entrenamiento que contienen tanto la información de entrada como la respuesta o salida esperada para los mismos (Valero, 2010). Por tanto, durante el proceso de aprendizaje se comprueba la salida de la red para una entrada y si no coincide con la esperada,

modifica los pesos de las conexiones con el fin de obtener una salida que se aproxime a la deseada minimizando el error de salida. El proceso se repite hasta alcanzar el margen de error esperado.

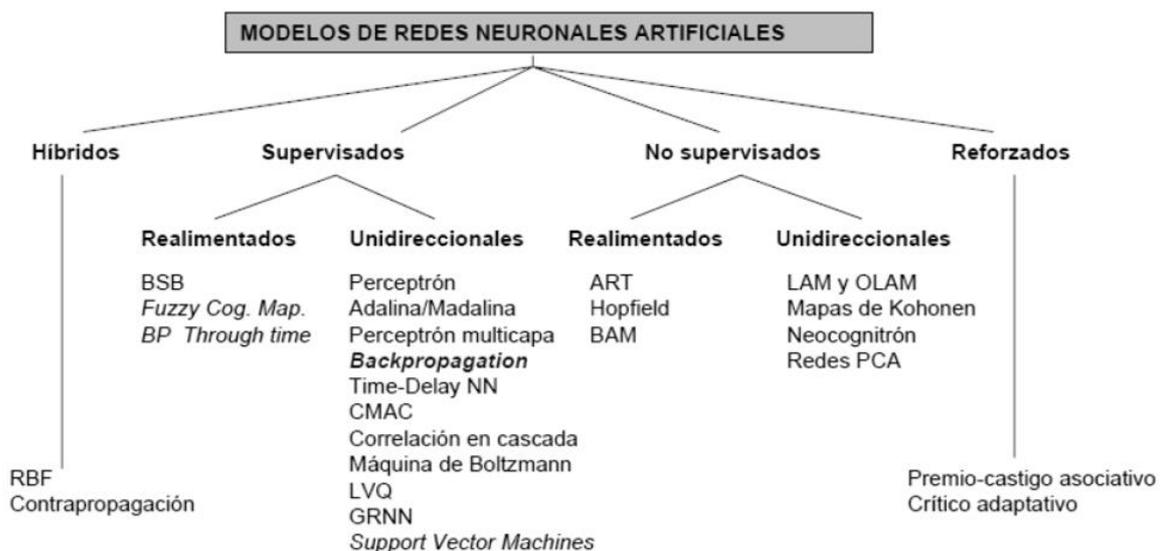
En el aprendizaje no supervisado se proporciona tan sólo datos con información de entrada, pero no se facilita información sobre las salidas esperadas para ellos, por lo que la red debe clasificar las entradas y las salidas basándose en la similitud con otras entradas (Valero, 2010). En este caso la red no necesita ninguna respuesta asociada a cada patrón de entrada para ajustar los pesos de las conexiones entre sus neuronas. Esto es, no recibe información alguna del entorno que le señale si la salida es correcta o no. Se basa en encontrar las características similares entre los datos que se presentan en la entrada. Este método también es denominado autoorganizativo (Muñoz Fernández, 2012).

En el aprendizaje híbrido se combina los dos aprendizajes, supervisado y no supervisado, en la misma red, aunque normalmente se realizan en capas diferentes.

El aprendizaje reforzado utiliza la información sobre el error cometido, pero a diferencia del aprendizaje supervisado, no existe una única señal de error que represente el rendimiento global de la red, ya que se le indica si se están obteniendo los resultados. También se le conoce como aprendizaje por premio.

Existen multitud de RNAs desarrolladas aunque según Sarle (2002) los 40 modelos más importantes se pueden ver en la figura 21

Figura 17. Distintos modelos de RNA



Fuente: Cruz Torres (2009) y Muñoz Fernández (2012)

VALIDACIÓN DE LAS RNA

Hemos visto como los pesos de la RNA, durante la fase de entrenamiento, modifican sus valores de forma reiterativa con el fin de minimizar el error obtenido entre la salida de la red y la salida real. Puede pasar que a partir de un determinado momento comience a ajustarse excesivamente a elementos que no son relevantes, en vez de ajustarse a la función que relaciona entradas y salidas. A esto se le llama sobreaprendizaje.

Este problema de sobreaprendizaje puede evitarse con la utilización de un segundo grupo de entradas, también llamado grupo de prueba o de validación, diferente al grupo de entrenamiento, y que nos sirve para controlar este proceso. Este segundo grupo de entradas nos sirve para calcular el error que comete la red con valores distintos a los utilizados en el entrenamiento, también conocido como error de validación. Estos errores aparecen ante entradas no conocidas, o no vistas previamente por la red. Cuando los errores de validación comienzan a aumentar, se debe parar el aprendizaje y quedarse con la red del ciclo de entrenamiento anterior. Esto se realiza para evitar el sobre entrenamiento pues la red comienza a aprender particularidades de los datos de aprendizaje, impidiendo que generalice. Por tanto, su respuesta empeora ante datos no conocidos.

Se hace necesario un tercer grupo de datos o grupo de test que no haya participado en el aprendizaje y que nos pueda dar una estimación no sesgada. Se puede asumir como bueno el modelo cuando los resultados del grupo de test se mantienen satisfactorios.

PARTE 2

**LA CIUDAD DE VALENCIA.
HISTORIA, CRECIMIENTO Y
ESTUDIO DE PRECIOS DE LA VIVIENDA**

3. LA CIUDAD DE VALENCIA. HISTORIA, CRECIMIENTO Y PRECIOS DE LA VIVIENDA

En este apartado nos centramos en conocer la ciudad objeto de estudio, su historia, su evolución urbanística y la evolución de los precios de la vivienda en la ciudad de Valencia.

Comenzaremos por trazar, en el primer apartado, un breve recorrido histórico desde los primeros asentamientos de la ciudad hasta el siglo XX. Continuaremos en el segundo punto analizando el desarrollo urbanístico de la ciudad a partir del primer planeamiento integral de este municipio, el Plan General de Ordenación Urban (PGOU) de 1946 y recorriendo los distintos planes realizados, así como lo ejecutado realmente de dichos planes, hasta conocer la situación actual urbanística en la ciudad de Valencia. Por último, y dado que desarrollaremos un modelo neuronal de precios de la vivienda, estudiaremos la evolución de los precios de la vivienda en la ciudad y su distribución espacial.

3.1. INTRODUCCIÓN HISTÓRICA

Las referencias mas antiguas de asentamientos en la ubicación actual de la ciudad de Valencia, de las que tenemos constancia, datan de los siglos IV y III a.C. Los arqueólogos han encontrado evidencias de los primeros enclaves, en las calles Ruaya y Sagunto, que demuestran actividad humana antes de la fundación romana. Se trata de refugios provisionales, como postes para cabañas y tiendas de campaña que en pocos años dieron origen a edificaciones más consolidadas. Algunas publicaciones hablan de ocupaciones anteriores de tribus edetanas que posteriormente se trasladaron hacia el norte de la península (Sanchis Guarner, 2012).

Se han encontrado en las excavaciones restos de construcciones hidráulicas de planta rectangular, cerámicas íberas y púnicas, un pozo con ánforas que parecen proceder de Ibiza, Cádiz o norte de África, y una moneda cartaginesa de la época Bárquida. Algunas investigaciones afirman que Valencia formaba parte de una ruta comercial de cerámica de lujo. Por este enclave pasaría posteriormente la Vía

Augusta, importante calzada romana que llegaba desde Italia y continuaba hasta Andalucía.

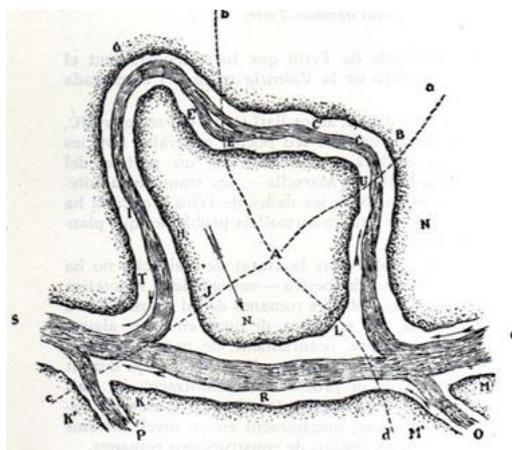
A continuación veremos la evolución de la ciudad en los siguientes períodos históricos:

- I. PERÍODO ROMANO (138 a.C.-718)
- II. PERÍODO MUSULMAN (718-1238)
- III. PERÍODO MEDIEVAL (1238-1521)
- IV. PERÍODO CONVENTUAL Y BARROCO (1521-1707)
- V. PERÍODO DE LA ILUSTRACIÓN (1707-1808)
- VI. LOS INICIOS DE LA VALENCIA MODERNA (1808-1946)

I. PERÍODO ROMANO (138 a.C.-718)

Como enclave estable urbano, Valencia tuvo un origen y estructuración claramente romano. Se originó como un oppidum o ciudadela amurallada asentada sobre una isla fluvial originada por la bifurcación del río Guadalaviar o Turia. Era un enclave estratégico, cerca del mar, con la defensa del río que lo rodeaba y en el paso de la vía Augusta.

Figura 18. Isla fluvial según Nicolau Primitiu donde se asentó Valencia



Fuente: Libro "La ciutat de València" pp. 20 (Sanchis Guarner, 2012)

El nacimiento como ciudad se efectuó en el año 138 a.C., siendo cónsul romano Décimo Junio Bruto, para instalar soldados licenciados, a los que repartió tierras junto a la nueva ciudad. No se conoce a ciencia cierta la extensión y la forma de esta ciudad romana, aunque sí se ha podido ubicar de manera aproximada su foro, cardo y decumanus. Se cree que el primer asentamiento se ubicaba en los alrededores de la catedral, el Foro en la Almoina y en dirección oeste en la plaza de la Seo o de la Mare

de Deu, el Cardo (norte-sur) a lo largo de las actuales calle Salvador, plaza de la Almoina y Palacio Arzobispal y el Decumanus (este-oeste) desde la plaza de la Almoina, hacia la calle Caballeros, después de atravesar la plaza de la Mare de Deu (Llopis, Perdigón, & Taberner, 2005).

Figura 19. Situación en el mapa de la Valencia Romana



Fuente: elaboración propia con Google Earth.

El origen de la ciudad junto al mar Mediterráneo permitía una buena comunicación marítima con Roma, requisito indispensable en la expansión del imperio romano, a la vez que mejoraba la eficacia del transporte de mercancías y comunicaciones con el resto de territorios. Fue de vital importancia, la ubicación estratégica de Valencia en un punto de la Vía Heraclea (Vía Augusta), eje principal de la red viaria de la Hispania romana. Entre los años VIII y II a.C. se convirtió en una importante vía de comunicaciones y comercio entre las ciudades y provincias y los puertos del Mediterráneo.

Su ubicación junto al río Turia mejoraba la accesibilidad a una importante fuente de materias primas, la pesca y a otra fuente de recursos naturales de vital importancia, la huerta, en un momento en el que la principal actividad económica era la agricultura.

La cercanía a la Albufera y sus adyacentes tierras fértiles suponían una importante ventaja en cuanto a la obtención de recursos y materias primas. Por último, la existencia de manantiales naturales de agua, muy presentes en la cultura romana, supondrían, junto con los anteriores determinantes, un enclave idóneo en el proceso de romanización.

Figura 20: Valentia romana



Fuente: Sanchis Guarner, 2012

La ciudad romana se componía de módulos que se distribuían de forma ordenada y que estaban separados por las calles, tal y como podemos ver en la figura 20. Las calles eran iguales y para su defensa la ciudad estaba rodeada de una muralla en la que se alzaban torres de vigilancia. En la Valentia romana existían edificios públicos como el anfiteatro, el teatro y el foro que determinaban la composición de la ciudad. También existían edificios comunitarios como las basílicas y las termas. Dentro de la ciudad existían distintas tipologías de vivienda: la casa, domus, la insula y la villa.

La ciudad fue destruida en el año 75 a.C. en el curso de la guerra entre Pompeyo y Sertorio y parece ser que quedó prácticamente abandonada durante al menos cincuenta años. Desde mediados del siglo I, la antigua Valentia recuperó el ritmo perdido e inició una larga etapa de desarrollo, caracterizada por el crecimiento urbano, la afluencia de nuevos colonos, y el engrandecimiento de la urbe mediante la construcción de grandes edificios públicos (como el foro o el circo) y la ejecución de importantes obras de infraestructura, como un puerto fluvial junto a las actuales Torres de Serranos o la traída de aguas, un equipamiento del que los valencianos no volverían a gozar hasta mediados del siglo XIX (Dauksis, S. y Taberner, F. Cord., 2000, pp 15).

Valentia atravesó una etapa de crisis, y a partir de la segunda mitad del siglo III, entró en un largo periodo de decadencia. La ciudad fue retrayendo su perímetro, se despoblaron barrios enteros, y se abandonaron las redes de infraestructuras. Un siglo después, tras el vacío de poder dejado por la administración imperial, la iglesia asumió las riendas de la ciudad y los antiguos templos romanos fueron reemplazados por edificios de culto cristiano. En el siglo VI, con el Obispo Justiniano, Valentia experimenta cierta recuperación y frenó por algún tiempo la degradación urbana.

En el año 554, la invasión bizantina del sudeste de la península, originó que la ciudad cobrara una importancia estratégica, instalándose en ella contingentes militares visigodos y emprendiendo tareas de fortificación del antiguo circo romano. Tras la expulsión de los bizantinos en el 625 se inicia una etapa oscura de la que apenas existe documentación y que parece testimoniar un tono de vida urbana muy bajo.

II. PERÍODO MUSULMAN (718-1238)

Figura 21. Valencia en 1238



En el año 718 llegaron los árabes a la ciudad de Valencia y la nueva cultura del Islam se asentó en la ciudad durante cinco siglos.

Hacia el siglo XI basa su desarrollo económico en la agricultura y es bajo el reinado de 'Abdal-'Aziz (1021-1061), cuando se construye la muralla y la almunia real de la Vilanova. La ciudad musulmana tenía una superficie de aproximadamente 47 hectáreas y su población rondaba los 15.000 habitantes.

Fuente: (Llopis, Perdigón, & Taberner, 2005)

La ciudad musulmana limitaba por el lado noreste con el río entre los puentes del Real y de Serranos, girando en dirección suroeste hasta el Tossal. En esta época, el interior poseía las características morfológicas y estructurales de las ciudades musulmanes. Si bien estaba condicionada por tener acceso desde cinco puertas, la ciudad carecía de auténticas plazas o espacios libres. Sus calles eran angostas y tortuosas, y abundaban los callejones sin salida o atzucacs. La mezquita mayor estaba junto al Alcázar que se encontraba en la medina situada en el antiguo recinto romano.

Figura 22. Perímetro de la ciudad musulmana



Fuente: La ciutat de València (Sanchis Guarnier, 2012, pág. 44)

Un signo inequívoco de ciudad musulmana es la multitud de baños o “hamman” que existían, entre otros el de Abd al-Malik o “baños del Almirante”, ha sido recientemente restaurado o el de Sant Andreu, localizado y excavado en la calle Poeta Querol (Llopis, Perdigón, & Taberner, 2005).

A la muerte de Almanzor, el estado se fragmenta, apareciendo los llamados reinos taifas. Valencia cae en manos de Rodrigo Díaz de Vivar, el Cid Campeador, y es reconquistada definitivamente en el año 1238 por Jaime I.

III. PERÍODO MEDIEVAL (1238-1521)

El rey Jaime I procedió, mediante el Repartiment, a distribuir entre sus compañeros de armas la propiedad de los inmuebles pertenecientes a la población

musulmana expulsada y en 1261 otorgó a la ciudad de nuevas leyes, “els Furs” o Fueros. La ciudad se estructuró en diferentes barrios y se distribuyeron las 1.615 casas existentes, entre los nuevos habitantes llegados de Barcelona (503) Montpellier (150), Tarragona (127), Tortosa (147), Lérida (141), Teruel (267), Zaragoza (99), Calatayud (104), Daroca (127), y en menor cantidad de otras poblaciones (Llopis, Perdigón, & Taberner, 2005). Los judíos representaban un 6,5% del total de la población y se instalaron en la parte oriental de la ciudad en un recinto cerrado. Los musulmanes que se quedaron los trasladaron al poniente, en el exterior de la ciudad donde se iría formando el barrio de la Morería.

Se reestructuraron las viviendas y se empezaron a construir sobre las antiguas mezquitas, las nuevas iglesias cristianas: Santo Tomás, San Andrés, San Martín, Santa Catalina, San Nicolás, San Bartolomé, San Lorenzo, El Salvador, San Esteban, San Juan, Santa Cruz y la Catedral, en donde se ubicaba la parroquia de san Pedro.

En esta época cristiana se trató de enderezar la alineación de las calles y se fueron eliminando los callejones sin salida o atzucacs, tan característicos del urbanismo musulmán. También se dictaron nuevas disposiciones relativas a la edificación de los nuevos edificios, como la reducción del tamaño de los vuelos.

Junto a las principales vías de acceso a la ciudad, comienzan a construirse importantes conventos: San Francisco, San Agustín, el convento de las Magdalenas, el del Carmen, el de la Trinidad o el de Santo Domingo entre otros. Se formaron en torno a estos edificios monásticos, pequeños núcleos habitados.

La ciudad pasó por graves aprietos a mediados del siglo XIV. Por un lado, la peste negra de 1348 y las sucesivas epidemias de años siguientes, que redujeron la población. Por otro, la guerra de la Unión, una revuelta ciudadana, encabezada por Valencia como capital del reino, contra los excesos de la monarquía y la guerra con Castilla obligó a levantar a toda prisa una nueva muralla para contener, por dos veces en 1363 y 1364, el ataque castellano. Por ello, en 1358 se creó la Junta de Murs i Valls ante esta necesidad de ampliar el recinto amurallado y bajo la dirección del maestro Guillem Nebot se inician los trabajos de la nueva muralla, el alcantarillado y la construcción de puentes y petriles del Turia. (Llopis, Perdigón, & Taberner, 2005)

Es en el siglo XIV, cuando se observa un mayor interés en poner solución al problema urbanístico que suponen las calles estrechas y callejones sin salida, al lado de calles rectas y paralelas de la ciudad romana (Graullera Sanz, 2009).

Figura 23. Ubicaciones en la ciudad cristiana.



Fuente: La ciutat de València (Sanchis Guarnier, 2012, pág. 93)

La puerta de Serranos se construye entre 1392 y 1398 y se convierte en el acceso principal de la ciudad. El nuevo ensanche incorporó los barrios de Xarea, Roteros, la Boatella y la Morería, entre otros, y también algunos conventos de extramuros. Esta gran muralla, con sus puertas y torres, se puede reconocer en la cartografía valenciana de los siguientes siglos. Se crea dentro de ella un espacio urbano de 142 hectáreas que va a permitir el crecimiento de la ciudad hasta mediados del siglo XIX (Llopis, Perdigón, & Taberner, 2005).

Durante el siglo XV, Valencia ciudad, crece de forma vertiginosa, pasando de los 4.000 habitantes que tenía a principios de siglo a más de 80.000 en 1483. Tanto la producción agrícola e industrial como el comercio, alcanza una gran expansión, y así, durante el reinado de Alfonso el Magnánimo, Valencia es una de las capitales más

florecientes de Europa, reconocida por su actividad cultural y financiera. En este siglo se construyeron edificios tan emblemáticos como la Lonja (1492), El Palau de la Generalitat o Las Torres de Quart (1441-1460). En 1498 se creó la Universidad (Dauksis, S. y Taberner, F. Cord., 2000).

IV. PERÍODO CONVENTUAL Y BARROCO (1521-1707)

En los años 1520-1521 el hecho socioeconómico más significativo en Valencia fueron las Germanías. La defensa y el control de la ciudad lo llevaban lo agermanados. Los “hermanos de gremios” ordenaron que la muralla estuviera accesible por todos los lugares posibles y señalaron los puntos donde reunirse los gremios con sus banderas de Guerra.: el Tossal, la plaza de Pellicers, la plaza Predicadores y la plaza de la Seo (Graullera Sanz, 2009, pág. 32).

Los gremios tenían sus propias calles, normalmente en el antiguo recinto musulmán menos los tintoreros y los pelaires que por la necesidad de espacio se situaron en la zona noreste. (Llopis, Perdigón, & Taberner, 2005)

Figura 24: Valencia en 1608



Fuente: Llopis, Perdigón, & Taberner (2005)

El siglo XVI se caracteriza por la abundancia excesiva de edificios religiosos tanto dentro como fuera de las murallas, por ello también se conoce a esta etapa como la Valencia conventual. Algunos de los conventos que se construyeron tanto dentro como fuera de los muros lo podemos ver en la tabla 3.

Tabla 3. Conventos construidos en la Valencia Conventual

INTRAMUROS	AÑO	EXTRAMUROS	AÑO
San Sebastián	1536	San Sebastián	1533
La Corona	1563	San Juan Bautista	1572
San Joaquín y Sta. Ana	1564	Santa Mónica	1603
Casa Profesa del Espíritu Santo (Compañía)	1579	San Felipe Apóstol	1612
Santa Ana	1586	Ntra. Sra. de los Dolores	1657
San Juan de la Ribera	1587	Ntra. Sra. de los Ángeles	1661
San José	1588	Belén	1673
San Fulgencio	1595	Corpus Christi	1681
La Sangre	1596	San Pío V	1683
Nuestra Sra. del Pie de la Cruz	1597		
San Gregorio	1600		
Santa Úrsula	1605		
Santa Clara (Capuchinas)	1609		
El Pilar	1618		
La Presentación	1643		
San Felipe Neri	1648		
Nuestra Sra. de la Soledad	1652		

Fuente: Elaboración propia a partir de Noguera 2000, pág. 107

A partir de 1652 no se funda ningún convento dentro de los muros, lo que hace pensar que el suelo urbano se encontraba muy colmatado. (Noguera Giménez & Bérchez Gómez, 2000). No se construyen tampoco más parroquias aunque algunas de ellas son redecoradas en su interior al gusto barroco como los Santos Juanes, San Nicolás, Santa Catalina o –San Esteban. Se levantan los campanarios de San Nicolás en 1658 y de Santa Catalina en 1688 y se construye entre 1652 y 1667 la Basílica de Ntra., Sra. de los Desamparados, diseñada por el arquitecto Diego Martínez Ponce de Urrana (Llopis, Perdigón, & Taberner, 2005).

También se emprendieron obras públicas de interés como la construcción de un Petril de sillería entre las puertas de la Trinidad y del Mar en 1591, los puentes del Mar, del Real y Nuevo o de San José, y trozos de muralla y alcantarillado. Otras obras

que se terminaron fueron el remate de la Torre de la Generalitat, la loggia añadida a la Seo y el palacio del Embajador Vich, el Convento de San Miguel de los Reyes, y el Colegio del Corpus Christi (Llopis, Perdigón, & Taberner, 2005).

La morfología urbana cambia, la población en el siglo XVI se acerca a los 60.000 habitantes y el número de viviendas se aproxima a 12.000. La calle del Mar se convierte en el eje principal de la ciudad, y ello favorece la apertura del centro urbano hacia el mar.

En el primer tercio del S. XVII se produce una depresión económica que se acentúa por la expulsión de los moriscos pues alrededor de un 30% de la población fue expulsada y tuvo una repercusión considerable. El plano realizado en 1608 (ver figura 29) por el italiano Antonio Manceli es el más antiguo conocido y muestra la ciudad inmediatamente antes de esta expulsión.

Figura 25. Mapa de Valencia del Padre Tosca. 1704



Fuente: Cartografía Histórica de la ciudad de Valencia. (Llopis & Perdigón 2010)

Tras la expulsión aparece un espacio urbano y rural, subdividido en cuatro Cuarteles o Distritos (Quart, Campanar, Benimaclet y Ruzafa), y en ese espacio se dibujaba una gran ciudad (Valencia), muchos núcleos urbanos próximos, y multitud de alquerías y viviendas dispersas (Llopis, Perdigón, & Taberner, 2005).

Las reformas urbanas realizadas en el período 1609- 1707 son muy escasas en el recinto intramuros: se clausura “la mancebía” (*el partit*) en 1677, que se encontraba en la zona noroeste de la ciudad y junto al Portal Nuevo; se amplía la

“Pescatería”, situada frente a la iglesia de santa Catalina; se urbaniza la plaza del Carmen; y se ordena, ya en la última década del siglo, el Llano del Real.

En 1704 el Padre Tomás Vicente Tosca concluye el plano considerado como el testimonio cartográfico más importante de Valencia, tanto desde el punto de vista histórico como artístico (ver figura 30).

V. PERÍODO DE LA ILUSTRACIÓN (1707-1808)

En 1707, tras la batalla de Almansa, Felipe V abolió los Fueros de Aragón y Valencia e instauró los decretos de Nueva Planta lo que provocó una fuerte represión en la ciudad de Valencia. En el siglo XVIII, el carácter conventual de la ciudad entró en crisis, no solo con relación al número de fundaciones sino también a la disminución de la población al final de siglo. Hasta la primera mitad del XVIII, los conventos continuaron aumentando su población, aunque dentro de la muralla no podían crecer. El convento de la Merced, por ejemplo, estaba sobrepoblado y por ello fundó en extramuros el Colegio de San Pedro Nolasco (Noguera Giménez & Bérchez Gómez, 2000, pág. 108).

Aparecen en este siglo edificios e instalaciones dedicadas a la enseñanza: la obre de las Escuela Pías, la Casa de la Enseñanza en la calle la Sangre que después se transformaría en Ayuntamiento de la ciudad, o el Colegio Andresiano de los escolapios de 1763 son ejemplos de ellos. En las nuevas construcciones se alternan renovaciones barrocas, neoclásicas e interiores góticos y el ejemplo más destacado de esto es la Catedral de Valencia.

Muchas de las modificaciones de la trama urbana del siglo XVIII se realizaron por razones militares. La ampliación de la Ciudadela y la demolición de la antigua Aduana y de las casas próximas tenían la finalidad de liberar la zona para situar los necesarios cuarteles. Además se redujeron el número de puertas abiertas en la muralla a cuatro: La puerta de Serranos, la del Real, la de San Vicente y la de Quart (Llopis, Perdigón, & Taberner, Cartografía histórica de la ciudad de Valencia, 2005).

La organización administrativa de la época, en la segunda mitad del siglo XVIII, dividió la ciudad en cuatro cuarteles: Mar, Mercado, San Vicente y Serranos. Cada cuartel se dividía, a su vez, en ocho barrios. En 1769 se ordena iniciar la rotulación de calles y plazas, así como la numeración de edificios.

Desde el punto de vista urbano, cabe destacar la desaparición por ley de cementerios dentro de las ciudades, ubicados al lado de las parroquias, por lo que en 1804 se dieron las instrucciones para construir el Cementerio General fuera de los muros de la ciudad (Noguera Giménez & Bérchez Gómez, 2000, pág. 109). La

desaparición de los cementerios parroquiales generó en la ciudad pequeños espacios intramuros que hicieron posible ampliaciones y aperturas de calles y plazas. Pero el crecimiento de la población, un tercio más desde 1707, no podía ser absorbido por estos pequeños huecos generados en el interior del recinto y, por ello, la ampliación de los muros de la ciudad y la apertura del Portal Nuevo, que formulan los Síndicos del Ayuntamiento en 1777, suponen unas de las propuestas urbanísticas más importantes de la ciudad en este siglo.

La configuración medieval de la ciudad desaparece con las mejoras experimentadas a raíz de la creación de la Junta de Policía en 1789 que realiza diversas intervenciones municipales entre las que podemos citar:

- La apertura de la Puerta de Ruzafa en el año 1786
- La aportación de terreno para hacer una gran calle que comunique la Puerta con el pueblo de Ruzafa.
- La sustitución de los Caminos Hondo y Viejo por el Camino Nuevo del Grao en 1788.

Otras reformas urbanas de este siglo son la apertura de las calles Trinitarios, Zaragoza y Borriol realizadas entre 1782 y 1788; el derribo de una manzana de casas en la calle del Mar, frente a la iglesia del Convento de Oratorianos, que da origen en 1782 a la plaza de san Vicente Ferrer. También se construyen nuevos edificios públicos como la Aduana (1758-1764), hoy Palacio de Justicia; Las Escuelas Pías (1767-1773) o el palacio-monasterio del Temple (1761-1770), hoy Delegación del Gobierno. Además se reforma en 1774, la Catedral y se construyen campanarios en distintas iglesias como en San Agustín (1736), San Vicente de la Roqueta (1739), San Valero (1740), San Nicolás (1755) o San Martín (1792) (Llopis & Perdigón, Cartografía histórica de la ciudad de Valencia (1608-1944), 2010).

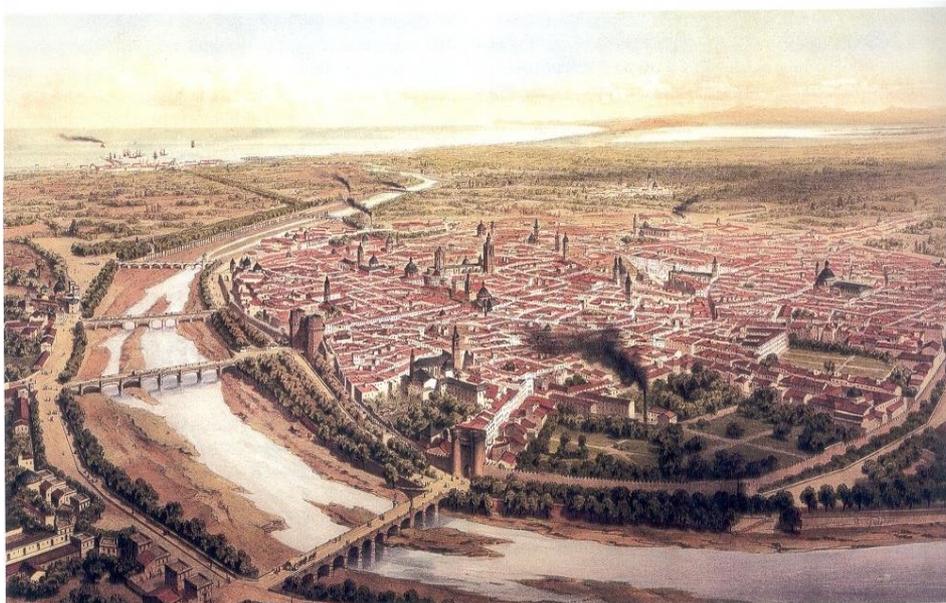
VI. LOS INICIOS DE LA VALENCIA MODERNA (1808-1946)

A principios del siglo XIX solo se realizaron pequeñas transformaciones urbanas de reformas en el interior de la ciudad, concretamente la apertura de la calle San Fernando y la plaza de la Aduana (Llopis Alonso & Martínez Baldó, 2009). La trama de la ciudad permanecía inalterada salvo intervenciones puntuales como la construcción de la Plaza Redonda en 1837.

La inmigración rural produjo un crecimiento demográfico que se tradujo en una excesiva densidad de población dentro de las murallas. La desamortización de Mendizábal en 1836, la de Baldomero Espartaco en 1841 y la de Madoz en 1855 no

tuvieron excesivo efecto en la estructura urbana de la ciudad. De los 27 conventos que existían dentro de las murallas, tres fueron destruidos y trece fueron reconvertidos en museos, oficinas, cárceles o cuarteles. Se aprobaron normativas municipales que permitieron alinear calles y abrir otras nuevas. Sin embargo, estas actuaciones no tuvieron demasiada repercusión en las deterioradas condiciones de vida de intramuros.

Figura 26. Valencia en 1858



ALFRED GUESDON: *Valencia, vista tomada desde encima del puente San José, litografiada por François Delarue ca. 1858.* Esta nueva imagen "a vuelo de pájaro" muestra tras el portal Nuevo y en primer término las edificaciones levantadas en el huerto d'En Sendra, y en la margen izquierda del río Turia las contrucciones del Llano de la Zaidia. (Ed.Librería Auca, Valencia 1999).

Fuente: Cartografía Histórica de la ciudad de Valencia. (Llopis & Perdigón 2010)

Las actuaciones urbanísticas hasta mediados de siglo no ampliaron la oferta de suelo edificable, pero, sin embargo, la población en el interior del recinto amurallado había crecido superando los cien mil habitantes. Este crecimiento se convirtió en un problema que se debía atajar y fue en 1858 cuando se presenta el Proyecto General del Ensanche de la ciudad de Valencia. Este proyecto fue aprobado diez años después.

La morfología y estructura urbana de la Valencia actual se inicia a finales del siglo XIX pues fue la demolición de las murallas medievales, el inicio del Ensanche y la Reforma Interior lo que simbolizó el comienzo del cambio de la ciudad histórica de perímetro permanente y estructura urbana inalterada en cuatro siglos, hasta la actual ciudad de Valencia (Llopis Alonso & Benito Goerlich, 2000, pág. 164).

En 1888 existían 7.807 edificios en la ciudad y 126.806 habitantes y a finales de siglo se anexionaron municipios limítrofes como Patraix, en 1870; Benimaclet, en

1871 Marchalenes, Beniferri y Benicalap, en 1872; Ruzafa, en 1877, y Campanar y Benimamet, en 1897.

Figura 27: Plano de Valencia 1899



Fuente: Cartografía Histórica de la ciudad de Valencia. (Llopis & Perdigón 2010)

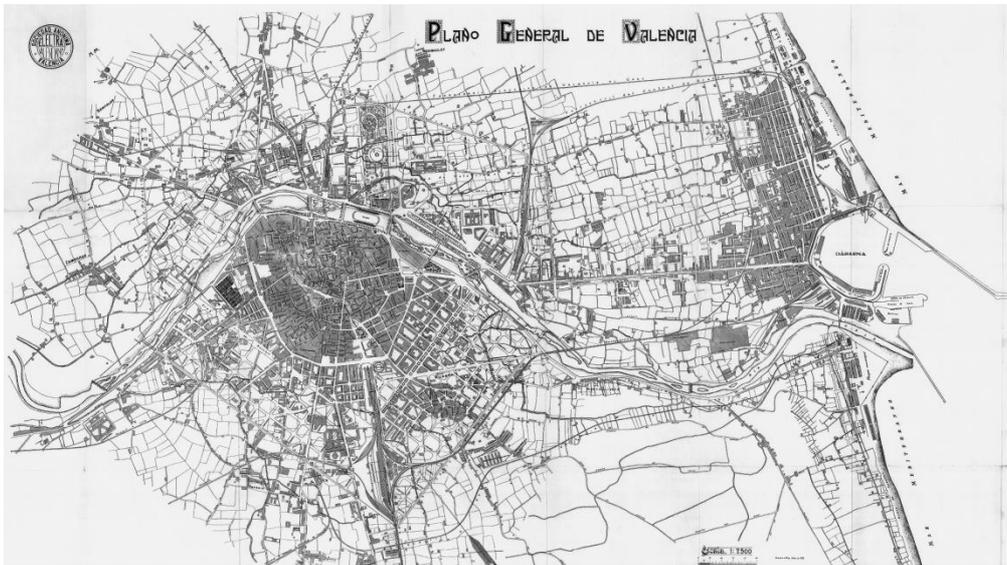
A principios del siglo XX comienza en Valencia una etapa económica de desarrollo agrícola y comercial que ayudó a desarrollar reformas interiores como la ampliación de la plaza de la Reina o la avenida del Oeste, y en el exterior de la ciudad el proyecto de Ensanche y ampliación de la ciudad.

Además se terminan actuaciones urbanas como la apertura de la calle de la Paz en 1903 y la urbanización del barrio de Pescadores en 1908. También se produce la Exposición Regional de 1909 y se construye en puente de “La Pasarela”.

Entre 1923 y 1930 se pone en marcha y programa de reformas urbanas en las que cabe destacar la remodelación de la plaza de Emilio Castelar, hoy Plaza del Ayuntamiento. En la periferia se construyen viviendas subvencionadas.

Tras la Guerra Civil se aprueba el “Plan General de Ordenación de Valencia y su cintura” redactado en 1946 con el que da comienzo una etapa de intervenciones urbanísticas planteadas con la idea de descentralizar la ciudad, racionalizar infraestructuras básicas y corregir desequilibrios existentes.

Figura 28: Plano General de Valencia 1925



Fuente: Cartografía Histórica de la ciudad de Valencia. (Llopis & Perdigón 2010)

3.2. DESARROLLO URBANO DE LA CIUDAD

Después del fin de la Guerra Civil Española, la política económica se basó en la autarquía, modelo que quedó completamente agotado entrados ya en la década de los cincuenta. La economía no podía crecer, ya que necesitaba divisas para poder importar bienes de equipo, materias primas y, en general, inputs para la producción. En el año 1959, entra en marcha el Plan de Estabilización cuyos objetivos fundamentales eran lograr la estabilidad económica, convertir la moneda del país, la peseta, en una divisa estable y conseguir una estabilidad en la balanza de pagos, con déficit, debido a la baja competitividad de la economía española.

El objetivo final del Plan es introducir nuestra economía en los mercados internacionales y conseguir un crecimiento a largo plazo. Para lograr los objetivos del Plan se definieron también unos objetivos intermedios, entre los que destacan, la fijación de un tipo de cambio estable para la peseta, (lo que suponía una devaluación de la moneda), la lucha contra la inflación, la reducción del elevado intervencionismo del sector público en la economía, y la apertura de la economía mediante la liberalización de las importaciones. Estas medidas supusieron una transformación de la economía española. Los efectos y consecuencias de la aplicación de las medidas se percibió muy rápidamente, ya en 1959 la balanza de pagos presentó superávit, creció la inversión extranjera y el turismo, aumentaron las divisas y la inflación se redujo. Pero no todo fueron efectos positivos, por lo menos a corto plazo, se congelaron los salarios y el paro era elevado, muchos españoles tuvieron que emigrar en busca de empleo y mejores niveles de vida.

En la década de los sesenta la economía española creció a un ritmo elevado, inaugurándose la etapa que se conoce como la época del desarrollismo. España entra en un proceso de industrialización. El auge económico vivido entre 1959 y 1973 llegó a conocerse como, el milagro económico español. Esta etapa, de crecimiento elevado, llegó a su fin con las dos crisis del petróleo (1973 y 1979).

En este periodo se produjo un éxodo rural hacia las ciudades, la economía española se industrializa en actividades intensivas en trabajo, su competitividad se basa en una mano de obra barata y baja especialización tecnológica. El modelo económico español generó un importante aumento en el empleo. Miles de personas abandonaron el campo y se trasladan a las ciudades a la búsqueda de oportunidades, con la perspectiva de alcanzar mejores niveles de vida. Aunque, las principales zonas

de atracción fueron aquellas más industrializadas como Cataluña y el País Vasco, este fenómeno se manifestó, en mayor o en menor medida, en todo el territorio nacional. Como veremos, la ciudad de Valencia fue un polo atractor, miles de personas procedentes de poblaciones y provincias cercanas emigraron a Valencia. Los cambios mencionados supusieron un importante aumento en la construcción de viviendas para abastecer el nuevo aumento de la población.

La etapa del milagro español se enmarca en un periodo que podemos definir como “la edad de oro del capitalismo”, aparece una clase media caracterizada por familias que, con un solo miembro trabajando, fueron capaces de comprar una vivienda, un coche y, en muchos casos, una segunda residencia para pasar su tiempo libre y las vacaciones. Pero, hay que decir que, los cambios antes descritos, no se producen a nivel de todo el territorio español. En la mitad Sur (exceptuando el Levante y la provincia de Málaga), la industrialización era baja, la demografía estaba estancada y existía una emigración hacia las zonas industrializadas. Estos años configuraron un desequilibrio poblacional a nivel territorial que se mantiene hasta nuestros días. Un reducido número de zonas muy densamente pobladas (Madrid, el País Vasco y el litoral, especialmente el mediterráneo) y un desierto en el interior del país, excepto la capital. Después de estos años, la economía española no volverá a conocer estos ritmos de crecimiento.

Los cambios producidos en esta etapa suponen una importante transformación de la estructura productiva de nuestro país, que pasa de una sociedad básicamente agraria a una economía industrializada. El fenómeno tiene importantes repercusiones sobre el espacio urbano. Cambian las relaciones que caracterizaban la ciudad central con su entorno próximo. Las primitivas relaciones típicas de una sociedad agraria en las que la ciudad central es, fundamentalmente, el centro de servicios e intercambio comercial cambian hacia un espacio donde se estrechan las relaciones entre los núcleos periféricos y la ciudad central. Muchos ciudadanos viven en Valencia y trabajan en las poblaciones próximas o viceversa. Por otro lado, los aumentos en los niveles de consumo observados en la época también elevarán el papel de Valencia como un centro de comercio y servicios de la comarca. Así lo expresó el Ayuntamiento de Valencia (1985, p.49): *«En el futuro se asistirá a una fuerte interrelación entre la ciudad central y los municipios de la periferia, relación que ha de originar fuertes y graves problemas de no ir acompañada de una serie de medidas que faciliten la funcionalidad del área. Y la ciudad de Valencia no puede ampliar su red viaria».*

En este apartado analizaremos, brevemente, las transformaciones y dinámica urbana durante los años sesenta y setenta del siglo XX. Se ha considerado apropiado señalar los cambios en el planeamiento urbano a partir de la entrada en vigor del Plan General de Ordenación Urbana de Valencia y su Cintura, aprobado por el Gobierno de España el 27 de julio de 1946, primer Plan General de Ordenación de la ciudad.

En 1944, la Dirección General de Arquitectura creó la Comisión Superior de Ordenación de la Provincia de Valencia y su Cintura, ámbito constituido por la ciudad de Valencia y 29 municipios vecinos. Estos constituirán la Corporación Gran Valencia. En palabras de Añón, J. (2010, p. 38), el Plan de 1946 *«es el primer documento de ordenación que contenía opciones territoriales que iban más allá de las ordenaciones de ensanche y las operaciones de reforma interior, instrumentos típicos hasta ese momento. (...) contenía, entre otros, planos de zonificación en los que se especificaban los usos y volúmenes; planos de alineaciones de todos los núcleos urbanos y un proyecto de bases generales para las ordenanzas reguladoras de la edificación en el ámbito territorial que se extendía la ordenación»*. Para Añón (2010, p.39) el elemento más relevante del Plan de 1946 es la visión de conjunto de la comarca, idea que el propio autor del Plan, Germán Valentín Gamazo expone con claridad: *«...un núcleo central que se pretende limitar en su crecimiento aunque con una previsión superior a la que actualmente tiene la ciudad, rodeado de una corona periférica formada de unidades independientes, separadas entre sí, un núcleo central en anillos y cuñas verdes, estructurándose todo el conjunto por la red viaria en forma de radios y círculos concéntricos»* .

El Plan General de Ordenación de Valencia redactado en 1944 es un Plan que continúa con el mismo modelo espacial y radiocéntrico que, desde antiguo, ha venido manteniendo la ciudad, AV (1985, p.21). Se definen tres ejes: en el norte, apoyado en la N-340, eje en el que se ubican los municipios de Alboraya, Almàssera, Meliana, Meliana, Foios, Albalat dels Sorells y Tavernes Blanques; un eje oeste, en torno a la carretera de Madrid, en el que se sitúan municipios como Aldaia, Alaquàs, Torrent, Quart de Poblet y Manises; un eje sur, a lo largo del Camino Real de Madrid, en el que se encuentran las poblaciones de Benetússer, Alfafar, Sedaví, Massanassa y Catarroja y Albal.

En cuanto a la organización de la actividad productiva en el territorio, existe una especialización con un claro predominio de industrial textil y química en el norte, de cerámica en el oeste y de madera y el mueble en el sur.

Figura 29. Plan General de Ordenación Urbana de Valencia. Año 1946

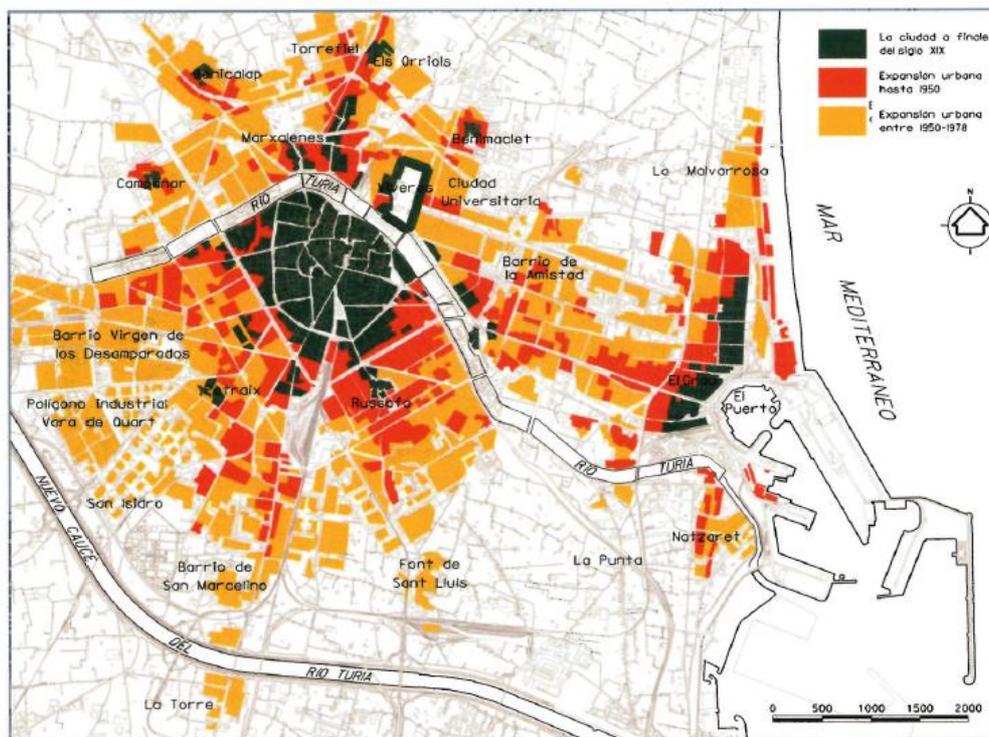


Fuente: Burriel de Orueta (2009)

Si nos centramos en la actividad residencial vemos que, «El Plan del 46, (...) calificó suelo en exceso y aumentó la densidad autorizada en los ensanches, provocando su desfiguración y cambio conceptual», (AV 1985, p.23). En el año 1944, momento en que se redactaba el Plan, los habitantes de la ciudad de Valencia ascendían a algo menos de 450.000 habitantes y el área completa 622.000 habitantes. El Plan realiza una previsión de la población para el conjunto del área, para el año 1990, de 1.500.000 habitantes, de los que 1.000.000 corresponden a la ciudad de Valencia, AV (1985, p.21).

Para el conjunto de la comarca, el Plan de 1946 prevé tres áreas de expansión residencial: en la zona noroeste, en Burjassot, Benimàmet y Paterna; en la norte, en Godella, Rocafort, Massarrojos, Montcada y Alfara, y, por último, en el suroeste en Picanya y Torrent, Añon (2010, p.40). En el norte, los desarrollos se producen, en la colina junto a la llanura, en el límite entre la huerta y el secano.

Figura 30. Crecimiento de Valencia desde finales del siglo XIX hasta los años setenta.



Fuente: Teixidor (2002, p.271)

Centrándonos en el interior de la ciudad de Valencia, el Plan de 1946 determina una zonificación que establece las siguiente clasificación: una zona central que incluye el recinto interior de las murallas, una zona de ensanches actuales y ciertos núcleos próximos a estos y otras áreas, denominadas núcleos periféricos, que aunque fueron anexionados a la ciudad a finales del siglo XIX, seguían considerándose como espacios, en cierta medida, diferentes a Valencia. Es el caso de los barrios de la zona marítima como el Cabanyal-el Canyameral y la Malva-rosa, o los barrios de Benicalap y Campanar, antiguos municipios independientes.

El Plan de 1946 propone como espacios de crecimiento residencial en el sudeste, la zona junto a Montolivet; en el nordeste, el acceso por Ademuz y en el sudoeste el nuevo acceso a Madrid, a ambos bordes de la hoy Avenida del Cid, en los barrios de l'Olivereta y Tres Forques. En éste último, en la década de los cincuenta, se construye una gran cantidad de viviendas de promoción pública de renta limitada (Barrio Virgen de los Desamparados). Como veremos, cuando tratemos el precio de las viviendas en la ciudad, diversos barrios, contruidos en esta época cuentan con las viviendas con precios más bajos. Son barrios contruidos para atender a la demanda de aquellos momentos. La ciudad necesitaba viviendas y, para amplias capas de la

población, esta no era accesible, tampoco se había desarrollado un sistema financiero que lo pudiese posibilitar.

En la ciudad, la industria se situaba, por un lado, en las zonas próximas al puerto: al este de Natzaret (zona de almacén portuario) y, al oeste del Cabanyal. Otra zona industrial próxima al puerto era la que ocupa la actual Avenida de Francia y el cauce del Turia, una vez desviado en su tramo final. También se situaba hacia el sur, en los márgenes del Camino Real de Madrid y al norte, en el de la antigua carretera de Barcelona.

El 14 de octubre de 1957 se produce el desbordamiento del río Turia a su paso por la ciudad. El caudal alcanza unos niveles sin precedentes en la historia. El desastre precipitó la decisión de poner solución a la cuestión del encauzamiento del río, sobre la que ya se habían realizado varios estudios previos. La Dirección General de Obras Hidráulicas consideró conveniente la reconsideración de estos y encargó su estudio y modificación a la Confederación Hidrográfica del Júcar. Entre las diferentes soluciones, se decide desviar el cauce por el sur, el proyecto llevará el nombre de Plan Sur.

En 1960, la ciudad cuenta con 505.243 habitantes. La zona más poblada, en aquellos momentos, era el actual distrito de Extramurs. Durante la década de los sesenta la población crece a unos niveles no conocidos hasta el momento. Un aumento que se debió, en mayor medida, a la inmigración, “mientras que en los años sesenta el crecimiento natural fue de un 0,94%, el real llegó hasta el 2,60%”, Pérez Puchalt (1973)²⁰. El distrito de l’Olivereta experimentó un importante crecimiento al ser receptor de una parte importante de la inmigración.

En los setenta la población continúa aumentando hasta alcanzar la cifra de 762.635 habitantes²¹ en el año 1979, Teixidor (2002, p.273).

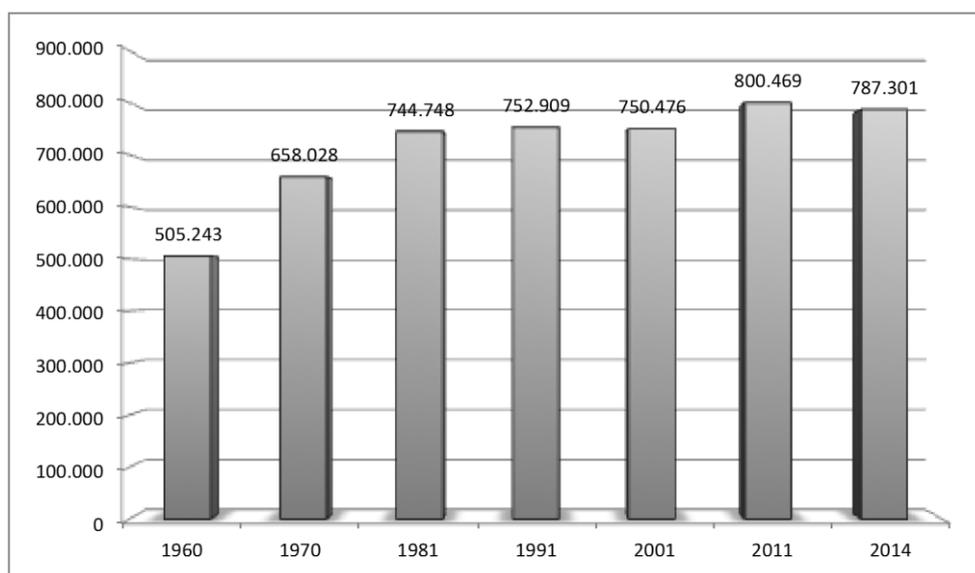
Si analizamos la población de inmigrantes por su provincia de origen, la de Valencia es la más numerosa, las de Alicante y Castellón se encuentran a gran distancia. «*En total, la cifra de inmigrados del País Valenciano en 1970 es de 121.110 personas, el 38,3% del volumen global de efectivos no locales*», Teixidor (1002, p.281). Siguiendo con el estudio realizado por esta autora, fuera del ámbito de la Comunidad Autónoma las tres provincias limítrofes: Cuenca, Albacete y Teruel

²⁰ Citado Teixidor (2002)

²¹ La cifra no incluye las distintas pedanías que hoy forman parte de la ciudad cuya población alcanza en torno a los 30.000 habitantes, Ajuntament de València (1981). Siete en el norte, dos en el oeste y ocho en el sur.

concentran el 35,4% de la inmigración del conjunto del Estado excluyendo la propia Comunidad y el 22,4% del total de la población inmigrada de la ciudad de Valencia en el año 1970. Las zonas de expansión urbana acogieron a dicha población inmigrante. Se construyeron viviendas en barrios con importantes carencias de equipamiento y aparecieron en la ciudad contrastes sociales.

Figura 31. Evolución de la población en la ciudad de Valencia



Fuente: Elaboración propia a partir de los Anuarios estadísticos del Ayuntamiento de Valencia

Como respuesta al importante aumento de la población, el parque construido crece significativamente durante el periodo analizado. Se crean nuevas barriadas en varias de las zonas de expansión previstas por el Plan, en el norte: en torno a la de la antigua carretera de Barcelona, y en los alrededores de las distintas avenidas como: Gaspar Aguilar (en el sur), del Cid (en el oeste) y Primado Reig (en el norte). También crece el número de viviendas en los márgenes de las vías de comunicación más importantes como San Vicente Martir o Cardenal Benlloch, Teixidor (2002, p.273).

El crecimiento de la ciudad en la década de los sesenta y setenta se vio acompañado por una disminución en la población residente en los espacios centrales. En el área que hoy conforma el distrito de Ciutat Vella, la población pasó de 105.433 habitantes en 1950 a 74.550 habitantes en 1960 y 57.911 en 1970. De representar el 20,6% de la población en 1950 a un 14,7% en 1960, hasta un 8,9% en 1970, Teixidor (2002, 274). Otra característica de estos espacios centrales fue el envejecimiento de su población. La misma dinámica también afectó a los ensanches, concretamente a los barrios de Russafa y Gran Vía.

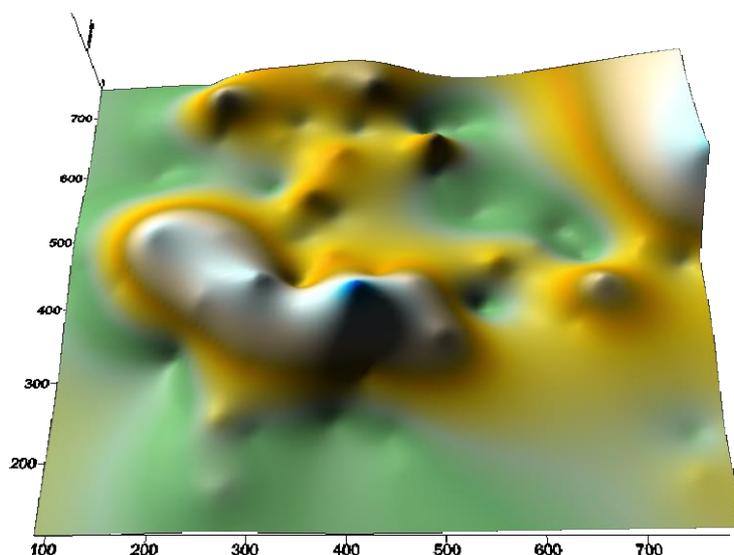
La ciudad crece en forma de mancha de aceite, en primer lugar se construyó al borde de las principales vías de comunicación, los antiguos caminos que conectaban con las poblaciones próximas y las principales vías de conexión históricas. Las construcciones de mayor antigüedad conviven con nuevas edificaciones de viviendas que se irán situando al lado de éstas. Una vez se han consolidado los márgenes de dichas vías comienzan a rellenarse los espacios entre éstas. Además, en estas áreas existen espacios que previamente fueron poblados independientes anexionados a la ciudad a finales del siglo XIX, es el caso de los barrios de Benimaclet y Campanar, entre otros.

En contraste con el crecimiento de la población total de la ciudad, en los distritos centrales se produce una constante pérdida de población, más significativa en los barrios del distrito de Ciutat Vella. La reducción de la población se debió al abandono de los jóvenes que buscan otros espacios con mejores condiciones para establecer su residencia. En estos años, el deterioro en los barrios del casco histórico era significativo, no pudiendo competir con las edificaciones en las nuevas zonas.

Otras áreas como los distritos de Exposició, Jesús, Botànic y Marítim experimentan una dinámica contraria. El distrito de Exposició, que cuenta en 1950 con una población de 46.208 habitantes, pasa a convertirse en 1970 en el distrito más poblado con 120.174 habitantes, Teixidor (2002, 275).

Los hoy distritos de Jesús y Poblat Marítims mantenían, en aquellos años, un ritmo de crecimiento demográfico más regular y pausado. Jesús alcanza los 109.194 habitantes en 1978, en este distrito se construyeron, como en otros, polígonos de viviendas de renta limitada. A finales de los setenta, el barrio de Patraix era el más poblado de la ciudad, Teixidor (2002, p.276).

Figura 32. Distribución geográfica de la población en la ciudad de Valencia 1970



Fuente: Elaboración propia a partir de los Anuarios estadísticos del Ayuntamiento de Valencia

Continuando con la evolución del planeamiento, la revisión del Plan de 1946, el Plan Sur y los criterios de ordenación del esquema director aprobados en 1966, dan lugar a un nuevo documento de planeamiento general que recibe el nombre de *Plan General de Ordenación Urbana de Valencia y su Comarca adaptado a la Solución Sur*, AV (1985, p. 25). «El trazado del nuevo cauce del Turia y la ejecución de la obra hidráulica principal y del viario de los márgenes iba a ser clave en la progresiva consolidación de una estructura urbana radiocéntrica (...). El nuevo cauce del Turia permite la conexión circular con el camino de Tránsitos» Sorribes (2010, p.23). La construcción del nuevo cauce por el sur libera el espacio del cauce antiguo y, sobre él, se proyecta una vía rápida que cruza la ciudad de este a oeste. Afortunadamente, el proyecto nunca vio la luz. En su lugar hoy, en su lecho, el *Jardín del Turia* es un espacio para los ciudadanos, que contiene a lo largo de su recorrido, espacios ajardinados y equipamientos deportivos y culturales, además de ser una importantísima vía de comunicación para aquellos que se desplazan andando y en bicicleta. Su morfología, atravesando como una banda curvada toda la ciudad, hace que sea accesible a la mayor parte del espacio urbano. «Si se hubiese mantenido el uso previsto por el Plan Sur para el viejo cauce del Turia es indudable que hubiese producido un efecto “barrera” y, al mismo tiempo, de repulsión sobre usos potencialmente calificados. En cambio, su uso como jardín, lo que ha posibilitado a lo largo de más de veinte años ha sido la concatenación de localizaciones a los lados y

en el área de influencia que ha llegado a conferir al Jardín del Turia una fuerza estructurante (...). El Jardín del Turia ha propiciado la localización de equipamiento como el IVAM, la renovación del Museo San Pío V, el Palau de la Música y más recientemente el complejo de la Ciudad de las Artes y las Ciencias y el Parque de Cabecera». Sorribes (2010, p.25).

Figura 33. El antiguo cauce del río Turia visto en el Plan de 1966 y en la actualidad



Fuente: Burriel de Orueta (2009)

El Plan de 1966 tuvo dos consecuencias de gran impacto sobre el área urbana. En primer lugar, se calificó suelo urbano por encima de las necesidades en base al crecimiento real de la población. El Plan realiza una estimación de crecimiento muy superior al real, preveía, para el año 2006, una población de 1.000.000 de habitantes en la ciudad de Valencia y 1.900.000 en el área Metropolitana (en la figura 31 puede comprobarse que la ciudad nunca ha alcanzado este nivel de población). Las optimistas previsiones sirvieron como “soporte” para la calificación de gran cantidad de suelo en urbano y para la desaparición de superficie de huerta. En segundo lugar, se desarrollaron gran cantidad de nuevas urbanizaciones de chalets en la periferia, especialmente en la zona de secano. En muchos casos, se construyeron sin ningún tipo de planeamiento y sin conexión con la red de transporte público. «*El Plan General de 1966 no responde a un planeamiento racional de óptima utilización del territorio y, lo que es más grave, sus determinaciones son una amenaza latente y un potencial peligro para el funcionamiento de la ciudad. Este Plan, con sus desorbitadas calificaciones de suelo favoreció el despilfarro inmobiliario al facilitar la dispersión de actividades en el uso del suelo*», AV (1985, p.29). Por otro lado, si se edifica en base a

las previsiones del Plan, las altas densidades agravarían, aún más, la falta de equipamientos y espacios libres por habitante, generarían congestión del tráfico y otras externalidades afectando negativamente al bienestar de los ciudadanos. El Ayuntamiento de Valencia lo expresa así: *«La mentalidad permisiva de los poderes públicos, las tensiones inflacionistas de los precios del suelo y la ilegalidad urbanística, en ocasiones, fueron los factores que contribuyeron a conformar la ciudad, con altas densidades de edificación, fuertes déficits en equipamientos de todo tipo, congestión del tráfico y deterioro general del medio ambiente urbano, con una pesada carga económica y social para el conjunto de los ciudadanos»*, AV (1985, p.29).

Figura 34. Plan General de Valencia de 1966



Fuente: Burriel de Orueta (2009)

La entrada en la democracia y la década de los ochenta

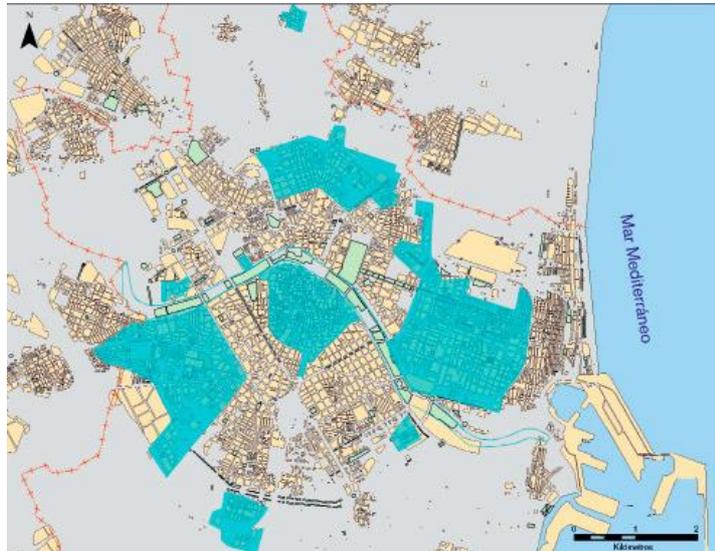
En el año 1978, se ponen en marcha los primeros ayuntamientos democráticos en nuestro país. La ciudad de Valencia presenta un panorama caracterizado por un déficit de equipamientos e infraestructuras significativo. En muchos espacios interiores de la ciudad, el suelo libre que queda apenas llega a cubrir las necesidades mínimas de equipamiento. En el caso de que el Plan de 1966 siguiese en marcha, el déficit se

acrecentaría. Se hace necesario modificar el planeamiento para, en la medida de lo posible, incrementar las dotaciones, equipamientos y zonas verdes. Añón (2010, p.48) aporta datos que cuantifican la magnitud: *«En 1979, (...) el déficit de equipamiento público de EGB ascendía a 22.678 plazas y de espacios libres alcanzaba los 2.323.478m². Pero lo más grave era que si se ejecutaba la edificación que preveían los planes tal y como estaban aprobados, el potencial de población podía llegar a ser de 1.172.910 personas y el déficit, incluso ejecutando también lo previsto, era de 126.143 plazas escolares y 4.083.588 m² de zona verde».*

La nueva Ley del Suelo que entra en vigor en 1976 incorpora, por primera vez, exigencias sobre el cumplimiento de diversos estándares de equipamientos, Añón (2010, p. 47). En aquellos momentos, las competencias sobre el planeamiento recaían en la Corporación Gran Valencia, el Ayuntamiento de Valencia decide abordar la situación mediante El Programa de actuaciones urgentes de remodelación del planeamiento urbano (1979-1984), que contienen programas de modificación de Planes Parciales desarrollados en el Plan de 1966. El objetivo es reducir el déficit existente de, equipamientos y espacios verdes y acercarse a los estándares definidos en la ley del Suelo. Una de las modificaciones es para el centro histórico (a partir de 5 Planes Especiales de Reforma Interior, PERI) y otra para la periferia.

En relación a los espacios del casco histórico, el proceso de degradación urbana y la aparición de nuevos espacios con mejores condiciones provocan que las familias más jóvenes, así como muchos de aquellos cuya renta se lo posibilita, decidan buscar como lugar de residencia otras zonas de la ciudad más nuevas. Los espacios del casco histórico no pueden competir con los nuevos emplazamientos en cuanto a calidad de la urbanización, equipamientos o espacios verdes. Como ocurre en los proceso de degradación urbana, la población residente está cada vez más envejecida, la renta media de los residentes es cada vez menor y la actividad económica disminuye. El proceso de degradación y pobreza, genera un círculo vicioso acumulativo que no parará a no ser que se instrumenten medidas de renovación urbana capaces de parar y después revertir el proceso.

Figura 35. Plano de áreas con planeamiento revisado mediante planes especiales de reforma interior



Fuente: Ayuntamiento de Valencia (1985, p.33)²²

La disminución de la población está relacionada, por un lado, con los procesos de terciarización, especialmente en los barrios de San Francesc o la Xerea. Se instalan en estos, especialmente en San Francesc, un número importante de entidades financieras, profesionales y, en general, actividades de servicios especializados a empresas, consultoría, marketing, seguros, además del comercio especializado. Estos barrios se van conformando con las características que podemos encontrar en muchos otros “centros” de las ciudades. San Francesc y algunos espacios en sus márgenes van acogiendo las actividades que caracterizan lo que se define como Central Business District. Estos espacios en la actividad terciaria intensa cuentan con gran accesibilidad tanto desde el resto de la ciudad como desde las poblaciones próximas.

Los planes de reforma interior, los PEPRI, sirvieron para corregir un planeamiento en el que los trazados destrozaban la edificación, adoptando uno más acorde con la historia y el pasado de la ciudad. Un ejemplo conocido fue la supresión de la prolongación de la Avenida del Oeste que planteaba abrir una vía rodada que cruzaba por el distrito de Ciutat Vella, el proyecto fue eliminado. El otro programa, el de intervención sobre la periferia, *«cabría calificarlo hoy como un programa de emergencia, como tal, centró su punto de mira en las cuestiones de reequipamiento, olvidando prácticamente cualquier otro objetivo que pudiera incidir en aspectos de estructura o forma urbana»*, Añón (2010, p.48)

²² Citado en Burriel de Orueta (2009)

El Programa de Actuaciones Urgentes también incluyó: el Proyecto del Jardín del Turia, la modificación del Plan General para proteger el Saler de la urbanización, la Modificación del trazado de la prolongación del paseo de Valencia al Mar y el proyecto de delimitación del suelo urbano.

En 1985, el Ayuntamiento de Valencia, el primero desde la entrada de la democracia, hace balance de sus 4 años de gestión señalando que: «*el incremento medio de suelo para reserva escolar ha sido de un 350%, el de zonas verdes próximo al 400% (sin contar el Jardín del Turia), y se han creado nuevas reservas de suelo para equipamiento social y comunitario que antes, simplemente no existían. En conjunto, se pasa de unos 4 metros cuadrados de equipamiento social por vivienda en los antiguos planes a 16 metros cuadrados, valor todavía bajo*», AV (1985, p. 31). Hay que tener en cuenta que muchos barrios no disponen de suelo libre suficiente como para alcanzar unos niveles adecuados de equipamientos y espacios verdes.

En 1982 se da el primer paso para desarmar el Órgano Metropolitano Corporación Gran Valencia, al llegar al acuerdo de delegar la facultad para redactar los avances del Plan General a cada municipio. El organismo desaparecerá definitivamente en 1986.

El *Avance del plan General de Ordenación Urbana de Valencia* de 1985 contiene las siguientes propuestas de actuación, AV (1985, p. 63- 81):

- Creación de nuevos parques, jardines y zonas deportivas en los barrios (el Plan propone la creación de 16 grandes parques urbanos y 3 áreas de espacios libres²³).
- Construcción de nuevos equipamientos docentes, administrativos, culturales y asistenciales primordialmente en los barrios de la periferia.
 - Protección y rehabilitación del patrimonio histórico.
 - Creación de nuevos bulevares
 - Planificación de un nuevo sistema de transporte público metropolitano
 - Construcción de un “by-pass” que permita el desvío del tráfico pesado y ampliación y mejora de la red de carreteras comarcales.
- Eliminación de barreras entre la ciudad y la costa, ordenación del litoral y saneamiento de las playas.

²³ Lo que supone pasar de 0,35m² a 5, 83m² de zonas verdes por habitante, por encima del nivel mínimo exigido en la Ley del Suelo. AV (1985)

- Protección efectiva de la huerta, del medio ambiente, regeneración y mejora de los espacios naturales.

En la década de los ochenta, en la ciudad de Valencia, al igual que otras ciudades del territorio español, el ritmo de crecimiento de la población se desacelera. Teixidor y Boira (2012) realizan un estudio de la dinámica población en esta década, afirmando que entre 1970 y 1981 Valencia incrementó la población de hecho en 98.044 personas, desde 1981 a 1991, lo hizo en 25.693. Además, la población envejeció, si en 1981 el porcentaje de población por encima de 64 años era del 11,2%, este pasó a un 14,1% en 1991, *«aumento (...) se ha producido a expensas de la notable reducción de esos efectivos más jóvenes, cuya caída de siete puntos es consecuencia del retroceso de la natalidad y de la disminución de la corriente inmigratoria»*, Teixidor y Boira (1993, p.33).

En los ochenta, las zonas de expansión se encontraban en el norte y noroeste de la ciudad, en los distritos de Benimaclet y Campanar, respectivamente. Ambos muestran un comportamiento similar, el distrito crece exclusivamente por los nuevos barrios que aumentan de población de forma importante frente a los ya consolidados que en el caso de Campanar la ven reducirse. Este comportamiento también se observa en otros distritos de la ciudad.

Los espacios centrales, en los que incluimos el distrito de Ciutat Vella, l'Eixample y Extramurs son los que más población pierden y los que ya decrecían la década anterior. En estos, en todos los barrios excepto Arrancapins la población desciende desde 1970.

En el distrito de Poblats Maritims pierde población, el barrio del Cabanyal es el más envejecido de toda la ciudad. En los barrios de Natzaret y les Moreres la caída en la población está relacionada con aspectos como inseguridad, falta de equipamiento, mala o carente urbanización, además de su aislamiento del resto de la ciudad, Teixidor y Boira (1993, p.36).

Otros barrios que también pierden población son los que pertenecen a los distritos de L'Olivereta, Camins al Grau. La reducción observada en el distrito l'Olivereta puede estar relacionada con la caída de la inmigración.

El crecimiento urbano a partir de la década de los 90. El desarrollo del Plan de 1988

En el año 1988 se aprueba definitivamente el Plan General de Ordenación Urbana, aprobado al amparo del Texto Refundido de la Ley del Suelo de 1976. El Ayuntamiento de Valencia resume así el efecto que el Plan 1988 ha tenido sobre la ciudad: *«El Plan de 1988 vigente, prácticamente agotado, supuso como hechos más destacables, la rehabilitación del Centro Histórico y la conservación del patrimonio cultural; la recuperación de importantes espacios libres y equipamientos públicos: la Devesa, el Jardín del Turia, el Paseo marítimo, las Universidades, etc.; la creación de grandes Parques (Central, Cabecera, Orriols, Marxalenes, etc.); la mejora de circulación viaria (Accesos y Circunvalaciones Norte y Sur); implantación de la red de transporte público de gran capacidad (Metro/Tranvía); el equipamiento de los barrios mejorando su calidad urbana; y la transformación de las áreas industriales obsoletas de los espacios del Este implementando usos culturales, residenciales y terciarios, dentro de la estrategia de abrirse definitivamente al mar»*, AV (2008).

Cinco años más tarde de la entrada en vigor del Plan, en el año 1994 lo hace la Ley 6/1994, Ley Reguladora de la Actividad Urbanística, LRAU. Es la primera legislación con carácter urbanístico de corte autonómico y supuso un cambio significativo respecto a la legislación estatal y a la práctica del urbanismo hasta el momento.

Bajo el PGOU de 1988 y, en especial, la nueva Ley urbanística se construyeron nuevos barrios *«mediante la figura de los Planes Parciales (PP) y de sus Planes de Actuación Integrada (PAI) (...)». Así, entre 1991 y 2007, casi 6'5 millones de metros cuadrados de suelo fueron ordenados mediante estas figuras*», Boira (2012).

El Ayuntamiento nos describe las transformaciones de la ciudad: *«por lo que atañe al Sistema General de Equipamientos, la construcción de grandes dotaciones de carácter estructural como la Universidad Politécnica; la Universidad Literaria; el Palacio de la Música; el Velódromo Luis Puig; el Palacio de Congresos; la Ciudad de las Artes y las Ciencias y el Oceanográfico; el Museo de la Ilustración, la Ciudad de la Justicia, etc. Por lo que se refiere al Sistema general de Espacios Libres, la creación de los grandes Parques como el de Benicalap, Orriols, la Rambleta, Marxalenes y el de Cabecera. Y en cuanto a Infraestructuras y Servicios urbanos relevantes cabe citar: la ejecución del Paseo Marítimo y de la Ronda de circunvalación (Bulevar periférico); la construcción de nuevos puentes como los del Nou de Octubre, Las Artes o el de las Flores; el desarrollo y puesta en marcha efectiva del sistema de transporte colectivo*

de gran capacidad (la red de metro y tranvía); la construcción de las cocheras de la EMT, de la Central de Policía local, del Parque de Bomberos, así como, la ejecución de depuradoras, colectores o subestaciones eléctricas», AV (2008).

Figura 36. Plan General de Valencia de 1988



Fuente: Burriel de Orueta (2009)

El Litoral

Se ha comentado, a menudo, que Valencia había vivido mucho tiempo de espaldas al mar. Para la sociedad valenciana, los asentamientos urbanos marítimos se identificaban como “otra ciudad”. No solo la ciudad no contaba con una fachada marítima, sino que el litoral estaba degradado. Durante mucho tiempo albergó todo tipo de actividades industriales y de almacenamiento y, además, existían barreras físicas que cortaban la comunicación con el resto de la ciudad.

La relación más estrecha entre la ciudad y el Mar fue un objetivo fundamental en aquellos momentos: *«es necesario una interiorización colectiva del papel del Mar en el conjunto de interrelaciones ciudadanas de toda índole que dé soporte a las actuaciones urbanísticas de integración de Valencia con su frente litoral, en el progresivo proceso de definición de una nueva imagen, clara y potente, de la ciudad»*. Ayuntamiento (AV, 1987)”.

Figura 37. Maqueta del Plan General de 1988



Fuente: Burriel de Orueta (2009)

El Plan de 1988 define dos elementos básicos de actuación. La ordenación del frente marítimo y la conexión del río con dicho frente. Sorribes (2010, p.26) lo describe así: *«La filosofía de la “T” que estaba explícita en el Plan General de 1988, a partir del jardín del Turia y unos Poblados Marítimos regenerados va abriéndose paso en medio de muchos errores y tropiezos y sin que el futuro esté aún claro».*

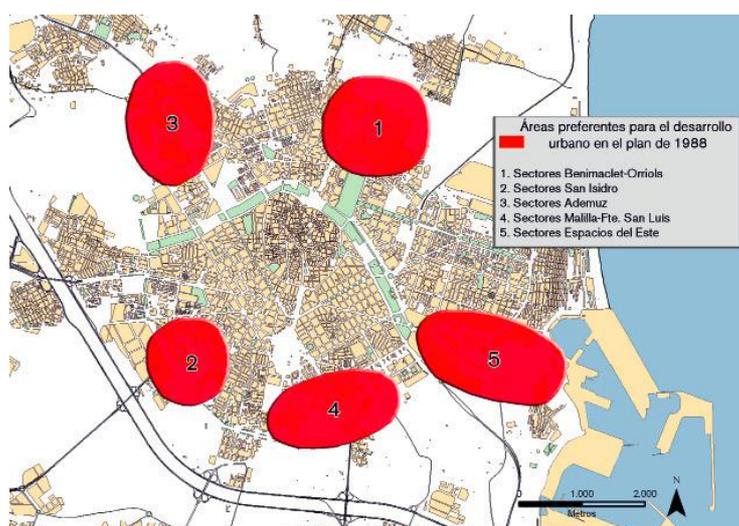
La estructura actual del litoral de la ciudad de Valencia queda descrita en el Plan General de 1988. *«El norte, con sus 3 km. de playa, posibilita el uso lúdico generalizado de la ciudad y una reserva terciaria; en el Centro, el puerto y la actividad económica; en el sur, 17 kilómetros de frente litoral que alberga uno de los escasos parques naturales españoles con trascendencia europea»*, (AV, 1987, p.79).

El Plan reordena la fachada marítima. En el año 1986 se cede al Ayuntamiento un paseo a lo largo del dique norte, que más tarde será conectado con el Paseo Marítimo y se reconoce la necesidad de conectar el Jardín del Turia con el Paseo Marítimo. El litoral debe poder ser disfrutado por los ciudadanos, (Añon, 2010, p.53). *«Se construirá un Paseo Marítimo de cerca de 3 km, que sirva a la vez de apoyo para la implantación de equipamiento terciario, lúdico y de residencia, que satisfaga las necesidades actuales detectadas y futuras previsibles»*, Ayuntamiento de Valencia (1987, p. 81).

Además de las actuaciones orientadas a mejorar el acceso de los ciudadanos a los espacios marítimos, se reconoce la necesidad de ampliar, hacia el sur, el espacio dedicado a las instalaciones portuarias,

Centrándonos en las implicaciones que tiene el Plan para la localización de nuevas viviendas y familias, se reconocen cinco ámbitos en los que se concentra el nuevo suelo urbano. En el norte, los sectores de Benimaclet y Orriols; en el sur, el sector de San Isidro, donde existía un importante vacío urbano junto al Bulevar sudeste; los sectores de Ademuz, en el eje noroeste; en el sudoeste, los sectores de Malilla y la Fuente de San Luis, con espacios libres junto al Bulevar Sur; y en el este, a ambos márgenes del antiguo cauce del río, en su tramo final.

Figura 38. Zonas de expansión residencial en el Plan de 1988



Fuente: Burriel de Orueta (2009)

En los nuevos *Espacios del Este* «La Avenida de Francia está llamada a convertirse en la más importante conexión de Valencia con el puerto por el sur, siendo asimismo el eje de articulación de una zona de expansión mixta residencial y terciaria. (...) Esta acción permitirá la eliminación de las industrias duras y contaminantes de la zona y su conversión en el área residencial y de gestión-negocio de mayor calidad de la ciudad, contribuyéndose en la operación de regeneración urbana más importante abordada en Valencia en los últimos tiempos», AV (1987, p.79). En los espacios de la margen derecha, que contaban con una excelente ubicación y accesibilidad, se construyó la Ciudad de las Artes y las Ciencias.

A partir de la década de los noventa del siglo pasado, en los espacios centrales, en el distrito de Ciutat Vella, se observa un ligero aumento del número de viviendas construidas, rompiendo la tendencia de estancamiento de las décadas anteriores. Podemos considerar que es un efecto de las políticas de rehabilitación puestas en marcha en los noventa. Ya en el siglo XXI, también se observa una recuperación de los precios de la vivienda.

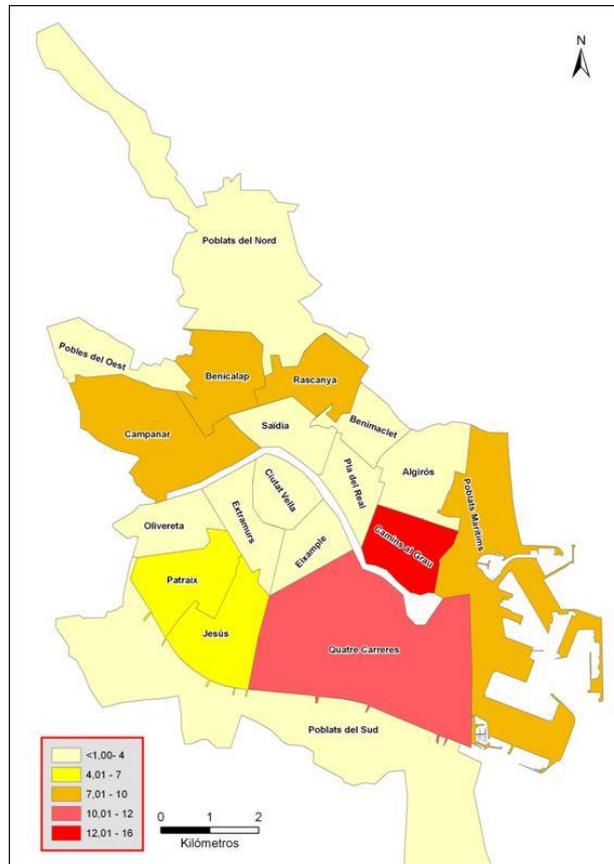
Como muestran los datos proporcionados por la tabla 4. La entrada en vigor de la nueva Ley Reguladora de la Actividad Urbanística (LRAU) influye en la dinámica inmobiliaria en la ciudad, «sólo en sus primeros cuatro años de vida (1994-1998), los diferentes PAI llegaron al medio centenar, con 22 aprobados, 22 en trámite y sólo 4 rechazados. Los 22 PAI (todos mayores de una hectárea) representaron 354.560 metros cuadrados con 27.000 nuevas viviendas», Boira (2012)

Tabla 4. Distribución de las viviendas construidas por distritos, 1993-2009

Distrito	Viviendas construidas	Porcentaje
1. Ciutat Vella	1.855	2,70%
2. l'Eixample	893	1,30%
3. Extramurs	1.824	2,70%
4. Campanar	6.141	9,00%
5. la Saïdia	2.475	3,60%
6. el Pla del Real	1.260	1,90%
7. l'Olivereta	2.133	3,10%
8. Patraix	4.282	6,30%
9. Jesús	3.904	5,70%
10. Quatre Carreres	7.798	11,50%
11. Poblats Marítims	5.287	7,80%
12. Camins al Grau	10.339	15,20%
13. Algirós	1.415	2,10%
14. Benimaclet	1.253	1,80%

Fuente: Boira (2012)

Figura 39. Distribución de las viviendas construidas por distritos, periodo 1993-2009, en porcentaje sobre el total



Fuente: Boira (2012)

Figura 40. Proyecto de futuro desarrollo residencial hacia el Mar



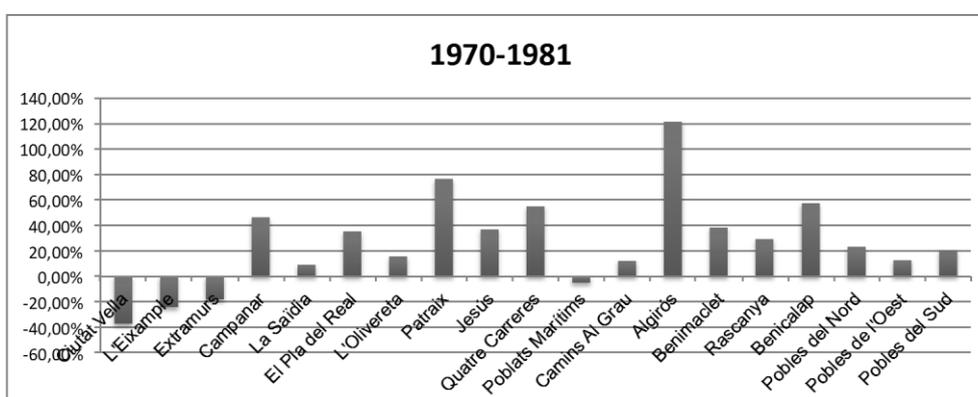
Fuente: Añón (2010)

Antes de finalizar este repaso de la dinámica poblacional y espacial de Valencia, consideramos que debe ponerse de manifiesto la relevancia de dos espacios: el Jardín de Turia y la huerta. Destacamos, en este sentido, las palabras de Añón (2010, p.59): «*La ciudad ha resuelto en estos últimos veinticinco años: en una primera instancia, el carácter de dos espacios muy importantes como son el jardín del antiguo cauce del río Turia y el parque del Monte de la Devesa del Saler*». Además, el mismo autor pone de manifiesto el reciente interés por dos espacios: el frente litoral y la huerta.

El Jardín del Turia por sus condiciones geográficas, es un elemento estructural de primer orden para la ciudad. Con más de nueve kilómetros transitables, de oeste a este, este espacio acoge el Parque de Cabecera y el Bioparc, instalaciones y espacios deportivos, jardines, recorridos peatonales y la Ciudad de las Artes y las Ciencias, ya en su tramo final. Además, en sus márgenes se encuentran diversos equipamientos culturales y edificios singulares, como el Palau de la Música, el IVAM y el Museo Pío V.

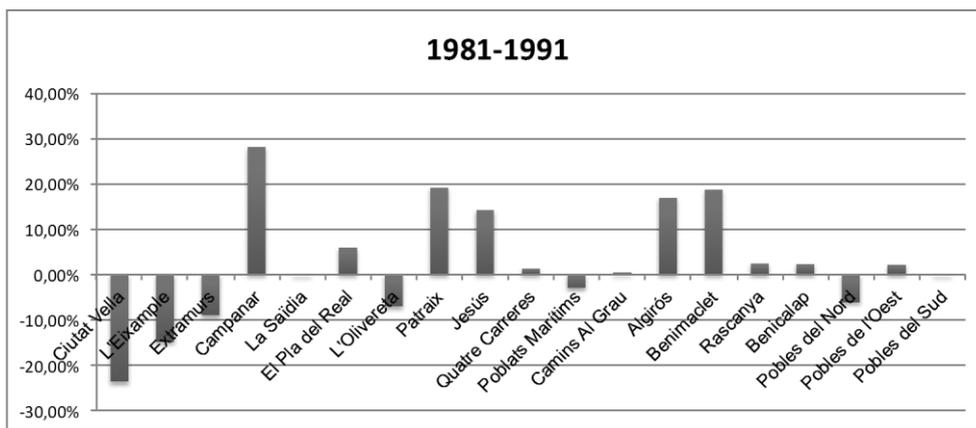
El interés y la valoración de la huerta por parte de la ciudadanía es un fenómeno relativamente reciente. En las décadas precedentes se produjo una degradación y disminución de estos espacios por varias razones como la ocupación del suelo para otros usos o la sustitución de cultivos de huerta por otros como el naranjo. El problema de la huerta, como afirma Sorribes (2010, p.) «*Comenzó a partir del Plan de Estabilización de 1959 y del impulso industrializador y urbanizador que se inició a principios de la década de los setenta, este proceso transformó radicalmente la economía y el territorio*».

Figura 41. Variación de la población por distrito. 1970-1981



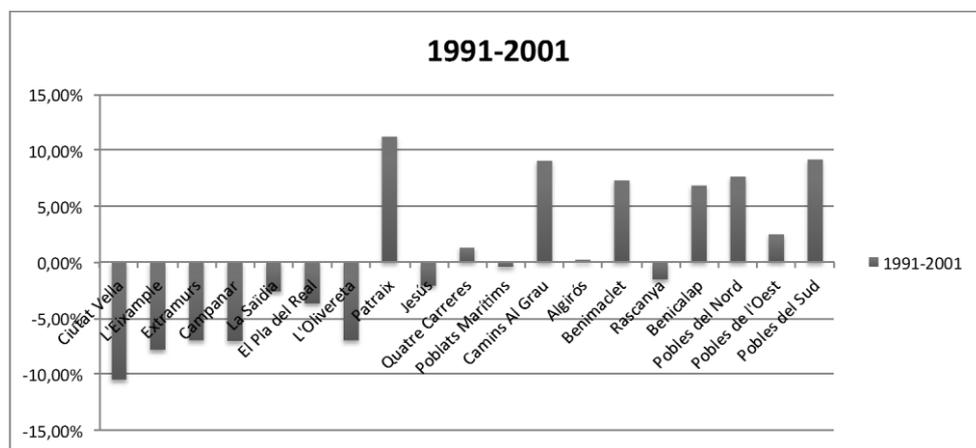
Fuente: Anuarios estadísticos del Ayuntamiento de Valencia.

Figura 42. Variación de la población por distrito.1981-1991



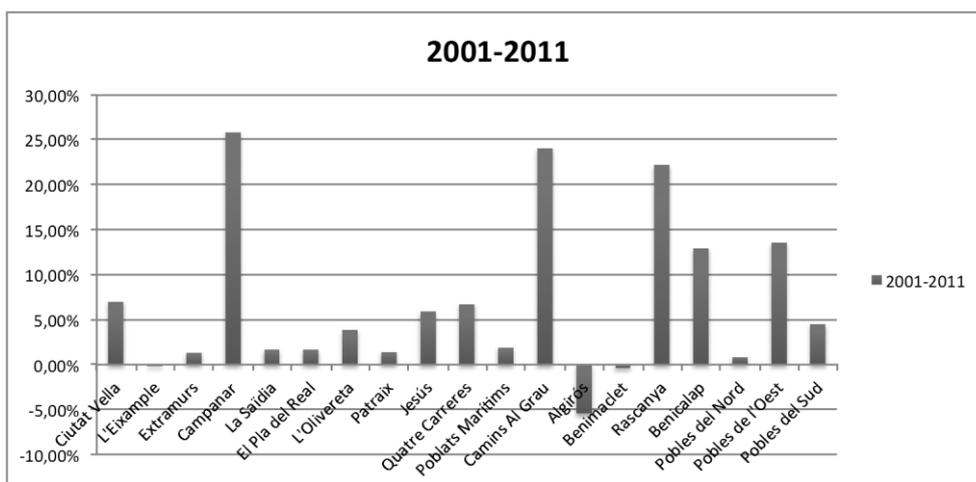
Fuente: Anuarios estadísticos del Ayuntamiento de Valencia.

Figura 43. Variación de la población por distrito.1991-2001



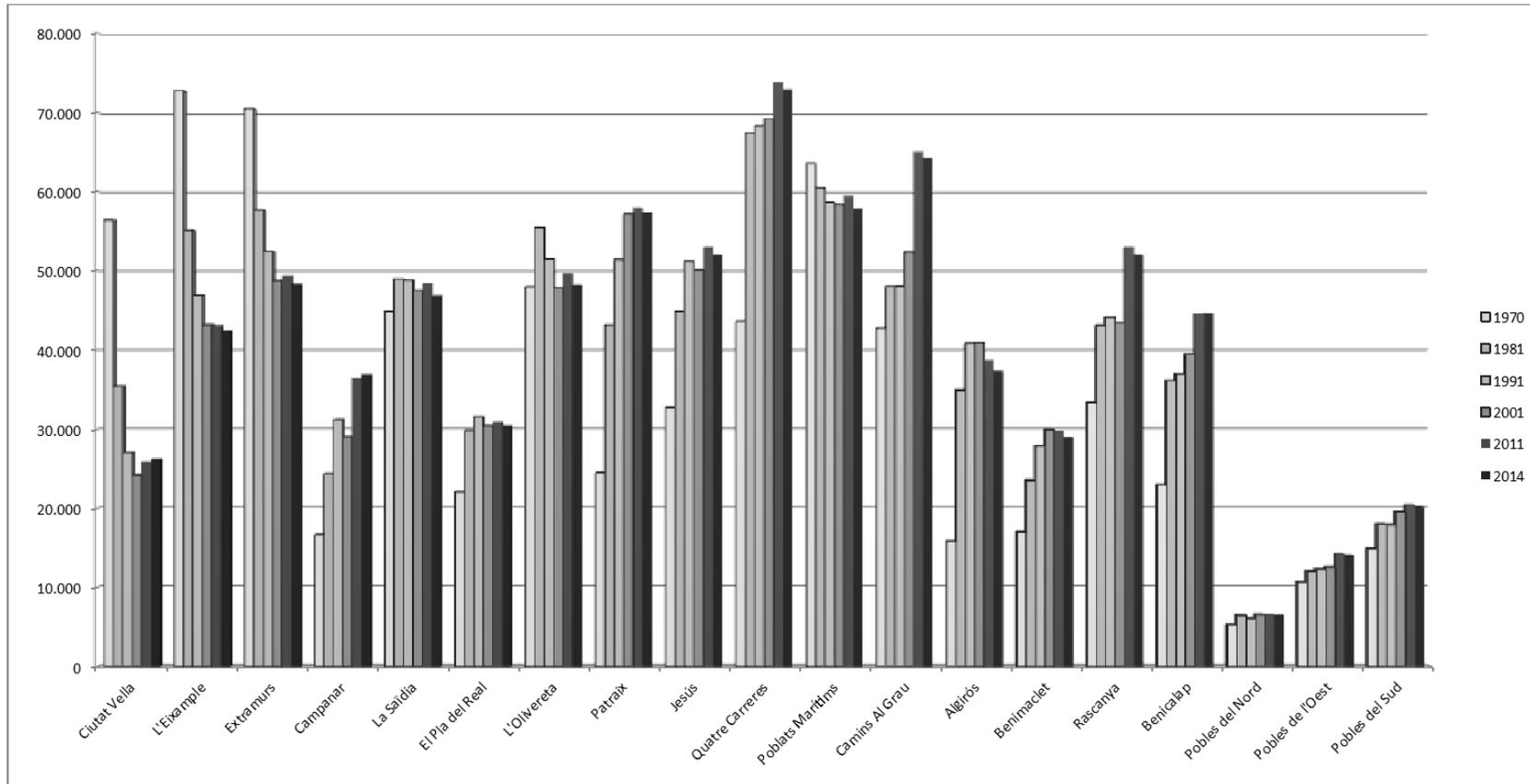
Fuente: Anuarios estadísticos del Ayuntamiento de Valencia.

Figura 44. Variación de la población por distrito.2001-2011



Fuente: Anuarios estadísticos del Ayuntamiento de Valencia.

Figura 45: Evolución de la población en los distritos de la ciudad de Valencia



Fuente: Elaboración propia a partir de los *Anuarios* estadísticos del Ayuntamiento de Valencia.

3.3. EVOLUCIÓN DE LOS PRECIOS DE LA VIVIENDA EN VALENCIA CAPITAL

Al tratarse de una investigación sobre la repercusión de los precios de la vivienda en Valencia, parece oportuno analizar la evolución de los precios en la ciudad. Para ello se ha realizado un estudio donde se han recogido precios de oferta de la vivienda en el año 2014 y se han comparado con los precios de la vivienda en el 2008, obtenidos de Llorca et al. (2008). En ambos años, los datos de los precios de la vivienda, tanto de obra nueva como de segunda mano, han sido recogidos de portales inmobiliarios. Los precios de la vivienda en el año 2014 han sido extraídos del portal inmobiliario *idealista.com*, durante el periodo comprendido entre el mes de enero de 2014 y el mes de enero de 2015. En el estudio de precios del año 2014 se han tenido en cuenta algo más de 4.900 muestras. En tabla 5 se muestra el precio medio de oferta por barrio en la ciudad de Valencia para los años 2008 y 2014, así como la tasa de variación de los precios en dicho periodo. En el estudio no han sido considerados los distritos de Pobles del Nord, del Sud y de l'Oest.

En el año 2008 los cinco barrios con precios por metro cuadrado más elevados corresponden a los distritos de Ciutat Vella (Sant Francesc y La Xerea), l'Eixample (el Pla del Remei y Gran Vía) y el Pla del Real (Exposició), es decir, a espacios centrales de la ciudad. En el año 2014 se observa que el barrio de Penya-roja entra en el grupo de los cinco barrios con mayor precio de la vivienda por metro cuadrado, rompiendo la pauta preexistente. En Llorca et al (2008) se comparan los precios en el año 1990 con los del año 2008, encontrando que los nuevos barrios desarrollados a partir de la década de los noventa suponen un cambio en la pauta de los precios en la ciudad. Hasta esta década, salvando particularidades (como el barrio de Jaume Roig), puede afirmarse que existía una pauta de menores precios a medida que nos alejamos de los espacios centrales, esta pauta se rompe con el desarrollo de los nuevos barrios. Son ejemplos de ello, los barrios de Ciutat de les Arts i les Ciències y Penya-roja, a ambos lados del margen del antiguo cauce del río Turia, a la altura de la Ciudad de las Artes y las Ciencias; y los barrios de Sant Pau en el distrito Campanar y Sant Llorenç en el distrito Rascanya.

Tabla 5. El precio medio de la vivienda en los barrios de la ciudad de Valencia, euros/m²

	2008	2014	var 2008-2014
1. Ciutat Vella			
1.1. la Seu	3.561	2.785	-0,22
1.2. la Xerea	4.938	2.696	-0,45
1.3. el Carne	3.280	2.067	-0,37
1.4. el Pilar	3.637	2.132	-0,41
1.5. el Mercat	4.012	2.480	-0,38
1.6. Sant Francesc	5.641	3.036	-0,46
2. l'Eixample			
2.1. Russafa	2.375	1.728	-0,27
2.2. el Pla del Remei	5.851	3.390	-0,42
2.3. Gran Vía	4.424	2.462	-0,44
3. Extramurs			
3.1. el Botànic	2.947	1.751	-0,41
3.2. la Roqueta	3.156	1.900	-0,40
3.3. la Petxina	2.715	1.480	-0,45
3.4. Arrancapins	3.068	1.692	-0,45
4. Campanar			
4.1. Campanar	2.749	1.822	-0,34
4.2. les Tendetes	2.438	1.219	-0,50
4.3. el Calvari	2.274	936	-0,59
4.4. Sant Pau	3.344	2.207	-0,34
5. Sàrdia			
5.1. Marxalenes	2.357	1.246	-0,47
5.2. Morvedre	2.532	1.520	-0,40
5.3. Trinitat	2.475	1.696	-0,31
5.4. Tormos	2.121	1.092	-0,49
5.5. Sant Antoni	2.304	1.455	-0,37
6. el Pla del Real			
6.1. Exposició	4.528	2.683	-0,41
6.2. Mestalla	3.259	2.336	-0,28
6.3. Jaume Roig	4.204	2.541	-0,40
6.4. Ciutat Universitària	3.640	2.002	-0,45
7. l'Olivereta			
7.1. Nou Moles	2.258	1.154	-0,49
7.2. Sotemes	2.280	1.104	-0,52
7.3. Tres Forques	1.968	845	-0,57
7.4. la Font Santa	2.077	881	-0,58
7.5. la Llum	2.434	1.229	-0,50
8. Patraix			
8.1. Patraix	2.244	1.139	-0,49
8.2. Sant Isidre	2.271	1.175	-0,48
8.3. Vara de Quart	2.204	1.151	-0,48
8.4. Safranar	2.372	1.328	-0,44
8.5. Favara	2.362	1.075	-0,54

	2008	2014	var 2008-2014
9. Jesús			
9.1. la Raiosa	2.350	1.175	-0,50
9.2. l'Hort de Senabre	2.236	1.055	-0,53
9.3. la Creu Coberta	2.363	1.041	-0,56
9.4. Sant Marcellí	2.168	1.007	-0,54
9.5. Camí Real	2.463	1.170	-0,52
10. Quatre Carreres			
10.1. Montolivet	2.871	1.294	-0,55
10.2. En Corts	2.499	1.177	-0,53
10.3. Malilla	2.395	1.171	-0,51
10.4. la Fonteta Sant Lluís	2.118	974	-0,54
10.5. na Rovella	2.749	918	-0,67
10.6. la Punta	n.d.	n.d.	n.d.
10.7. Ciutat de les Arts i les Ciénc	4.069	2.319	-0,43
11. Poblats Marítims			
11.1. El Grau	2.665	1.368	-0,49
11.2. el Cabanyal-el Canyameral	1.944	1.201	-0,38
11.3. la Malva-rosa	2.411	1.441	-0,40
11.4. Beteró	2.294	1.396	-0,39
11.5. Natzarret	1.923	909	-0,53
12. Caminsal Grau			
12.1. Aiora	2.223	1.211	-0,46
12.2. Albors	2.560	1.252	-0,51
12.3. la Creu del Grau	2.491	1.238	-0,50
12.4. Camí Fondo	2.577	1.363	-0,47
12.5. Penya-roja	3.933	2.798	-0,29
13. Algirós			
13.1. l'Illa Perduda	2.501	1.336	-0,47
13.2. Ciutat Jardí	2.824	1.638	-0,42
13.3. l'Amistat	2.340	1.354	-0,42
13.4. la Bega Baixa	3.145	1.989	-0,37
13.5. la Carrasca	2.495	1.851	-0,26
14. Benimaclet			
14.1. Benimaclet	2.590	1.553	-0,40
14.2. Camí de Vera	2.219	1.382	-0,38
15. Rascanya			
15.1. Orriols	1.942	966	-0,50
15.2. Torrefiel	2.039	1.096	-0,46
15.3. Sant Llorenç	3.174	2.052	-0,35
16. Benicalap			
16.1. Benicalap	2.476	1.261	-0,49
16.3. Ciutat Fallera	2.033	884	-0,57

Fuente: Elaboración propia

Si consideramos los 10 barrios con precios por metro cuadrado de la vivienda más elevado, se observa que en el año 2008, a los 5 barrios de rentas más altas se añaden el barrio del Mercat en el distrito de Ciutat Vella, los barrios de Ciutat Universitaria en el distrito de El Pla del Real, y los nuevos barrios de los márgenes de la Ciudad de las Artes y las Ciencias. Si comparamos la situación en el 2008 con la del 2014, no se aprecian grandes diferencias, si bien, el barrio del Mercat desaparece del grupo de los 10 barrios de precio más alto y entra, en este grupo, el barrio de La Seu. Como puede observarse en la tabla 6, La Seu es el barrio donde menos han disminuido los precios en el periodo analizado. En el 2014, el barrio de Penya-roja es el tercero con el precio de la vivienda por metro cuadrado más elevado, por detrás de Sant Francesc y la Xerea.

Si nos centramos ahora en los barrios con menor precio por metro cuadrado de la vivienda encontramos que, en este grupo, se encuentran el barrio de Tres Forques y la Font Santa pertenecientes al distrito de l'Olivereta y los de Ciutat Fallera (en Benicalap), Natzaret (en Poblats Marítims) y na Rovella (en Camins al Grau).

La figura 46 muestra las tasas de variación en los precios medios por metro cuadrado por barrio para el periodo 2008-2014. Considerando que para dicho periodo la tasa de variación en el precio, para el conjunto de la ciudad de Valencia, fue del 49% (ver figura 5) observamos que en los distritos de Ciutat Vella, l'Eixample, Extramurs, el Pla del Real y Benimaclet, en todos los barrios, los precios de la vivienda por metro cuadrado disminuyen por debajo de la bajada estimada para el conjunto de la ciudad. Por el contrario, en los distritos de l'Olivereta y Jesús, los precios disminuyen por encima del conjunto de la ciudad en todos sus barrios.

Si ponemos el foco en el ajuste de los precios en los barrios que conforman un distrito, podemos observar pautas de comportamiento similar en los distritos de Quatre Carreres, Camins al Grau y Rascanya. Todos ellos tienen en común el contar con nuevos barrios edificados en los periodos más recientes. En los tres distritos considerados, las tasas de reducción de los precios han sido significativamente más altas en los barrios con un parque inmobiliario más antiguo y de menor calidad. En el distrito de Quatre Carreres, en todos los barrios, el precio por metro cuadrado disminuyó varios puntos por encima de la caída observada para el conjunto de la ciudad, excepto el barrio de Ciutat de les Arts i les Ciències. En este mismo distrito, en el barrio de na Rovella, los precios presentan, para este periodo, la mayor caída de la ciudad con una tasa de reducción del 67%; en el barrio de Montolivet la tasa de disminución de los precios fue del 55%; en el barrio de Ciutat de les Arts i les Ciències de un 43% (por encima de otros barrios de nueva creación). En el distrito de Camins al

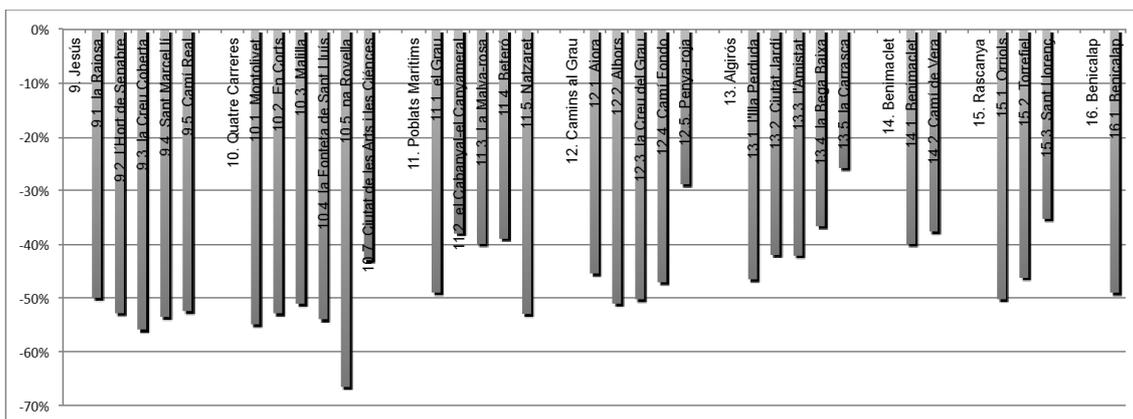
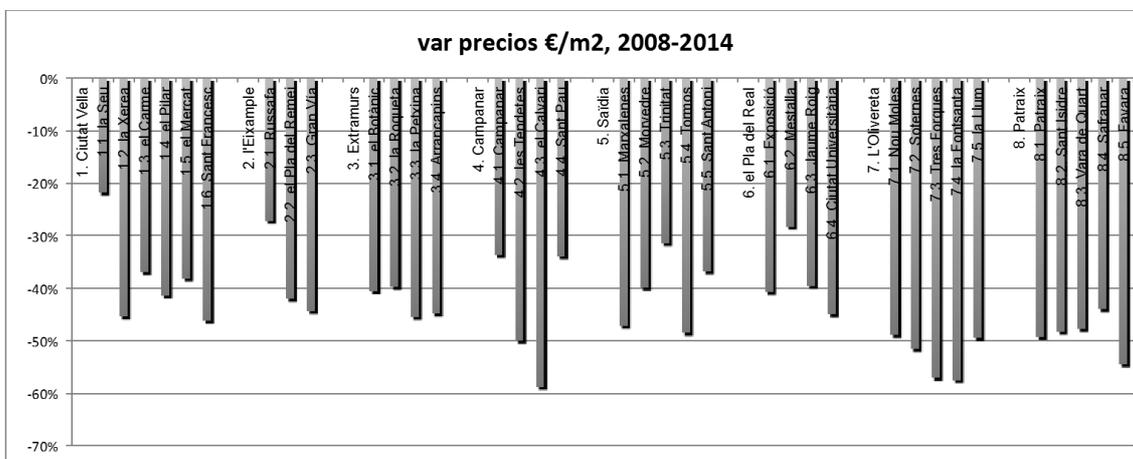
Grau se repite este comportamiento, los precios de la vivienda por metro cuadrado en los barrios de la Creu del Grau y Albors disminuyeron por encima del 50%, mientras que en el barrio de Penya-roja, de reciente construcción y mayores calidades, lo hicieron en un 29%. En el distrito de Rascanya las diferencias observadas también son importantes, en el barrio de Orriols la tasa de disminución de los precios fue del 50%, mientras que en el barrio vecino de Sant Llorenç, de reciente construcción y con mayores calidades, los precios disminuyeron en un 35%.

Analizando las tasas de variación para el conjunto de la ciudad, observamos que los barrios en los que menos han disminuido los precios de la vivienda se sitúan en espacios centrales, entre estos se encuentran algunos barrios del distrito de Ciutat Vella y los que le rodean como l'Eixample, el Pla del Real, Extramurs y la Saïdia. A estos se añaden los barrios de nuevo desarrollo como Penya-roja, Sant Pau, Sant Llorenç, y tres barrios próximos a los Campus Universitarios en el entorno de la Avenida de Tarongers: la Carrasca, Camí de Vera y Benimaclet. Por otro lado, en el grupo de los barrios que menos han visto reducidos sus precios también se encuentran la Malva-rosa, el Cabanyal-el Canyameral y Beteró. La menor reducción de precios en el Cabanyal-el Canyameral puede explicarse por el hecho de haber sufrido un menor crecimiento en el periodo expansivo debido a la incertidumbre y la política urbanística llevada a cabo en relación al proyecto de Paseo al Mar que implicaba la demolición de una parte del barrio. También es de destacar que, durante los pasados años, el Ayuntamiento de Valencia no concedió licencias para la rehabilitación, además la falta de limpieza y mantenimiento de la urbanización en el barrio contribuyó a acelerar su deterioro.

Si observamos el grupo de barrios con una tasa de disminución por encima del 50%, vemos que se trata, en su totalidad, de barrios con los niveles más bajos en cuanto al precio medio de la vivienda. Es decir, los precios han disminuido, salvo algunas excepciones, a una tasa superior en los barrios de precios más bajos.

La tabla 6 proporciona información sobre la disminución de los precios de la vivienda por metro cuadrado en los distintos barrios de la ciudad. A medida que descendemos por la columna, en cada uno de los rangos establecidos, la bajada porcentual de los precios es mayor. Es decir, la Seu es el barrio que presenta menos tasa de variación, con una caída de precios del 22%; el barrio de Penya-roja presenta una tasa de reducción de precios mayor a la Seu y más próxima al barrio de Trinitat.

Figura 46. Ajuste de precios en distintos barrios de la ciudad en el periodo 2008-2014



Fuente: elaboración propia

Dada la información recogida, podemos afirmar que, en términos generales, los barrios que parten en el 2008 con precios de la vivienda por metro cuadrado más bajos ven reducidos sus precios en mayor medida que los barrios de precios más elevados. La explicación puede ser una mayor necesidad de ajuste derivada de un aumento y sobrevalorización mayor en el periodo de auge.

En estos barrios se puede haber producido, en la fase de crecimiento, un mayor aumento de precios por la aparición de un segmento de población cuya demanda solo podía dirigirse hacia este tipo de vivienda. Recordamos que, durante el periodo expansivo, aumentó significativamente el empleo y la entrada de inmigrantes en busca de mejores oportunidades. Una vez finalizada esta etapa, en el periodo de recesión, el desempleo afectó más a estas familias, y, por ende, a su capacidad de

demandar y de hacer frente a los pagos de las hipotecas. Es decir, se trataría de una demanda que aumentó por encima de la media y que una vez finalizado el boom se resintió en mayor medida. Podríamos decir que, a inicios del 2008, estas viviendas de peor calidad podrían haber partido con mayores niveles de sobrevaloración, con lo que tendrían que haber realizado una senda de ajuste mayor. Otra posibilidad que podría explicar, si bien en parte, la caída mayor de los precios en los barrios con niveles menores de precios de la vivienda puede estar relacionada con el stock en oferta. A partir del 2007 la demanda de viviendas se reduce y se genera un importante excedente en toda la ciudad, en el stock hay un gran número de viviendas nuevas, de mejor calidad que las viviendas en los barrios periféricos más antiguos. La puesta en el mercado de una importante oferta de viviendas nuevas, con un precio a la baja, pudo hacer más difícil aún vender las viviendas de peor calidad, lo que pudo conducir a un mayor ajuste en sus precios de oferta.

Tabla 6. Distinta variación en los precios de la vivienda, euros/m².

tasa de variación (30%-40%)	tasa de variación (41%-50%)	tasa de variación (51%-60%)	tasa variación >60%
1.1. la Seu	3.1. el Botànic	12.2. Albors	10.5. na Rovella
13.5. la Carrasca	6.1. Exposició	10.3. Malilla	
2.1. Russafa	1.4. el Pilar	7.2. Soternes	
6.2. Mestalla	13.2. Ciutat Jardí	9.5. Camí Real	
12.5. Penya-roja	2.2. el Pla del Remei	9.2. l'Hort de Senabre	
5.3. Trinitat	13.3. l'Amistat	10.2. En Corts	
4.1. Campanar	10.7. Ciutat de les Arts i les Cièr	11.5. Natzaret	
4.4. Sant Pau	8.4. Safranar	9.4. Sant Marcel·lí	
15.3. Sant Llorenç	2.3. Gran Vía	10.4. la Fonteta Sant Lluís	
13.4. La Bega Baixa	3.4. Arrancapins	8.5. Favara	
5.5. Sant Antoni	6.4. Ciutat Universitària	10.1. Montolivet	
1.3. el Carme	1.2. la Xerea	9.3. la Creu Coberta	
14.2. Camí de Vera	3.3. la Petxina	16.3. Ciutat Fallera	
11.2. el Cabanyal-el Canyameral	12.1. Aiora	7.3. Tres Forques	
1.5. el Mercat	1.6. Sant Francesc	7.4. la Font Santa	
11.4. Beteró	15.2. Torreíel	4.3. el Calvari	
6.3. Jaume Roig	13.1. L'Illa Perduda		
3.2. la Roqueta	12.4. Camí Fondo		
5.2. Morvedre	5.1. Marxalenes		
11.3. la Malva-rosa	8.3. Vara de Quart		
14.1. Benimaclet	8.2. Sant Isidre		
	5.4. Tormos		
	7.1. Nou Moles		
	11.1. el Grau		
	16.1. Benicalap		
	8.1. Patraix		
	7.5. la Llum		
	4.2. les Tendetes		
	9.1. la Raiosa		
	15.1. Orriols		
	12.3. la Creu del Grau		

Fuente: elaboración propia

Tabla 7. Posición de los barrios de la ciudad de Valencia en función del precio de la vivienda por metro cuadrado, variaciones 2008-2014.

	posición		cambio		posición		cambio
	2008	2014			2008	2014	
1.1. la Seu	12	4	8	9.1. la Raiosa	47	49	-2
1.2. la Xerea	3	5	-2	9.2. l'Hort de Senabre	56	59	-3
1.3. el Carne	14	14	0	9.3. la Creu Coberta	44	60	-16
1.4. el Pilar	11	13	-2	9.4. Sant Marcel·lí	60	61	-1
1.5. el Mercat	8	8	0	9.5. Camí Real	37	51	-14
1.6. Sant Francesc	2	2	0	10.1. Montolivet	21	38	-17
2.1. Russafa	42	22	20	10.2. En Corts	32	47	-15
2.2. el Pla del Remei	1	1	0	10.3. Malilla	41	50	-9
2.3. Gran Via	5	9	-4	10.4. la Fonteta Sant Lluís	62	62	0
3.1. el Botànic	20	21	-1	10.5. na Rovella	24	65	-41
3.2. la Roqueta	17	18	-1	10.7. Ciutat de les Arts i les Ciénc	7	11	-4
3.3. la Petxina	25	28	-3	11.1. el Grau	26	33	-7
3.4. Arrancapins	19	24	-5	11.2. el Cabanyal-el Canyameral	67	46	21
4.1. Campanar	23	20	3	11.3. La Malva-rosa	40	30	10
4.2. les Tendetes	38	44	-6	11.4. Beteró	50	31	19
4.3. el Calvari	52	64	-12	11.5. Natzaret	69	66	3
4.4. Sant Pau	13	12	1	12.1. Aiora	57	45	12
5.1. Marxalenes	46	41	5	12.2. Albors	29	40	-11
5.2. Morvedre	30	27	3	12.3. la Creu del Grau	34	42	-8
5.3. Trinitat	36	23	13	12.4. Camí Fondo	28	34	-6
5.4. Tormos	61	57	4	12.5. Penya-roja	9	3	6
5.5. Sant Antoni	49	29	20	13.1. l'Illa Perduda	31	36	-5
6.1. Exposició	4	6	-2	13.2. Ciutat Jardí	22	25	-3
6.2. Mestalla	15	10	5	13.3. l'Amistat	48	35	13
6.3. Jaume Roig	6	7	-1	13.4. la Bega Baixa	18	17	1
6.4. Ciutat Universitària	10	16	-6	13.5. la Carrasca	33	19	14
7.1. Nou Moles	54	52	2	14.1. Benimaclet	27	26	1
7.2. Soternes	51	55	-4	14.2. Camí de Vera	58	32	26
7.3. Tres Forques	66	69	-3	15.1. Orriols	68	63	5
7.4. la Font Santa	63	68	-5	15.2. Torrefiel	64	56	8
7.5. la Llum	39	43	-4	15.3. Sant Llorenç	16	15	1
8.1. Patraix	55	54	1	16.1. Benicalap	35	39	-4
8.2. Sant Isidre	53	48	5	16.3. Ciutat Fallera	65	67	-2
8.3. Vara de Quart	59	53	6				
8.4. Safranar	43	37	6				
8.5. Favara	45	58	-13				

El barrio con la posición 1 es el de mayor precio medio de la ciudad.

(+) subida de posición, (-) bajada de posición

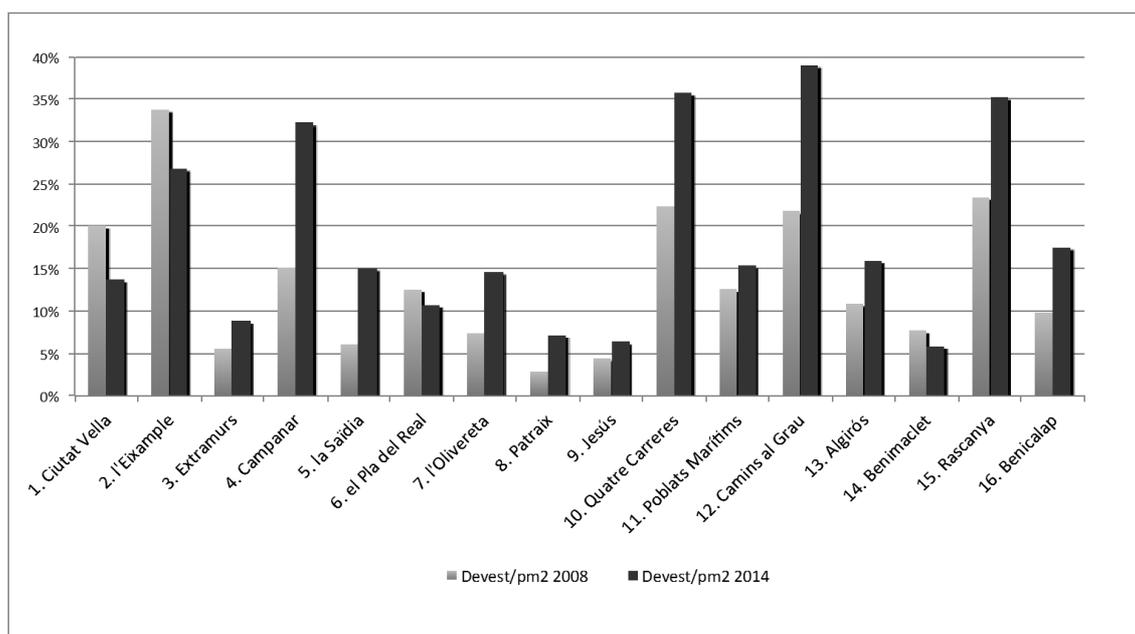
Fuente: elaboración propia

Una manera de analizar el proceso de ajuste puede ser a partir de la posición relativa del barrio en función de su precio. La tabla 7 muestra la posición de los barrios en los años 2008 y 2014, así como el cambio producido en dicho periodo. Los barrios Camí de Vera, el Cabanyal-el Canyameral, Russafa y Sant Antoni son los que más puestos suben en la posición relativa. Los barrios del distrito de Ciutat Vella mantienen la misma posición o sufren pequeños cambios.

Si analizamos los barrios que han empeorado su posición relativa es necesario mencionar el distrito de Quatre Carreres, que cuenta con cuatro barrios que se encuentran entre los diez con mayores pérdidas de posición. En el caso del barrio de na Rovella, la pérdida de posición ha sido muy acusada.

En el estudio, también se han analizado las desviaciones en los precios medios de la vivienda en los barrios que componen cada distrito. En el año 2014, los distritos con desviaciones más elevadas son Camins al Grau, Quatre Carreres, Rascanya, Campanar y en menor medida l'Eixample. Los 4 primeros albergan los nuevos desarrollos durante la etapa expansiva. Estos nuevos barrios, de precios de la vivienda más elevados, comparten vecindad con barrios humildes, de menor antigüedad y calidad urbanística. Es significativo que cuando comparamos los años 2008 y 2014 las diferencias entre los barrios de un distrito se acrecientan, aumenta la desigualdad. Lo llamativo es que los contrastes se producen en el entorno de barrios vecinos. Barrios con precios de la vivienda muy por encima del precio medio en la ciudad lindan o están muy próximos a barrios que se encuentran entre aquellos con los niveles más bajos.

Figura 47. Desviaciones en los precios de la vivienda de los barrios por distrito, euros/m².



Fuente: elaboración propia.

En las figuras 49 y 50 se han representado los precios medios de la vivienda de los distintos barrios sobre el plano de la ciudad. Para su realización se ha utilizado el programa Surfer 8 que permite representar valores en el espacio. Se han posicionado los precios medios de cada barrio en una coordenada que representa su punto medio geográficamente. Para la realización de las curvas de nivel y de superficie se ha realizado una interpolación de los datos a partir del método de *kriging*. En el mapa de curvas de nivel, con color negro, se indica la curva correspondiente al precio medio de la vivienda por metro cuadrado en la ciudad con color negro, 2.800

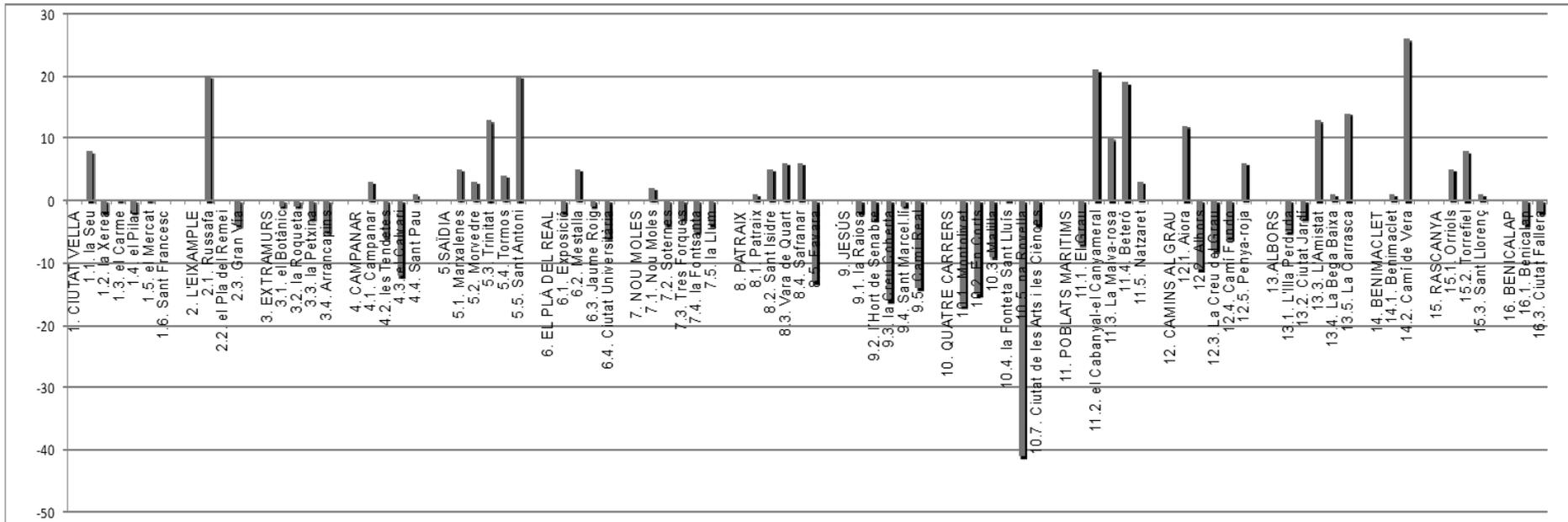
euros en el año 2008 y 1.450 euros. De las imágenes puede deducirse que, como pauta general, existe un gradiente de precios decrecientes a medida que nos alejamos del centro, entendido el centro como el espacio con mayor actividad, que situamos en los barrios de Sant Francesc y, en menor medida, el Pla del Remei. Esta pauta se rompió, ya en los años setenta, con el desarrollo del barrio de Jaume Roig. Desde la década de los noventa, la nueva construcción en espacios periféricos rompe claramente la pauta antes mencionada. En la gráfica de superficies podemos ver los picos de precios. En el noroeste, el barrio de Sant Pau y parte de Benicalap en el entorno de la Avinguda de les Corts Valencianes; en el norte, el barrio de Sant Llorenç con la zona de Alfauir y, hacia el este, los nuevos barrios a ambos lados de la Ciudad de las Artes y las Ciencias.

Otro aspecto que puede observarse es el cambio de la curva de nivel relativa al precio medio. Si comparamos los años 2008 y 2014 dicha curva se ensancha hacia el noreste. Los barrios en el interior del espacio delimitado por la curva de nivel tienen un precio medio de la vivienda por encima de la media. De la información proporcionada por las imágenes, podríamos deducir que estos espacios incrementan su precio relativo a lo largo del periodo de ajuste.

En las imágenes también encontramos curvas de nivel con barras cruzadas, en estos casos, los espacios contenidos en el interior de la curva presentan un precio de la vivienda más bajo. Se encuentran en esta situación los barrios de la Font Santa y Tres Forques, en el oeste de la ciudad.

Las imágenes muestran la desigualdad a la que antes hemos hecho referencia. Podemos ver zonas de picos de precios junto a hundimientos, se percibe como los fuertes contrastes se producen, en muchos casos, en espacios muy próximos.

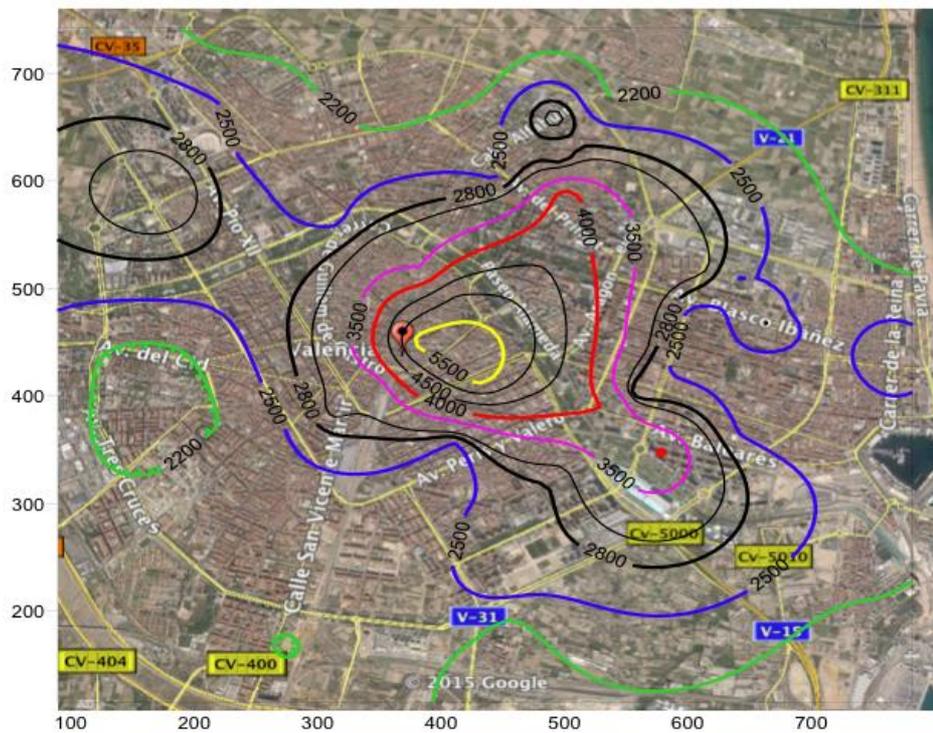
Figura 48. Cambios en las posiciones de los distintos barrios en función del precio por metro cuadrado de la vivienda, periodo 2008-2014



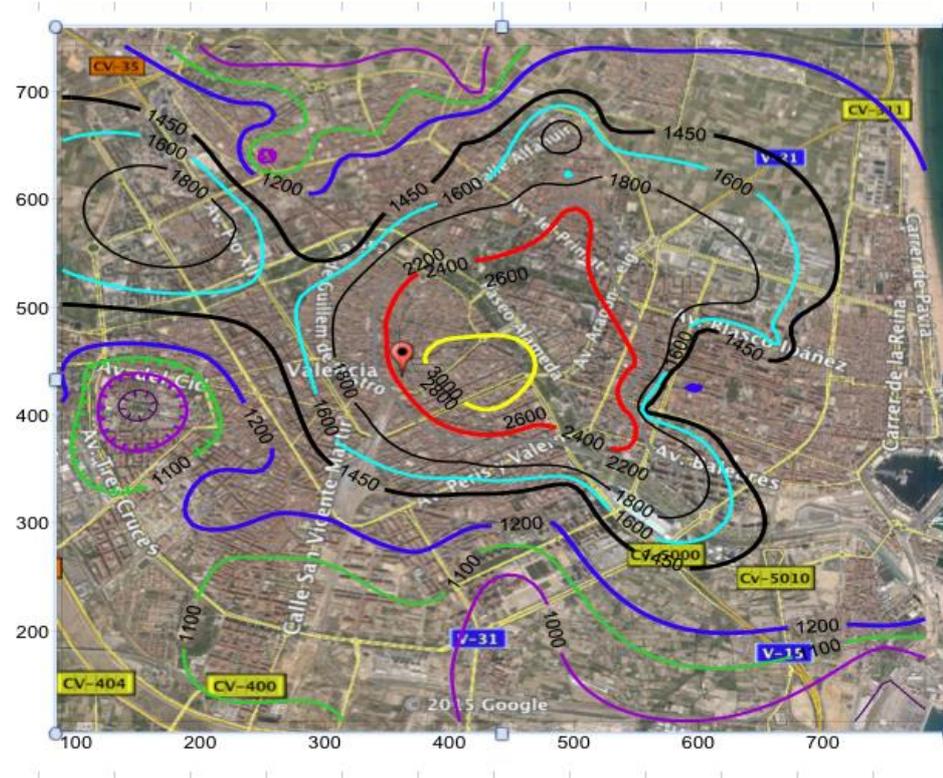
Fuente: elaboración propia.

Figura 49. Mapa con curvas de nivel. Precios de la vivienda por m²

2008



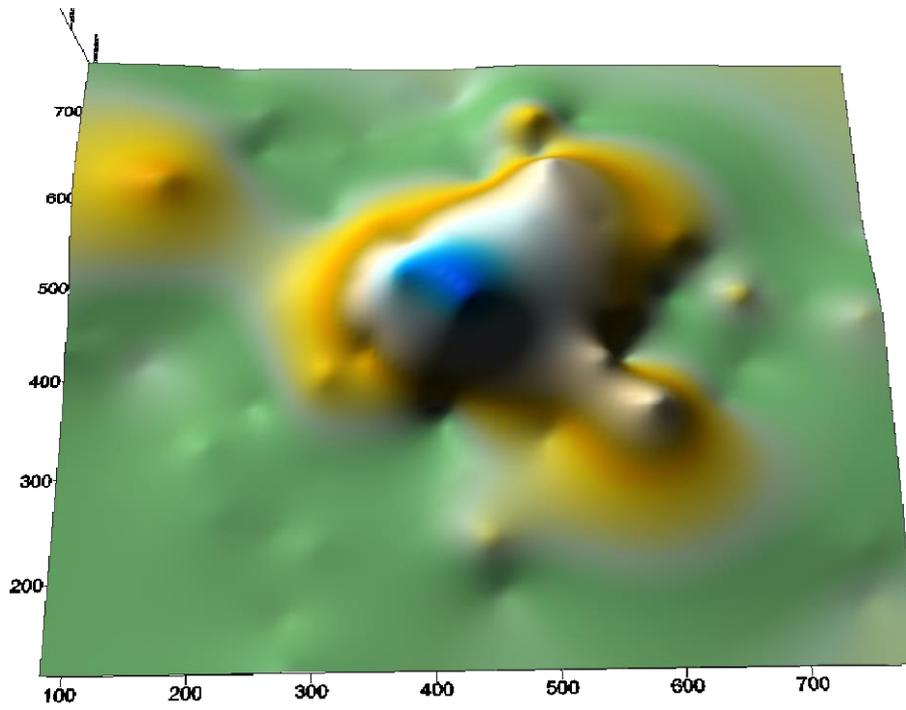
2014



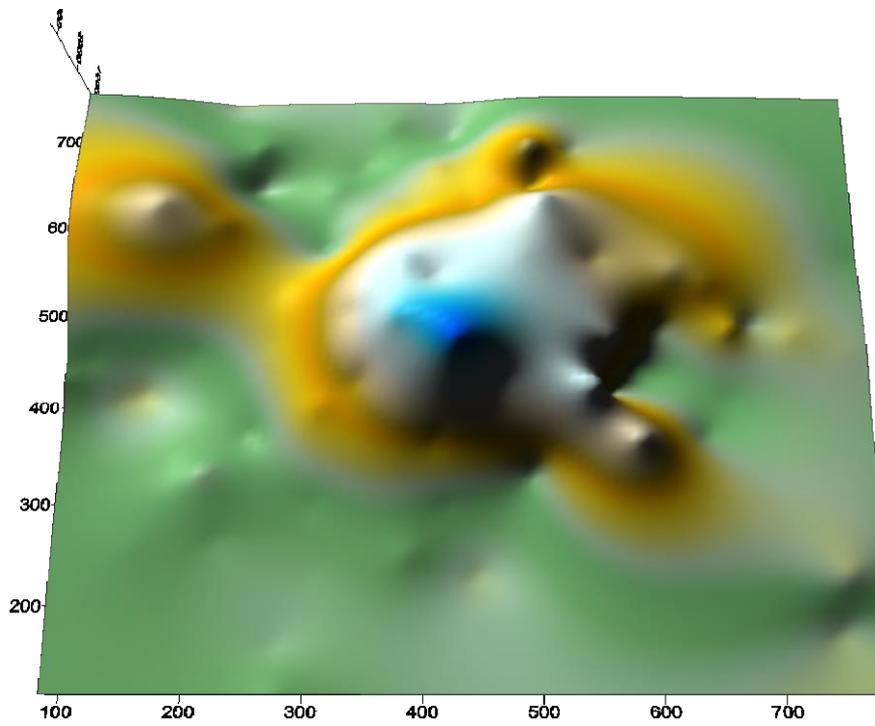
Fuente: elaboración propia

Figura 50. Mapa de superficies. Precios de la vivienda por m²

2008



2014



Fuente: elaboración propia

PARTE 3

DESARROLLO DEL MODELO

4. DESARROLLO DEL MODELO

Parte de lo desarrollado en este apartado ha sido publicado en la revista CT Catastro y subido en abierto a internet (ver apartado de publicaciones).

Una vez conocidas las características y peculiaridades del ámbito de estudio, nos centraremos en el desarrollo de la investigación realizada. Comenzaremos con la presentación del trabajo, donde se explica, en primer lugar la metodología y su relación con los objetivos e hipótesis de este trabajo. Posteriormente el objetivo del mismo donde se analizan las fuentes de información, la población a la que compete, las muestras del estudio y se detallan cada una de las variables escogidas y los índices utilizados. En el siguiente apartado se especifica el estudio realizado explicando el proceso seguido hasta estimar el modelo neuronal que nos ha permitido realizar el estudio de los aspectos relativos a la localización y su incidencia en el precio de la vivienda. Así mismo, razonamos las decisiones tomadas en base a la subsanación de errores y mejora de la aplicación del modelo, para pasar al siguiente epígrafe donde se exponen los resultados finales del estudio.

4.1. METODOLOGÍA

Nos planteamos como objetivo principal de esta investigación analizar el impacto que tiene en el precio de la vivienda los aspectos relativos a la localización de la misma. Este objetivo es el eje central que guía la investigación y el que nos lleva a plantear la metodología de trabajo.

También proponemos una serie de objetivos específicos y unas hipótesis que marcan la estructura metodológica de la investigación. En base a estos objetivos e hipótesis, enunciados detalladamente en el apartado 1.2 del presente trabajo, se ha planteado la siguiente metodología:

1. Determinación y obtención de las variables descriptivas.
2. Estudio del impacto de esas variables en el precio mediante técnicas de inteligencia artificial.
 - 2.1. Obtención de un modelo basado en una Red Neuronal Artificial
 - 2.2. Utilización del modelo para el estudio del impacto
3. Análisis de los resultados obtenidos y conclusiones
4. Descripción de las limitaciones encontradas y posibles vías de investigación

1. Determinación y obtención de las variables descriptivas

Para determinar las variables descriptivas nos hemos basado en la literatura vista en los fundamentos teóricos y más concretamente en el apartado 2.2 donde hemos hablado de los determinantes del valor de la vivienda. Otro aspecto tenido en cuenta ha sido la posibilidad de recogida de información fiable.

Por otro lado, se han elaborado índices tanto para las variables cualitativas recogidas como para agrupar variables cuantitativas con distintas características, con la finalidad de no perder información y a su vez conseguir reducir el número de variables de entrada del modelo.

Esta primera parte se realiza en base a los objetivos 1, 2 y 4 vistos en la páginas 2 y 3 de este trabajo.

2. Estudio del impacto de esas variables en el precio mediante técnicas de inteligencia artificial

A la hora de estudiar el impacto de las variables descriptivas en el precio de la vivienda, se hace necesaria la construcción de un modelo de red neuronal que nos facilite una predicción de precios según el valor de las variables elegidas. Posteriormente utilizaremos esa red para el estudio del impacto en el precio de cada variable.

a) Obtención de un modelo basado en una Red Neuronal Artificial

Con el fin de obtener el modelo seguimos el proceso representado en la figura 51. El proceso a seguir para la construcción del modelo consiste en probar con diferentes topologías de perceptrón multicapa, partiendo de una sola capa oculta con unas pocas neuronas e ir incrementando tanto el número de neuronas como el número de capas. Se prueba cada una de ellas con diferentes algoritmos de aprendizaje de retro-propagación del error (Backpropagation) y retro-propagación del error con momento (Backpropagation with momentum) con diferentes valores para sus parámetros (factor de aprendizaje y momento). Se han seleccionado estos algoritmos de aprendizaje puesto que la literatura indica que se comportan bien para la mayoría de problemas al entrenar a perceptrones multicapa. Todas las pruebas se han llevado a cabo empleando el simulador de redes neuronales SNNS, desarrollado por el Instituto de Sistemas de Alto Rendimiento Paralelos y Distribuidos de la Universidad de Stuttgart (Valero, 2010).

Para realizar este estudio, es necesario partir de un conjunto de muestras sobre las que realizar el entrenamiento y posterior test, a fin de seleccionar como modelo la red que ofrezca mejores resultados.

b) Utilización del modelo para el estudio del impacto

Una vez obtenido el modelo de RNA para la predicción de precios tomamos al azar una vivienda de cada tipología. Para cada una de ellas se modifican los datos de la variable objeto de estudio, dentro de todo el rango posible. El resto de variables permanecen constantes. Se predice con el modelo el precio de esa vivienda para cada valor de la variable estudiada, obteniendo una predicción para cada valor de la variable.

En este segundo apartado de la metodología intentamos conseguir los objetivos 3 y 6 formulados al principio de este trabajo.

3. Análisis de los resultados y conclusiones

Los resultados de las predicciones obtenidas en el apartado anterior se representan en gráficas para poder analizarlos de forma más visual, y se estudia el impacto que tiene sobre el precio la variable estudiada conforme varía la predicción y el valor.

Obtenemos conclusiones de los resultados basándonos en las teorías formuladas por los autores estudiados en los fundamentos teóricos y en la estructura urbana resultante de las estrategias de localización que son objeto de estudio de la Economía Urban.

Con este análisis abordamos el objetivo 7 redactado al inicio del trabajo y comprobamos si se cumplen cada una de las hipótesis formuladas

4. Descripción de las limitaciones encontradas y posibles vías de investigación

Por último analizamos las limitaciones con las que nos hemos encontrado para resolverlas en futuras investigaciones y planteamos nuevas vías de investigación que pueden ampliar y/o mejorar el presente estudio.

4.2. OBJETO DE ESTUDIO

El objetivo de esta investigación es analizar el impacto de los aspectos relativos a la localización en el precio de la vivienda y no tanto la estimación del precio a través de redes neuronales artificiales, aunque el modelo también sirva para estimar el precio a partir de unos valores de las variables. Esto ha hecho que no solo estimemos la red sino que “juguemos” con ella. Así, para estudiar el impacto de cada variable hemos mantenido constante los valores del resto de variables y solo hemos variado la variable que a estudiar en cada caso. Los resultados obtenidos nos han mostrado la variación del precio de la vivienda a cambios de la variable en cuestión, por ejemplo, la variación del precio de la vivienda según la cercanía o lejanía al centro de la ciudad.

Para poder llegar a estos resultados hemos utilizado las fuentes de información, la población, la muestra y los índices que especificamos a continuación.

4.2.1. FUENTES DE INFORMACIÓN

Hemos recurrido para realizar esta investigación a fuentes de información primaria, en concreto los datos que hemos procesado sobre precio, y características de la vivienda se encontraron ofertados en la base de datos de idealista.com durante el período comprendido entre el 19 de julio de 2009 y el 10 de mayo de 2010. Estos datos han pasado un control en cuanto a la información publicada en idealista. Así hemos revisado precio, tamaño, distribución y no duplicidad, es decir, no hemos tomado la información de anuncios repetidos de la misma vivienda y por lo tanto ninguna vivienda ha sido contabilizada más de una vez para su análisis en este estudio que está elaborado con precios de oferta sobre metros cuadrados construidos.

Se trata de pisos de venta libre y se han excluido las viviendas unifamiliares de este trabajo pues su presencia desvirtuaba el resultado del estudio. También se han descartado aquellos inmuebles cuyos precios de oferta estaban clara y desproporcionadamente fuera de mercado en sus correspondientes ubicaciones, ya que su inclusión en la muestra de análisis hubiera provocado fuertes distorsiones en los resultados finales. Así mismo, no hemos incluido las muestras de aquellas

viviendas que no contenían la información completa para formar las variables de nuestro modelo.

Los precios recogidos no tienen por qué coincidir con el precio final de la operación de cierre entre comprador y vendedor, normalmente suele ser más bajo de lo que al vendedor le gustaría. Sin embargo, al ser un estudio estático el precio ofertado puede servirnos de variable de salida pues este comportamiento se produce en todas las viviendas seleccionadas y el precio se oferta en base a las características de la vivienda y la situación coyuntural del mercado de vivienda y de la economía.

Tabla 8. Datos recogidos sobre características internas de la vivienda

De la propia vivienda	Del edificio donde está ubicada	De los espacios comunes
Precio	Ascensor	Zona verde
Tamaño	Instalación de gas natural	Piscina
Altura	Calefacción mediante radiadores	Pistas deportivas
Cualidad diferenciadora	Aire acondicionado	Parque infantil
Antigüedad	Otras instalaciones	Otros
Estado de conservación		
Garaje		
Nº de habitaciones		
Nº de baños		
Vistas-orientación		

Fuente: elaboración propia

En la tabla 8 están los atributos recogidos en el portal idealista.com. Para complementar la información recogida en este portal y con el fin de completar y mejorar los datos se decide incorporar información externa recogida en otras fuentes. Así de la página web del Ayuntamiento de la ciudad y en los estudios estadísticos y económicos realizados por este se ha obtenido los datos correspondientes a los atributos recogidos en la tabla 9.

A la hora de medir distancias, ya sea al centro de la ciudad, a las zonas verdes más próximas o la proximidad a las vías rápidas o a la parada del metro o autobús más cercano, nos hemos servido de la herramienta que incorpora Google Earth para tal fin. Este navegador permite realizar esta medida tanto en metros como en minutos y estos, a su vez, especificando la distancia considerando el recorrido a pie, en bus o en coche.

El tráfico y la congestión se han obtenido de los datos proporcionados por la Dirección General de Tráfico, que proporciona el número de vehículos que transitan por una vía al día, cada hora y en fechas determinadas

Tabla 9. Datos recogidos sobre características externas de la vivienda.

DE LA URBANIZACIÓN	DEL ENTORNO	DE LA ACCESIBILIDAD	ECONÓMICO-SOCIALES
Anchura de calle	Docentes	Distancia al centro de la ciudad	Nivel socioeconómico
Anchura de acera	Sanitarios	Proximidad al metro/tranvía	Presencia de inmigrantes en el barrio
Calidad de urbanización	Culturales	Proximidad a vías rápidas	
Regularidad de la trama	Deportivos	Proximidad a cinturones	
Densidad	M2 Zonas verdes		
	Distancia a zonas verdes		
	Edificios singulares		
	Cercanía a equipos no deseados		
	Tráfico/congestión		

Fuente: elaboración propia

4.2.2. POBLACIÓN

La población de nuestro estudio es la vivienda en la ciudad de Valencia. Veamos por tanto el censo de viviendas en función de distintas características. La tabla 10 recoge el número de viviendas por el tipo de viviendas y vemos que en la ciudad de Valencia en el censo de 2011²⁴ hay registradas 419.930 viviendas, de las cuales destinadas a uso principal, esto es, no como segunda residencia o vivienda vacía, hay censadas 328.980 viviendas.

²⁴ El censo se realiza cada 10 años por lo que en este siglo, solo hay datos del 2001 y del 2011.

Tabla 10. **Viviendas según tipo. Distrito. 2011**

	Total	Viviendas principales	Viviendas secundarias	Viviendas vacías
Valencia	419.930	328.980	33.755	57.195
1. Ciutat Vella	18.725	12.215	1.360	5.150
2. l'Eixample	22.760	19.345	945	2.470
3. Extramurs	28.005	22.000	1.855	4.150
4. Campanar	18.710	14.775	1.155	2.775
5. la Saïdia	25.190	20.825	1.805	2.560
6. el Pla del Real	16.045	12.345	1.635	2.065
7. l'Olivereta	25.910	20.355	1.375	4.180
8. Patraix	25.645	23.075	575	1.995
9. Jesús	24.270	22.090	430	1.750
10. Quatre Carreres	36.600	29.700	1.995	4.905
11. Poblats Marítims	31.125	24.255	1.230	5.640
12. Camins al Grau	30.955	25.925	1.330	3.700
13. Algirós	22.095	15.835	3.720	2.540
14. Benimaclet	16.730	12.085	2.350	2.295
15. Rascanya	23.780	20.540	775	2.460
16. Benicalap	21.995	17.725	700	3.575
17. Pobles del Nord	3.495	2.365	270*	855
18. Pobles de l'Oest	7.915	5.480	810	1.625
19. Pobles del Sud	19.980	8.040	9.450	2.495

*Nota: Datos redondeados a 0 y 5. Los datos marcados con * pueden contener errores elevados de muestreo.*

Fuente: **Censo de población y vivienda 2011. INE**

Es interesante conocer la edad de los edificios clasificándolos en base al número de plantas que posee cada edificio. La tabla 11 contiene esta información para la ciudad de Valencia. Podemos ver que, a pesar de la idea que tenemos en nuestra ciudad del boom inmobiliario, se construyeron casi el triple de viviendas más en la década de los 70 que en esta última década. Otro dato interesante es el hecho de que los edificios de 2 plantas sean los más numerosos en Valencia capital, seguido de los edificios de 8 plantas.

Tabla 11. **Edificios destinados principalmente a vivienda familiar según número de plantas sobre la rasante y el año de construcción. 2011**

Año de construcción	Total edificios destinados a viviendas familiares	Según número de plantas									
		1 planta	2 plantas	3 plantas	4 plantas	5 plantas	6 plantas	7 plantas	8 plantas	9 plantas	10 o más plantas
Total	35.840	5.456	6.986	1.797	2.295	3.915	5.065	2.415	5.642	617	1.652
Antes de 1900	2.274	573	635	163	241	277	192	137	55	1	0
1900-20	2.528	646	852	134	352	155	180	117	42	0	50
1921-40	3.820	999	1.419	204	175	252	364	208	141	4	54
1941-50	2.930	722	746	175	174	361	256	193	255	11	37
1951-60	4.785	817	842	192	393	671	825	330	533	48	134
1961-70	5.982	456	466	119	309	960	1.511	324	1.243	147	447
1971-80	6.331	383	510	186	294	654	893	522	2.161	183	545
1981-90	1.697	140	211	91	78	150	211	139	518	58	101
1991-2001	3.118	309	621	315	239	354	422	278	406	58	116
2002-2011	2.375	411	684	218	40	81	211	167	288	107	168

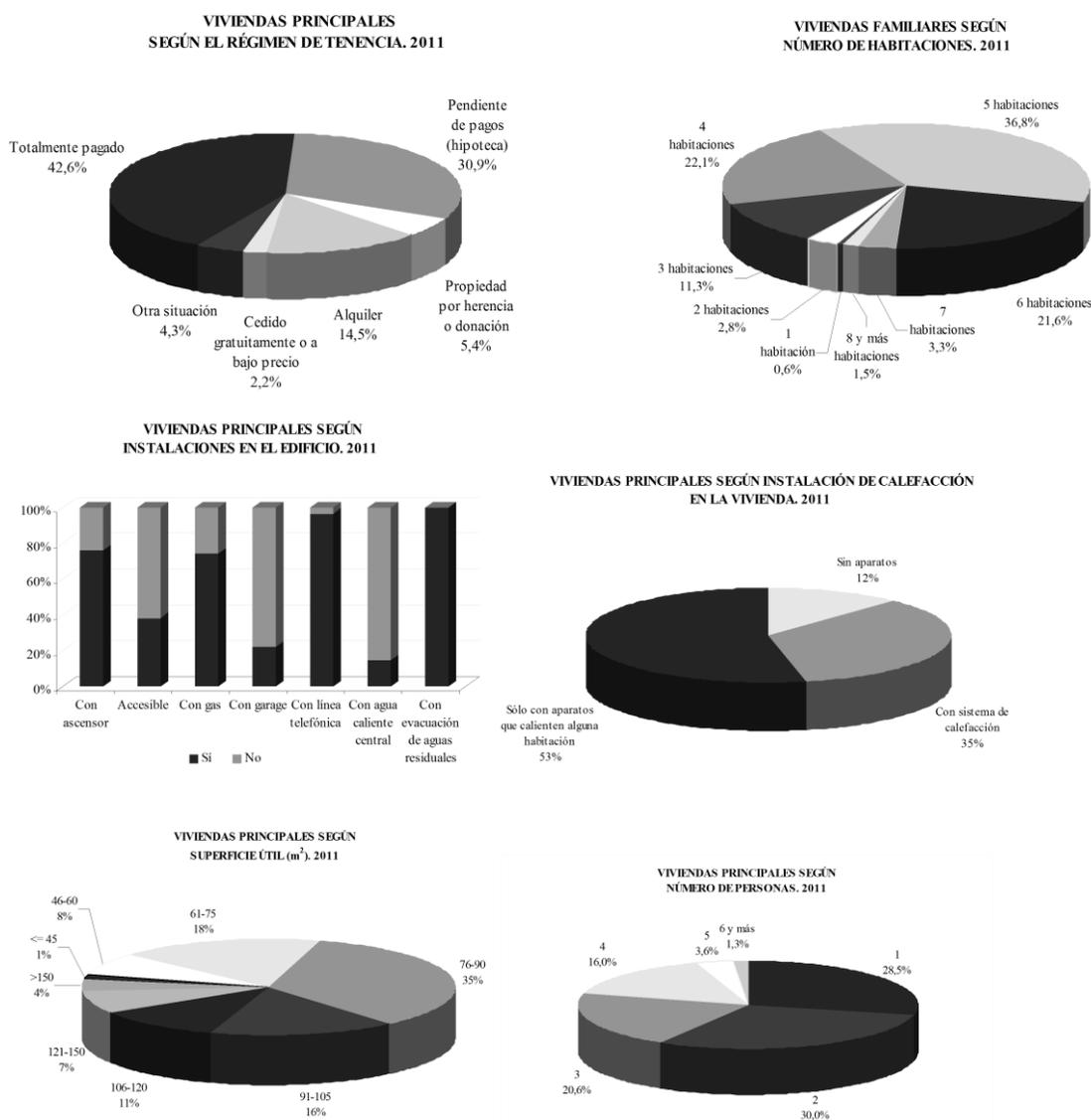
Fuente: **Censo de población y viviendas 2011. INE**

También se incluye en este estudio una serie de gráficos que complementan la información sobre la población a tratar. Así, podemos ver en el porcentaje de viviendas según el régimen de tenencia, cómo el 42,6 % de las viviendas en Valencia están totalmente pagadas y un 30,9% se encuentran hipotecadas.

De otro lado, según el número de habitaciones, existen según el censo del INE, un 63,1% de viviendas en la ciudad con 5 o más habitaciones, y tan solo un 33,4% de las viviendas cuentan con 3 o 4 habitaciones. En cuanto a las instalaciones del edificio, son pocas las que cuentan con garaje y agua central caliente, sin embargo la mayoría cuenta con instalación de gas, servicio telefónico y ascensor. Tan solo un 35% cuenta con sistema de calefacción en toda la vivienda.

Si nos fijamos en la superficie útil de la vivienda, el 51% de las viviendas tienen una dimensión entre el 76 y 105 m², y el 18% superan los 106 m². Por el número de personas que viven en cada vivienda podemos observar como en el 50,6% de las viviendas residen 2 o 3 personas, y tan solo un 4,9% de las viviendas albergan a 5 o más personas.

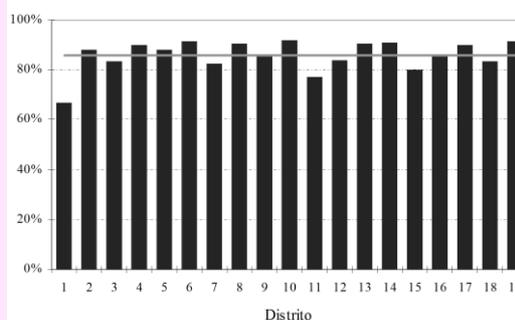
Figura 52. Nº y distribución de viviendas en Valencia con distintos criterios



Distritos de Valencia

- | | |
|-----------------|----------------------|
| 1. Ciutat Vella | 11. Poblats Marítims |
| 2. l'Eixample | 12. Camins al Grau |
| 3. Extramurs | 13. Algirós |
| 4. Campanar | 14. Benimaclet |
| 5. la Saïdia | 15. Rascanya |
| 6. Pla del Real | 16. Benicalap |
| 7. l'Olivereta | 17. Pobles del Nord |
| 8. Patraix | 18. Pobles de l'Oest |
| 9. Jesús | 19. Pobles del Sud |
| 10. 4 Carreres | |

VIVIENDAS PRINCIPALES SITUADAS EN EDIFICIOS EN BUEN ESTADO DE CONSERVACIÓN. 2011



Fuente: Censo de población y viviendas 2011. INE

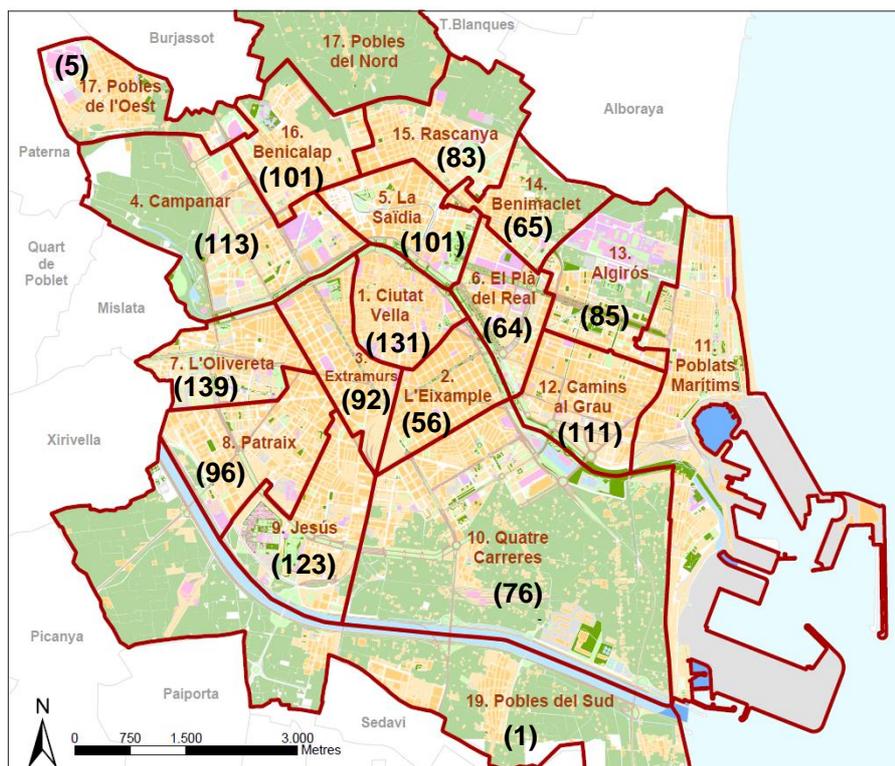
Por último vemos en el último gráfico, el estado de conservación de la vivienda por distritos y podemos constatar que salvo en “Ciutat Vella” y en “Poblats Marítims”, las viviendas en buen estado suponen el 80% o más del total de viviendas censadas en el distrito.

4.3. MUESTRA

Se recogieron 2.147 muestras entre julio de 2009 y mayo de 2010. Sin embargo, no todos los testigos contenían información necesaria para aplicar el modelo. Realizamos una primera depuración y seleccionamos 1.442 viviendas con datos en todas las variables. Una segunda depuración de las muestras eliminó dos testigos más por lo que la base de datos con la que hemos desarrollado el modelo contiene un total de 1.440 viviendas.

La distribución geográfica de la muestra podemos verla en el mapa e incluye el número de viviendas por distrito que contiene nuestra base de datos.

Figura 53. Mapa de distritos con la distribución de muestras



Fuente: www.valencia.es/ayuntamiento/estadistica.nsf y elaboración propia.

Las observaciones recogidas en el estudio cumplen las condiciones de aleatoriedad, a través de un muestreo aleatorio simple y suponen una buena representatividad al tener la publicación más de 4000 ofertas mensuales clasificadas por precios y áreas geográficas. Ello permite considerar los resultados obtenidos en el estudio de la muestra, como representativos. El universo de los datos está formado por la oferta de viviendas de carácter libre e incluyen tanto ofertas de obra nueva como de segunda mano. Para cada una de ellas se registraron, en un principio, datos correspondientes a 40 variables categorizadas en las tablas 8 y 9.

Vamos a analizar dentro de este subapartado, la información recopilada en la base de datos, diferenciando entre variable de salida y variables de entrada. Las variables de entrada a su vez las categorizamos en variables de aspectos internos y variables de aspectos relativos a la localización.

4.3.1. VARIABLE DE SALIDA

Precio de la vivienda

La variable de salida en nuestro modelo es, lógicamente, el precio de la vivienda. Los datos recogidos para esta variable representan el precio ofertado por el propietario del inmueble en el periodo considerado. Se ha tomado el precio total de la vivienda en euros. A partir de este dato hemos trabajado la variable utilizando el precio en €/m², dividiendo el precio total por los metros cuadrados construidos de la vivienda sin zonas comunes. Autores como Caridad Ocerín et al. (2001 y 2008), han tomado los datos cedidos por Inmobiliarias con acuerdos con estas, y su precio incluye las comisiones y gastos de gestión de la empresa inmobiliaria que actúa de intermediaria en la transacción. La mayoría de autores, sin embargo, acuden al precio de oferta, cuando realizan estudios mediante sistemas de Inteligencia Artificial.

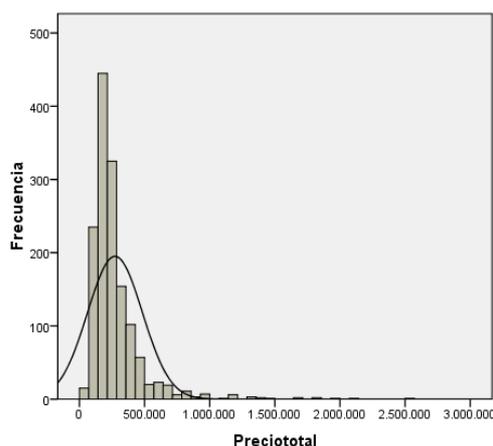
Los datos recogidos no expresaban el mismo valor del inmueble, pues algunos precios incluían el garaje y el trastero y otros tan solo el valor de la vivienda. Para homogeneizar datos se ha descontado el precio del garaje y/o trastero, tomando como precio de estos el valor medio ofertado en el barrio donde estaba ubicada esa vivienda. Así mismo, nos hemos encontrado dos valores que por excesivo uno y demasiado barato el otro, distorsionaban el modelo. Estos eran: un ático en la calle Colón por 12.500 €/m² y un piso en muy mal estado en Camino de Moncada por 323 €/m². Correspondían a las referencias de los datos impresos 619 y 1077 respectivamente.

En la tabla 12 vemos un pequeño estudio estadístico-descriptivo de la variable que nos proporciona una visión más clara de la variable tratada. Para ello, determinaremos su valor máximo y mínimo, el valor medio, la varianza y el valor más común o moda, así como la distribución de frecuencias. La media de precios de nuestros datos es de 2.437,43 que no se aleja de la media de estudios realizados por el observatorio de la vivienda.

Tabla 12. Estadísticos descriptivos de tendencia central

Variable de salida	Precio €/m ²
Media Aritmética	2437,43
Media Armónica	2120,63
Media Geométrica	2269,31
Mediana	2244,68
Moda	2000,00
Varianza	979094,32
Desviación típica	989,8

Figura 54. Distribución de frecuencias del precio total



Fuente: Elaboración propia mediante SSPS 18.0

Cabe reseñar que:

- el 12,3% de los datos están por debajo de los 1.500 €/m².
- La mitad de la muestra recogida está por debajo de los 2240 €/m².
- Sólo un 5% de la muestra supera los 4.500 €/m².
- El 49,9% de las viviendas recogidas para el estudio tienen un precio que oscila entre los 2.000 y los 3.500 €/m².

4.3.2. VARIABLES INTERNAS

En un principio se recogieron muestras de las variables internas recogidas en la tabla 8. Vamos a ir analizando una a una las variables recogidas en la muestra.

a) Superficie

Esta variable contiene el número de metros cuadrados construidos que tiene la vivienda.

Como se puede observar el 34,86% de las viviendas recogidas en la muestra cuentan con una superficie medida en m² construidos inferior a 90 m², y tan sólo un 11,94% de la muestra posee una superficie superior a los 150 m².

El tamaño que más se repite en la muestra corresponde a viviendas de 90 m², aunque la superficie media de la muestra es de aproximadamente 108 m².

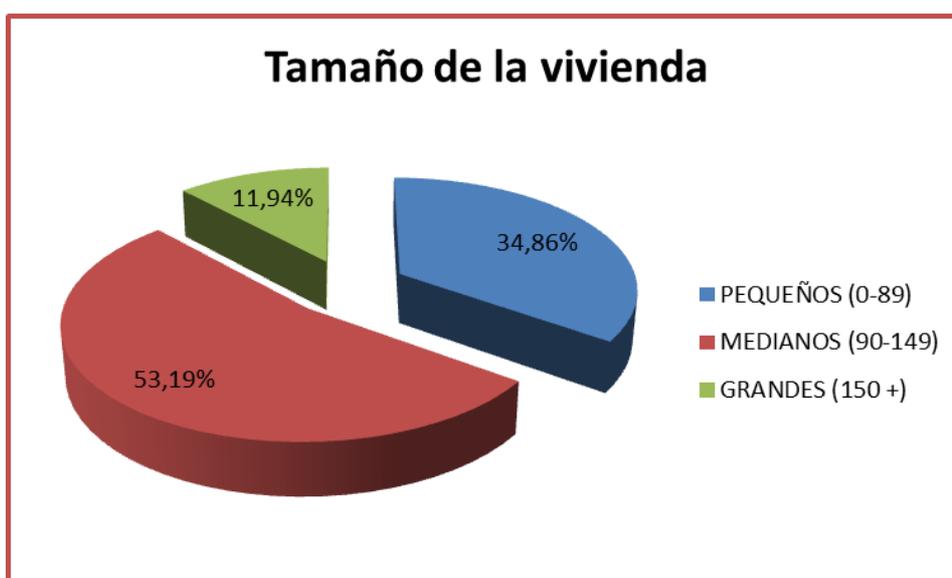
La superficie se ha usado para el cálculo del precio por m²

Tabla 13. Tamaños de vivienda en base a sus m²

PEQUEÑOS (0-89)		MEDIANOS (90-149)		GRANDES (150 +)		TOTALES	
Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
502	34,86%	766	53,19%	172	11,94%	1440	100,00%

Fuente: elaboración propia

Figura 55. Tamaño de la muestra de vivienda en porcentaje



Fuente: elaboración propia

Tabla 14. Descriptivos de tendencia central para la superficie

SUPERFICIE	
Media Aritmética	107,74
Mediana	100,00
Moda	90,00
Varianza	1778,44
Desviación típica	42,17
Curtosis	6,98

Fuente: elaboración propia

b) Antigüedad

Para el cálculo de esta variable hemos recogido del catastro, en base a la ubicación de la vivienda, el año de construcción del edificio. Los años de antigüedad se ha calculado restando desde 2010 que fue la fecha de recogida de la muestra, y de esta columna en años de antigüedad hemos calculado los estadísticos descriptivos de tendencia central.

Para trabajar con la red neuronal necesitamos poner estos datos en un valor normalizado. Lo primero ha sido valorar la antigüedad de la vivienda en valores de 0 a 6 en base al intervalo de años que figura en la tabla 15. Luego esos valores han sido normalizados aplicando la siguiente fórmula de normalización:

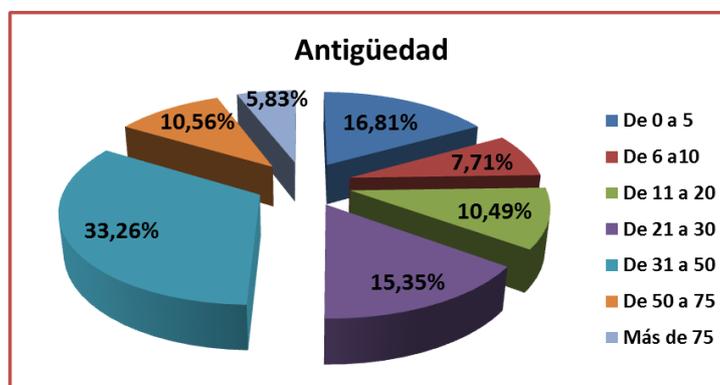
$$\text{Valor normalizado} = \frac{\text{Valor de la variable} - \text{Mín}}{\text{Máx}}$$

Tabla 15. Valores asignados por antigüedad y distribución de la muestra.

INTERVALO DE AÑOS	VALOR	Frecuencia	%
De 0 a 5	6	242	16,81%
De 6 a 10	5	111	7,71%
De 11 a 20	4	151	10,49%
De 21 a 30	3	221	15,35%
De 31 a 50	2	479	33,26%
De 50 a 75	1	152	10,56%
Más de 75	0	84	5,83%

Fuente: elaboración propia

Figura 56. Antigüedad de la muestra de vivienda en porcentaje



Fuente: elaboración propia

El 50,36% de la muestra tomada de viviendas tiene una edad inferior a los 30 años. Un tercio de la muestra se ubica en edificios con una edad entre 31 y 50 años. Así mismo, la edad de las viviendas que más veces se repite en la muestra es la antigüedad de 40 años.

Tabla 16. Descriptivos de tendencia central para la antigüedad

ANTIGÜEDAD	
Media Aritmética	35,39
Mediana	30,00
Moda	40,00
Varianza	2099,53
Desviación típica	45,84
Curtosis	212,40

Fuente: elaboración propia

c) Estado de conservación

Esta variable indica el estado en que se encuentra la vivienda. Hemos clasificado el estado de conservación de la vivienda en tres tipos: deficiente, bueno o muy bueno, otorgando valor 1 al deficiente, 2 al bueno y 3 al muy bueno.

Tabla 17. Estado de conservación. Distribución en porcentaje

Estado de conservación	Frecuencia	%
Deficiente	133	9,24%
Bueno	979	67,99%
Muy bueno	328	22,78%

Fuente: elaboración propia

Figura 57. Estado de conservación de la muestra de vivienda en porcentaje



Fuente: elaboración propia

Tabla 18. Descriptivos de tendencia central para el estado de conservación

ESTADO DE CONSERVACIÓN	
Media Aritmética	2,13
Mediana	2,00
Moda	2,00
Varianza	0,30
Desviación típica	0,55
Curtosis	0,09

Fuente: elaboración propia

Podemos ver en las tablas 17 y 18 y en la figura 57 como la mayoría de la muestra tiene un buen estado de conservación, lo que implica que los individuos que compran la vivienda pueden entrar a vivir en ella. Un 9,24% de la muestra tendrían que realizar obra en el inmueble para poder habitarlo y el 22,78% de la muestra está nuevo o recién reformado.

d) Número de dormitorios

Esta variable la analizamos en la muestra pues fue incluida en la primera red lanzada. Posteriormente no ha sido incluida en los índices de características internas de la vivienda de las siguientes redes.

Como podemos ver en la tabla 19 las viviendas de tres dormitorios son las más ofertadas en la muestra seguidas de las de cuatro dormitorios. Apenas si recoge la muestra, viviendas con cinco o más de cinco dormitorios y los estudios o las viviendas de una habitación representan tan sólo, el 5,83% de la muestra.

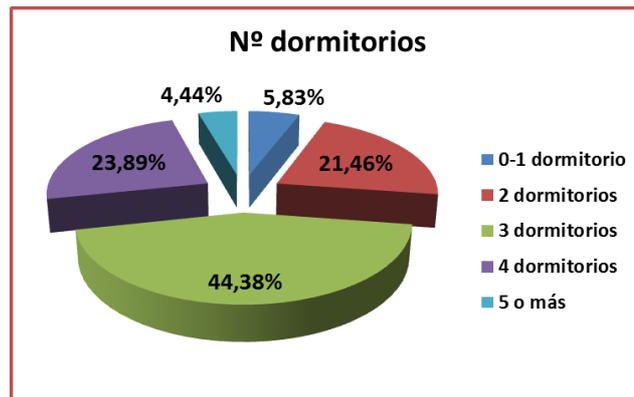
Media, moda y mediana giran sobre el valor 3, que representan los inmuebles más comunes de la muestra: las viviendas de tres dormitorios.

Tabla 19. Nº de habitaciones. Distribución en porcentaje

Nº habitaciones	Frecuencia	%
0-1	84	5,83%
2	309	21,46%
3	639	44,38%
4	344	23,89%
5 o más	64	4,44%
Totales	1440	100,00%

Fuente: elaboración propia

Figura 58. Nº de habitaciones por vivienda de la muestra en porcentaje



Fuente: elaboración propia

Tabla 20. Descriptivos de tendencia central para el nº de habitaciones

Nº de habitaciones	
Media Aritmética	3,01
Mediana	3,00
Moda	3,00
Varianza	0,99
Desviación típica	0,99
Curtosis	7,03

Fuente: elaboración propia

e) Altura

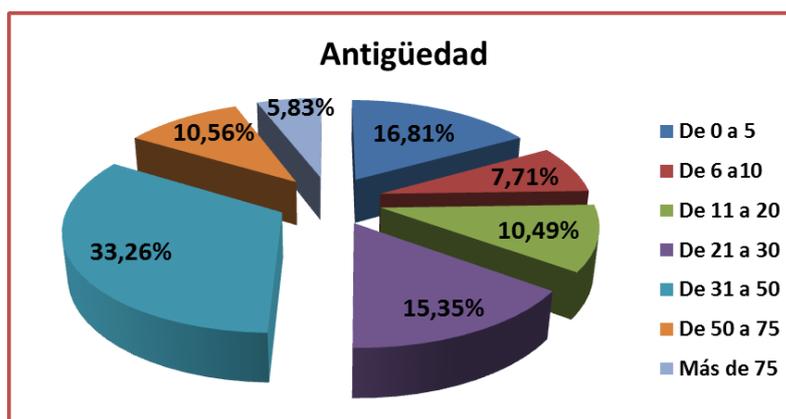
El dato recoge la altura o planta en la que se encuentra la vivienda. Posteriormente le hemos dado a esa altura un valor numérico. Ese cambio viene reflejado en la tabla 21. La muestra recoge viviendas de todas las plantas, desde planta baja a la planta 17, que es la altura máxima que hemos recogido.

Tabla 21. Altura de la vivienda. Distribución en porcentaje

ALTUR A	Frecuencia	%
Bajo o 1º = 0	264	18,33%
2º - 3º = 1	455	31,60%
4º - 5º = 2	392	27,22%
6º - 7º = 3	212	14,72%
8º o más = 4	117	8,13%

Fuente: elaboración propia

Figura 59. Altura de la vivienda en porcentaje



Fuente: elaboración propia

La mitad de los pisos ofertados se encuentran entre la 1ª y la 3ª planta. Un 27,22% de la muestra están ubicados en una altura de cuatro o cinco plantas. La media se sitúa en la planta 4ª, mientras que el valor que más se repite en la muestra es el relativo a viviendas situadas en la 2ª planta.

Tabla 22. Descriptivos de tendencia central para el nº de habitaciones

ALTURA	
Media Aritmética	3,93
Mediana	4,00
Moda	2,00
Varianza	7,09
Desviación típica	2,66
Curtosis	2,49

Fuente: elaboración propia

f) Ático

Se trata de una variable dicotómica y se incluye en el trabajo pues hay estudios que reflejan un mayor valor de la vivienda por ser ático y tener terraza. En el año 2009 estudios del Idealista y artículos de prensa²⁵ reflejaban que por el hecho de ser un ático el precio de la vivienda era aproximadamente un 36% más caro.

²⁵ En el informe <http://www.idealista.com/news/inmobiliario/vivienda/2009/11/12/114895-aticos-en-venta-estudio-de-la-oferta-en-madrid-barcelona-y-valencia> dice que vivir en una casa con terraza en Valencia es un 36,3% más elevado que hacerlo en una sin ella. También, un titular del periódico levante de fecha 13 de noviembre de 2009 recogía el siguiente titular: Los precios de los áticos son un 36% superiores a los de las viviendas. Se puede ver en la dirección: <http://www.levante-emv.com/valencia/2009/11/13/precios-aticos-son-36-superiores-viviendas/650883.html>

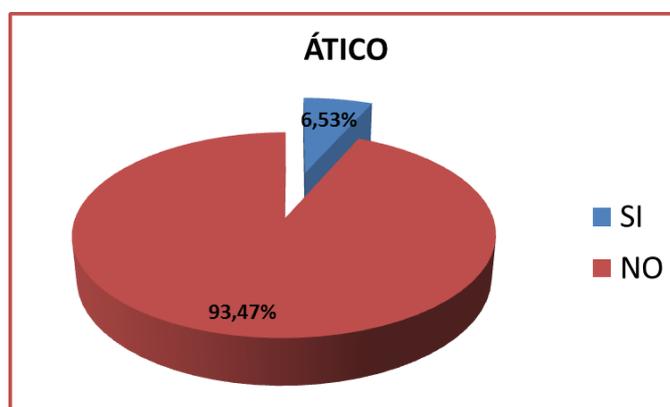
Si vemos la tabla 23 vemos que de la muestra de viviendas, tan sólo un 6,53% son áticos el resto, la mayoría, no son áticos.

Tabla 23. Ático. Distribución en porcentaje

ÁTICO	Frecuencia	%
SI	94	6,53%
NO	1346	93,47%
TOTAL	1440	100,00%

Fuente: elaboración propia

Figura 60. Ático en porcentaje



Fuente: elaboración propia

g) Número de baños

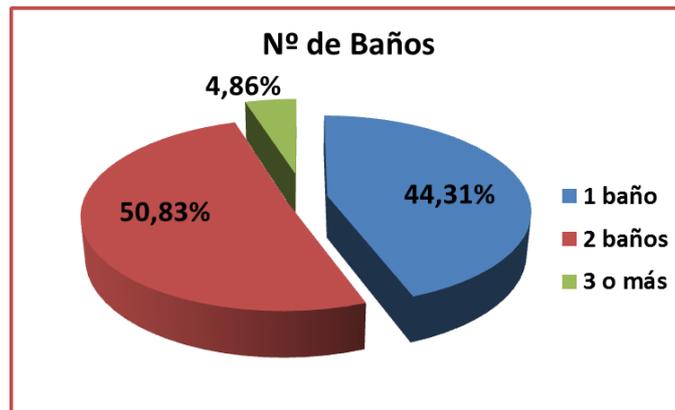
El número de baños es otra variable a estudiar dentro de las características constructivas con incidencia en el valor de la vivienda. Hemos recogido datos de viviendas con un baño, con dos baños y con tres o más, pues tan solo en dos de los testigos recogidos se supera la cifra de tres baños.

Tabla 24. Número Baños. Distribución en porcentaje

Nº baños	Frecuencia	%
1 baño	638	44,31%
2 baños	732	50,83%
3 o mas	70	4,86%

Fuente: elaboración propia

Figura 61. N° de baños en porcentaje



Fuente: elaboración propia

La mitad de las viviendas ofertadas tomadas en la muestra y de la otra mitad un 44,31% tienen un baño, por esta razón la curtosis es negativa pues se trata de una distribución platicúrtica.

Tabla 25. Descriptivos de tendencia central para el nº de habitaciones

Baños	
Media Aritmética	1,61
Mediana	2,00
Moda	2,00
Varianza	0,34
Desviación típica	0,58
Curtosis	-0,73

Fuente: elaboración propia

h) Ascensor

Refleja la existencia o no de ascensor en la vivienda. Es, por tanto, una variable dicotómica donde el que el valor 1 refleja que la vivienda tienen ascensor y el valor 0 que no tiene. Este atributo no resulta necesario en viviendas de planta baja, sin embargo refleja tan solo si el edificio en el que se encuentra ubicada la vivienda tiene o no ascensor. La necesidad de ascensor viene reflejada en el índice de características internas que veremos en el siguiente apartado.

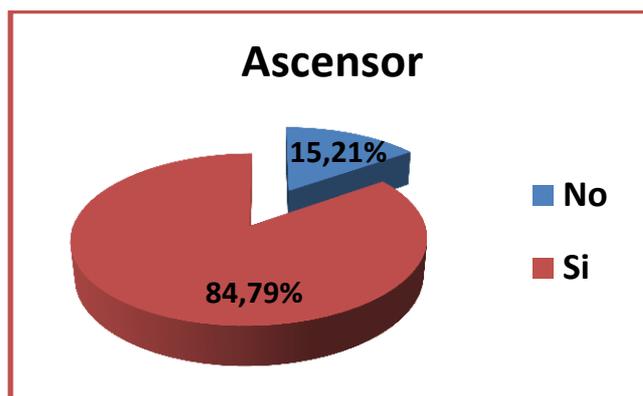
De los datos de la muestra y tal como queda reflejado en la figura 61 podemos decir que el 84,79 % de las viviendas de nuestra muestra poseen ascensor.

Tabla 26. Ascensor. Distribución en porcentaje

Ascensor	Frecuencia	%
NO / 0	219	15,21%
SI / 1	1221	84,79%

Fuente: elaboración propia

Figura 62. Ascensor en porcentaje



Fuente: elaboración propia

i) Vistas

Este atributo que refleja las buenas vistas que pueda tener una determinada vivienda, nos pareció interesante por su fuerte repercusión en el precio de la vivienda. Intentamos deducirlo por la dirección de la finca en la que se encontraba la vivienda. Sin embargo, nos dimos cuenta que los datos no eran fiables pues dependían de la orientación, de la altura, de la distribución interior y de otros factores que no teníamos posibilidad de medir.

Por todas estas razones decidimos prescindir de este dato, a pesar de haber realizado una recogida de información para cada una de las 1442 viviendas.

j) Gas natural

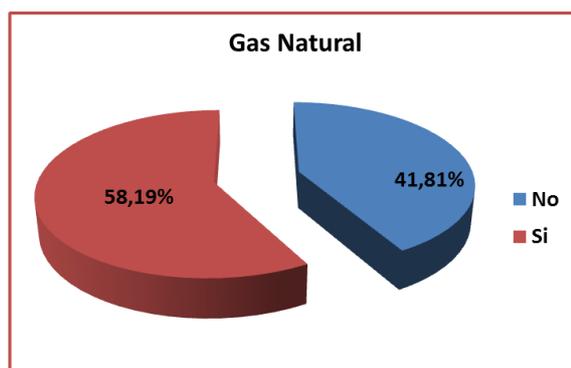
Esta es una variable dicotómica que recoge mediante el valor 1 la existencia en la vivienda de instalación de gas natural, y por tanto, la posibilidad de su uso, y con valor 0 la ausencia de dicha instalación. La distribución de frecuencias la podemos ver en la tabla 27. Podemos ver como el 58,19% de las viviendas, recogidas en nuestra base de datos, tiene instalación de gas natural.

Tabla 27. Gas natural. Distribución de frecuencias

Gas Natural	Frecuencia	%
NO / 0	602	41,81%
SI / 1	838	58,19%

Fuente: elaboración propia

Figura 63. Gas natural en porcentaje



Fuente: elaboración propia

k) Calefacción

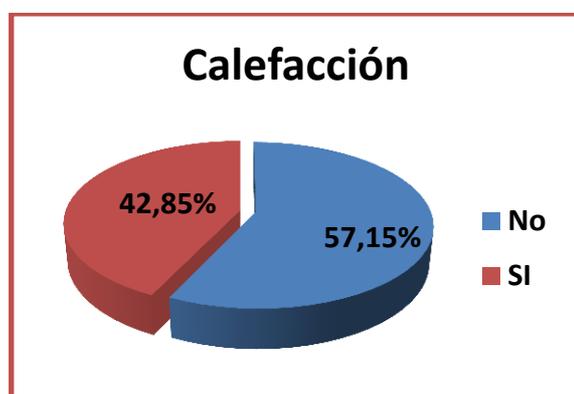
Recoge con valor 1, aquellas viviendas que cuentan con instalación de calefacción con radiador y con valor 0 los inmuebles que carecen de esta instalación. En la muestra el 42,85% de las viviendas poseen radiadores.

Tabla 28. Calefacción. Distribución de frecuencias

Calefacción	Frecuencia	%
NO / 0	823	57,15%
SI / 1	617	42,85%

Fuente: elaboración propia

Figura 64. Calefacción en porcentaje



Fuente: elaboración propia

I) Aire acondicionado

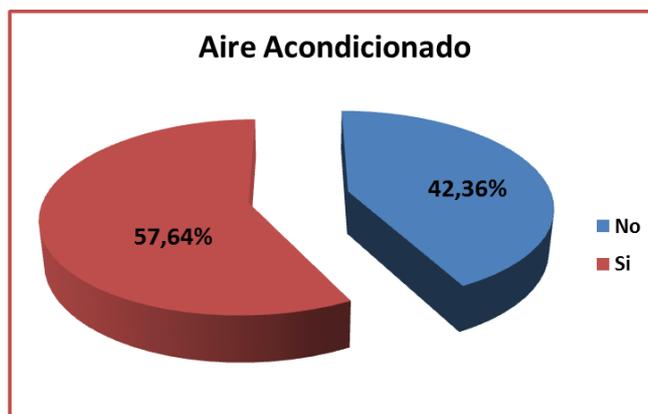
Al igual que la calefacción es una variable dicotómica en la que el valor 1 representa que la vivienda tiene instalación de aire acondicionado y el valor 0 la carencia de dicha instalación. De los datos recogidos tienen esta instalación el 57,64% de las viviendas.

Tabla 29. Aire acondicionado. Distribución de frecuencias

Aire Acondicionado	Frecuencia	%
NO / 0	610	42,36%
SI / 1	830	57,64%

Fuente: elaboración propia

Figura 65. Aire Acondicionado en porcentaje



Fuente: elaboración propia

m) Otras instalaciones

Algunas viviendas poseen otras instalaciones distintas como sistemas de alarmas o domótica. Además algunos inmuebles incluyen en el precio trastero por lo que en este atributo hemos incorporado todas esas otras instalaciones que pueden añadir valor. Se ha considerado como variable dicotómica, con valor 1 si tiene otras instalaciones o 0 si carece de ellas.

En la muestra tan solo el 13,26% de las viviendas contaban con alguna otra instalación.

Tabla 30. Otras instalaciones. Distribución de frecuencias

Otras Instalaciones	Frecuencia	%
NO / 0	1249	86,74%
SI / 1	191	13,26%

Fuente: elaboración propia

Figura 66. Otras instalaciones en porcentaje



Fuente: elaboración propia

n) Zonas comunes

La variable para el modelo es el conjunto de todas las zonas comunes que tenga el edificio y que, por tanto puede disfrutar el propietario de la vivienda. Para realizar una valoración de esta variable hemos tomado información de los atributos que contiene. En otras instalaciones de la zona común hemos incluido aquellos que además cuentan con atributos como gimnasio o sistemas de vigilancia y seguridad,

Se ha tomado valor 1 si contiene ese atributo y valor 0 si no lo tiene. A continuación veremos las frecuencias para cada atributo.

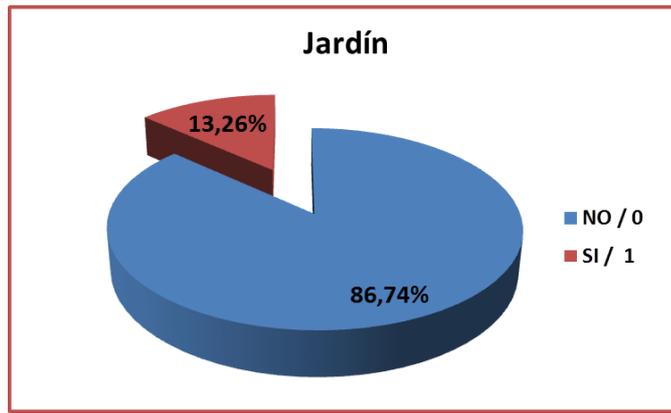
i. Jardín

Tabla 31. Inmuebles con jardín. Distribución de frecuencias

Jardín	%
NO / 0	86,74%
SI / 1	13,26%

Fuente: elaboración propia

Figura 67. Inmuebles con jardín en porcentaje



Fuente: elaboración propia

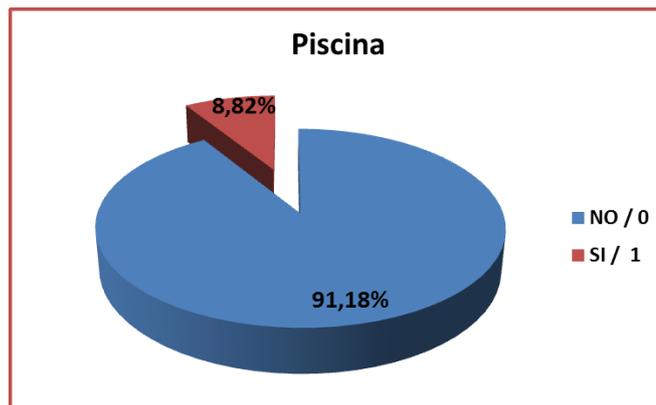
ii. Piscina

Tabla 32. Inmuebles con piscina. Distribución de frecuencias

Piscina	%
NO / 0	91,18%
SI / 1	8,82%

Fuente: elaboración propia

Figura 68. Inmuebles con piscina en porcentaje



Fuente: elaboración propia

iii. Pistas deportivas

Tabla 33. Inmuebles con pistas deportivas. Distribución de frecuencias

Pistas Deportivas	%
NO / 0	95,63%
SI / 1	4,38%

Fuente: elaboración propia

Figura 69. Inmuebles con pistas deportivas en porcentaje



Fuente: elaboración propia

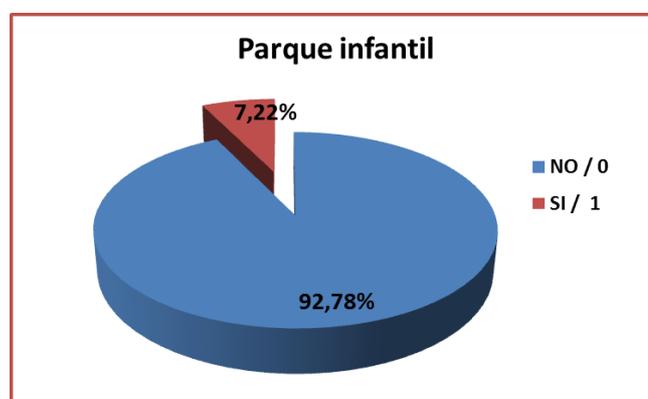
iv. Parque infantil

Tabla 34. Inmuebles con parque infantil. Distribución de frecuencias

Parque infantil	%
NO / 0	92,78%
SI / 1	7,22%

Fuente: elaboración propia

Figura 70. Inmuebles con parque infantil en porcentaje



Fuente: elaboración propia

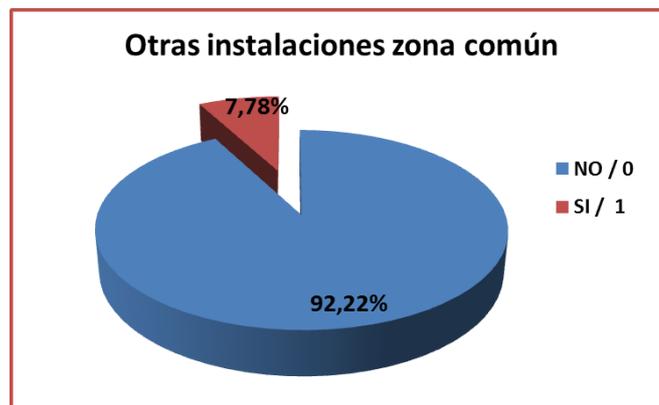
v. Otras instalaciones de la zona común

Tabla 35. Otras instalaciones de zona común. Distribución de frecuencias

Otros	%
NO / 0	92,22%
SI / 1	7,78%

Fuente: elaboración propia

Figura 71. Otras instalaciones de zona común en porcentaje



Fuente: elaboración propia

4.2.3 VARIABLES DE LOCALIZACIÓN

Estas variables representan el objeto de estudio de la presente investigación. En el caso de la distancia al CBD y la distancia al metro o tranvía hemos recogido la información directamente calculando esa distancia utilizando las herramientas de medición que nos proporciona google. Los datos sobre nivel socio-económico, inmigración y parte de la información de los equipos docentes se han obtenido de los datos estadísticos proporcionados por el Ayuntamiento de Valencia. El resto de variables se han sacado creando unos índices a partir de información recogida de fuentes primarias y fuentes secundarias. A continuación se describen una a una cada variable.

Distancia al Centro (CBD)

La distancia al centro de la ciudad es un aspecto imprescindible a estudiar para conocer su impacto en el precio de la vivienda, pues, tal y como hemos visto

en los fundamentos teóricos de esta tesis, ha sido defendido y reflejado desde los clásicos hasta nuestros días.

Para realizar la medición de esta variable, lo primero era determinar el punto céntrico de la ciudad hasta donde tomar la medida. Hemos optado por tomar la parada de metro, al inicio de la calle Xátiva, en la Estación del Norte de ferrocarril de Valencia, porque además de ser un punto fácilmente detectable en el mapa, representa el punto céntrico de mayor accesibilidad.

La medida se ha realizado en metros utilizando la herramienta de Google Earth para medir distancias y se ha calculado de forma lineal sin tener en cuenta el trazado de calles.

Tabla 36. Distancia al CBD. Distribución de frecuencias

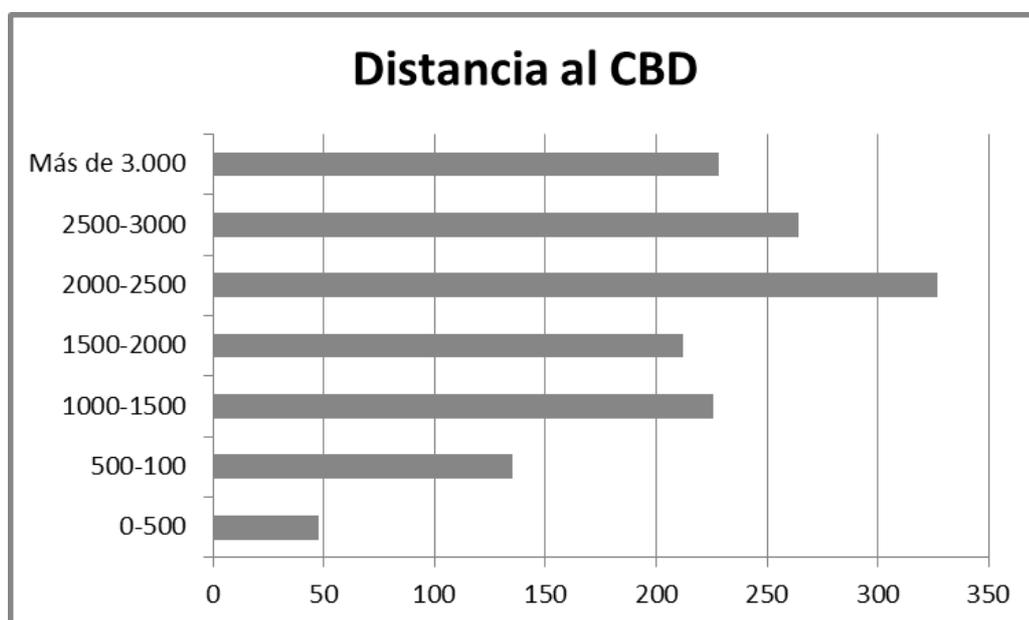
Distancia al CBD	Frecuencia	%
Entre 0 y 500 m ²	48	3,33%
De 500 a 1.000 m ²	135	9,38%
De 1.000 a 1.500 m ²	226	15,69%
De 1.500 a 2.000 m ²	212	14,72%
De 2.000 a 2.500 m ²	327	22,71%
De 2.500 a 3.000 m ²	264	18,33%
Más de 3.000 m ²	228	15,83%

Fuente: elaboración propia

De la muestra vemos que el 56,87% son viviendas que se encuentran a más de 2.000 metros del centro de la ciudad, y tan solo un 12,71% de los datos de vivienda recogidos se encuentra a menos de un kilómetro del centro.

En torno a los dos kilómetros cien metros quedan los valores de la media, moda y mediana. La vivienda más cercana se sitúa a 100 metros y la más lejana a cinco kilómetros y medio del centro de la ciudad, en los poblados del norte.

Figura 72. Frecuencias de la distancia al CBD



Fuente: elaboración propia

Tabla 37. Descriptivos de tendencia central de la distancia al CBD

DISTANCIA AL CBD	
Media Aritmética	2072,96
Media Armónica	1507,35
Media Geométrica	1845,92
Mediana	2118,00
Moda	2050
Varianza	720621,61
Desviación típica	849,19

Fuente: elaboración propia

Distancia al metro

La elección de esta variable nos hizo plantearnos no solo la importancia de la cercanía al metro o tranvía sino también la influencia de tener cerca paradas de autobús municipal. A su vez, decidimos, en un principio medir la distancia al metro y al autobús distinguiendo por tipo de parada, pues pensamos que una parada de muchas líneas de autobús o con enlaces de otras líneas de metro aportaría distinto valor, y por tanto se tendría que diferenciar. La tabla 38 muestra un pequeño

ejemplo de la recogida de datos por tipo de parada, donde la parada tipo 1 de metro es sin posibilidad de transbordo y la tipo 2 con transbordo, y para el bus, tipo 1 es de 1 o 2 líneas de bus con espera superior a 10 minutos, tipo 2 con más de una línea de bus y esperas inferiores a diez minutos y tipo 3 muchas líneas y esperas inferiores a 10 minutos.

Tabla 38. Ejemplo de recogida de datos por tipo de parada

METRO		TRANVÍA	AUTOBUS		
Distancia Parada tipo 1	Distancia Parada tipo 2	Distancia Parada tranvía	Distancia Parada tipo 1	Distancia Parada tipo 2	Distancia Parada tipo 3
702		1.364	36		
	450	226		124	
661		1.161	137		
219		270	200		
542		556		285	
66		1.027	75		
629		607		255	
331		641	18		
158		534			149
168		535			23
798		1.394	221		
329		984			282

Fuente: elaboración propia

Sin embargo, de todas las investigaciones relativas al transporte público y precio de la vivienda, solo el estudio realizado por Wang, Potoglou, Orford, & Gong (2015) sobre la cercanía a la parada del bus y precio de la vivienda de Cardiff, Gales confirma alguna influencia en el precio de forma positiva aunque no de forma concluyente. El resto de estudios tal y como vimos en el apartado 2.2. de esta tesis, sólo reflejan influencia con el precio (positivas y negativas) la distancia al metro o a estaciones de tren de cercanías. A la vista de los estudios realizados sobre la influencia de paradas de metro, tranvía y/o autobús optamos por medir tan solo la menor distancia de la vivienda a paradas de tranvía y/o metro.

De la muestra recogida la menor distancia son 2 metros, dato de una vivienda cuyo portal está en la misma parada de metro. La mayor distancia al metro/tranvía recogida es de 3.100 metros de una vivienda situada en Pobles del Sud.

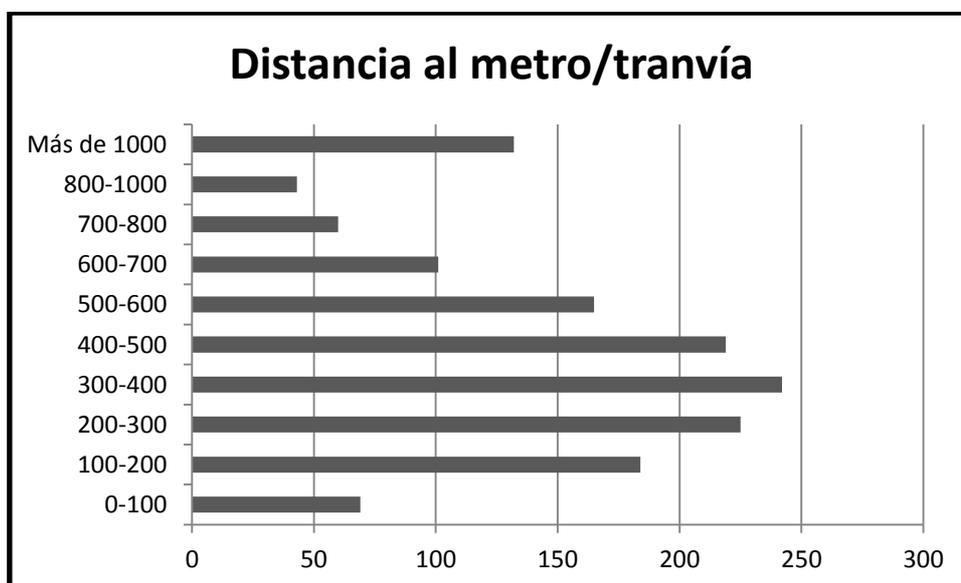
Tan solo un 4,79% de la muestra se encuentra a menos de 100 metros de una parada de metro/tranvía, la mayor parte de las viviendas de nuestro estudio se encuentra a una distancia del metro o tranvía de entre 100 y 500 metros.

Tabla 39. Distancia al metro/tranvía. Distribución de frecuencias

Distancia	Frecuencia	%
0-100	69	4,79%
100-200	184	12,78%
200-300	225	15,63%
300-400	242	16,81%
400-500	219	15,21%
500-600	165	11,46%
600-700	101	7,01%
700-800	60	4,17%
800-1000	43	2,99%
Más de 1000	132	9,17%

Fuente: elaboración propia

Figura 73. Frecuencias de la distancia al metro/tranvía



Fuente: elaboración propia

Tabla 40. Descriptivos de tendencia central de la distancia al CBD

Distancia metro/tranvía	
Media Aritmética	487,31
Media Armónica	231,77
Media Geométrica	374,21
Mediana	400,50
Moda	368
Varianza	143225,50
Desviación típica	378,58

Fuente: elaboración propia

Cercanía a zonas verdes

En un principio tomamos la medida desde la vivienda hasta el parque más cercano, sin tener en cuenta el tamaño o características de este. Decidimos finalmente tomar la distancia para tres tipologías de parques y/o jardines distintos: El antiguo cauce del río o jardín del Turia, grandes parques con superficie superior a 20.000 metros cuadrados y pequeños parques cercanos a la vivienda.

Los grandes parques tomados como referencia son reflejados en la tabla 41.

Tabla 41. Grandes parques y jardines de Valencia

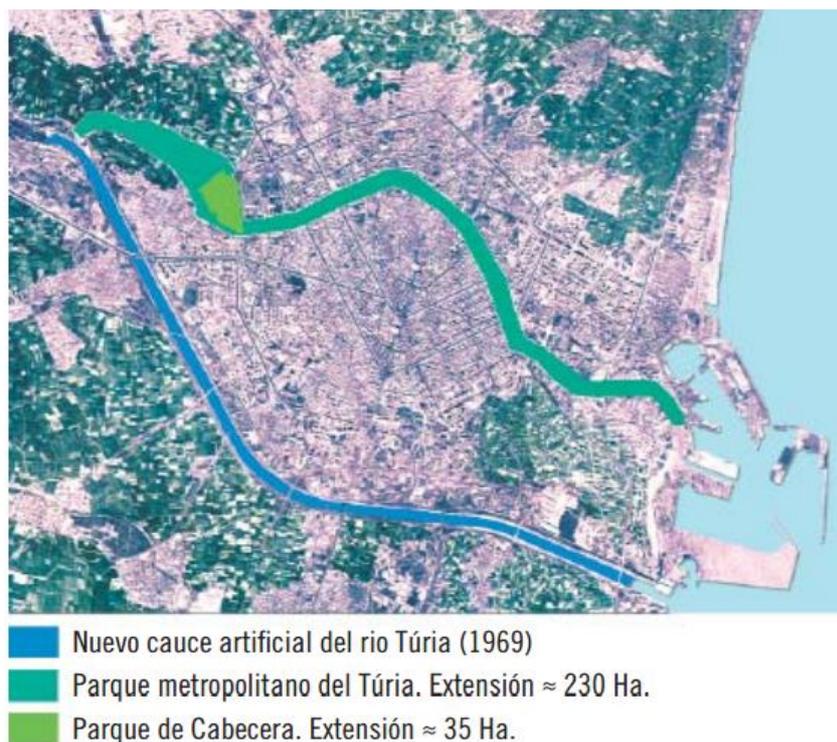
PARQUE	EXTENSIÓN	DISTRITO
Jardín de Viveros	195.000 m ²	La Saldia
Parque de Benicalap	80.000 m ²	Benicalap
Parque de Nazaret	94.000 m ²	Nazaret
Parque del Cabanyal	26.500 m ²	Poblats Maritims
Parque de Camales	26.000 m ²	Poblats de l'Oest
Parque del Oeste	43.750 m ²	Patraix, l'Olivereta
Parque del Nou Campus	50.000 m ²	Algirós
Parque de Orriols	32.470 m ²	Rascanya
Jardín de Podifilo	39.399 m ²	Campanar
Parque de Marxalenes	80.000 m ²	La Saldia
Parque de la Rambleta	45.000 m ²	Jesús
Parque de Ayora	22.000 m ²	Camins al Grau
Parque de Cabecera	35 Ha.	Campanar

Fuente: elaboración propia

El parque de la Torre de 53.000 m² ubicado en los Poblats del Sud estaba en construcción cuando realizamos la recogida de datos, el parque de Malilla y el de Benimaclet se encuentran en proyecto.

El Jardín del Turia atraviesa la ciudad pues está ubicado en el antiguo cauce del río. Su extensión es de 230 Ha. Podemos ver su ubicación en la figura 73.

Figura 74. Antiguo cauce del río



Fuente: Ayuntamiento de Valencia. www.valencia.es

Para conocer la importancia que se da en la ciudad de Valencia a cada tipo de parque realizamos una pequeña encuesta a 183 personas con edades comprendidas entre 25 y 60 años y con representación de todos los distritos de la ciudad. En dicha encuesta preguntábamos por la preferencia de vivir cerca del río, de algún gran parque, de pequeño parque de barrio o si le era indiferente. Las respuestas las podemos ver en la tabla 42.

Vemos por los resultados de la encuesta, como efectivamente se valora de forma distinta la proximidad al antiguo cauce del río que a grandes y/o pequeños parques. El 41,53% de los encuestados preferían vivir cerca del río o Jardín del Turia, frente al 20,77% que preferían grandes parques. Tan solo un 3,28% prefería un pequeño parque de barrio. Casi un 23% prefiere vivir cerca de una gran zona

verde sin diferenciar entre río o gran parque y a un 11,48% de los encuestados le es indiferente el tipo de parque, aunque sí quiere tener una zona verde cerca de casa.

Tabla 42. Resultados de la encuesta sobre preferencia de zona verde

Preferencia zona verde	Frecuencia	%
Río	76	41,53%
Gran parque	38	20,77%
Parque pequeño	6	3,28%
O Río o Gran parque	42	22,95%
Cualquiera de los 3	21	11,48%
Otros	0	0,00%
Totales	183	100,00%

Fuente: elaboración propia

Analizando la muestra podemos ver como son pocas las viviendas ofertadas que se ubican a menos de 100 metros de las zonas verdes. Aunque hay que tener en cuenta que una vivienda lejos del río y/o de grandes parques puede estar cerca de parques pequeños y al contrario, pues se calcula para cada vivienda la distancia a cada uno de ellos.

Tabla 43. Distribuciones de frecuencias de distancias a zonas verdes

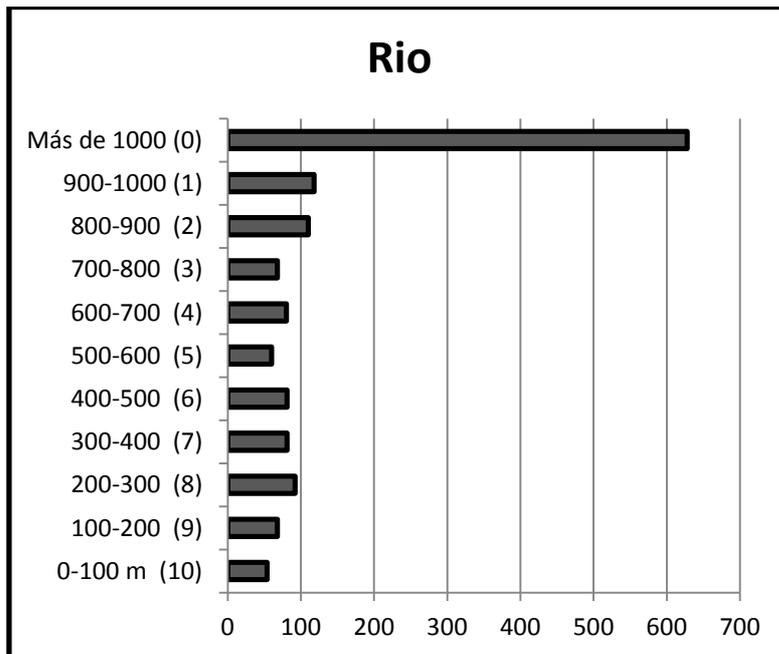
Distancia a zonas verdes	Río	Grandes parques	Pequeños parques	Distancia a zonas verdes
0-100 m (10)	54	6	8	0-50 m (10)
100-200 (9)	68	17	11	50-100 (9)
200-300 (8)	92	58	18	100-150 (8)
300-400 (7)	81	80	45	150-200 (7)
400-500 (6)	81	75	44	200-250 (6)
500-600 (5)	60	88	55	250-300 (5)
600-700 (4)	80	103	66	300-350 (4)
700-800 (3)	68	111	55	350-400 (3)
800-900 (2)	110	117	71	400-450 (2)
900-1000 (1)	118	105	70	450-500 (1)
Más de 1000 (0)	628	680	997	Más de 500 (0)

Fuente: elaboración propia

Para el cálculo del índice del apartado siguiente se han pasado los metros a valor numérico (entre paréntesis) tomando el valor máximo de 10 las más cercanas a los parques y jardines y valor 0 para aquellas que superan una determinada

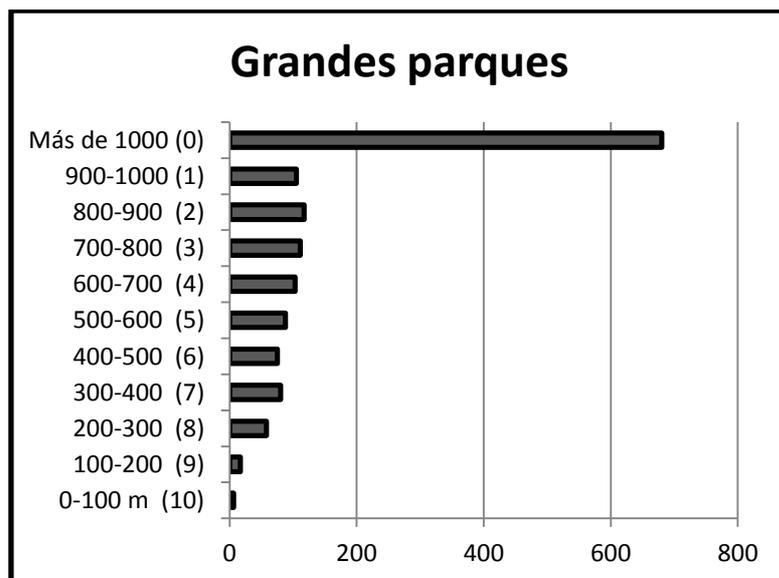
distancia, 1.000 metros para el río y grandes parques y 500 metros para pequeños parques. Además se ha tenido en cuenta para las ponderaciones los resultados de la encuesta realizada. En la tabla 43 y en los gráficos que la acompañan se puede ver la distribución de frecuencias para cada tipo de zona verde y para cada intervalo de distancia.

Figura 75. Frecuencias Distancia al Río



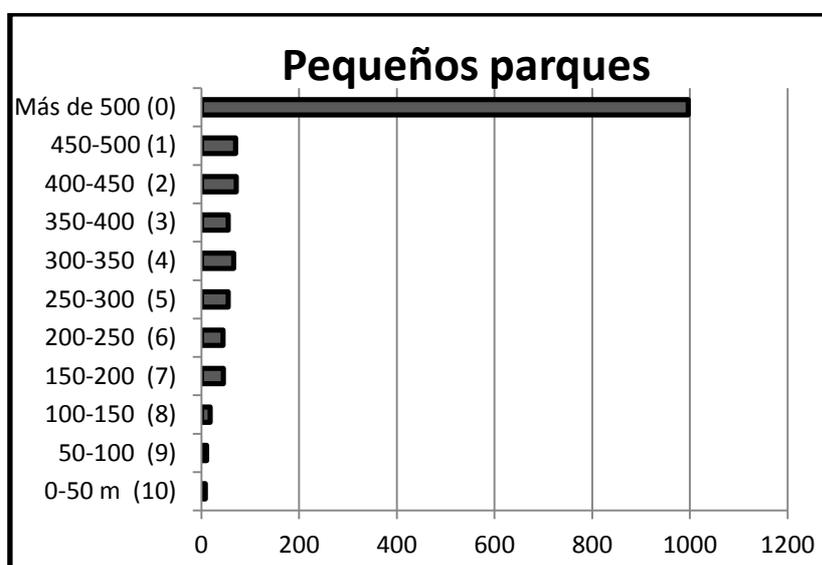
Fuente: elaboración propia

Figura 76. Frecuencias Distancia a grandes parques



Fuente: elaboración propia

Figura 77. Frecuencias Distancia a pequeños parques



Fuente: elaboración propia

Equipamientos del barrio

En esta variable hemos medido los equipamientos docentes, sanitarios, deportivos, culturales y otro tipo de instalaciones y servicios que proporciona el barrio al propietario de la vivienda allí ubicada.

Se han tenido en cuenta todos estos conceptos y con ellos se ha elaborado un índice que veremos en el siguiente apartado. Vamos a analizar de qué se componen cada uno de los equipamientos y qué recoge de ellos la muestra tomada para nuestra investigación.

A) Equipamientos Docentes

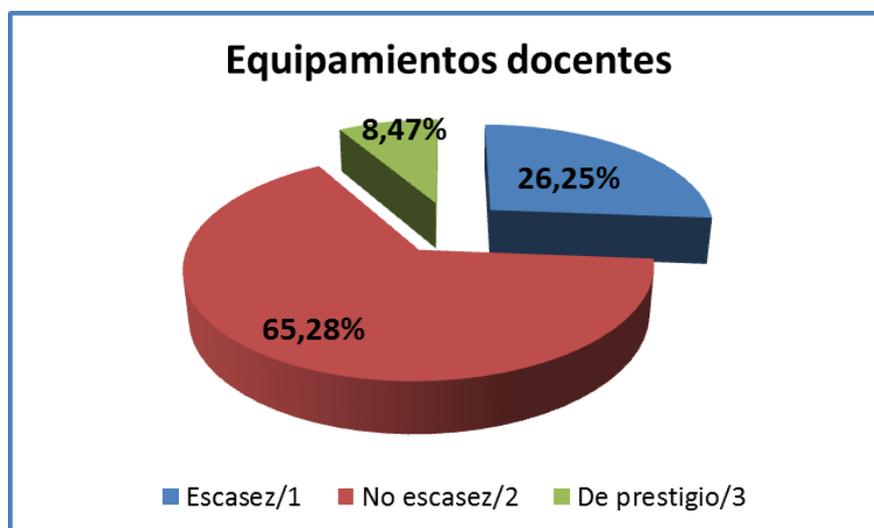
Esta variable recoge los colegios e institutos, tanto públicos como privados, existentes en el barrio donde se encuentra ubicada la vivienda. Los datos se han tomado en base al listado proporcionado por la Generalitat Valenciana para la ciudad de Valencia.

Se ha medido en base al nº de niños/nº de plazas y con este ratio se ha valorado según el siguiente criterio:

- Escasez = 1
- No escasez = 2
- Centros de prestigio = 3

En nuestra muestra el 65,28% de las viviendas se encuentran en barrios con bastantes equipamientos docentes y el 8,47% de los inmuebles se encuentran cerca de centros de prestigio.

Figura 78. Frecuencias de equipamientos docentes



Fuente: elaboración propia

Tabla 44. Distribuciones de frecuencias de equipamientos docentes

Equipamientos Docentes	Frecuencia	%
Escasez/1	378	26,25%
No escasez/2	940	65,28%
De prestigio/3	122	8,47%

Fuente: elaboración propia

B) Equipamientos Sanitarios

En todos los barrios hay centros de salud y asistencia médica ambulatoria, por lo que esta variable se ha medido a través de un índice calculado a partir de datos facilitados por la Generalitat Valenciana sobre el número de médicos y el número de visitas totales por barrios. Conociendo la población de los barrios, hemos obtenido los “habitantes del barrio por médico” y el número de “visitas por médico” (ver tabla 45) dando un valor al índice según la información reflejada en la tabla 46.

A partir de estos datos hemos calculado el índice sanitario y lo hemos normalizado aplicando la fórmula:

$$\text{Valor normalizado} = \frac{\text{Valor de la variable} - \text{Mín}}{\text{Máx}}$$

Este valor normalizado es el que aparece para cada vivienda en función del barrio donde está ubicada.

Tabla 45. Habitantes/médico y visitas/médico por barrio

Barrio	habitantes/ médico	visitas/ médico
<i>Benimaclet/ Camí de Vera/ Jaume Roig/ Ciutat Universitaria</i>	1586	6045
<i>Ciutat Jardí/ L'illa Perduda/ La Carrasca</i>	631	2955
<i>La Petxina/Botanic</i>	1007	5363
<i>Nou Moles/Soternes</i>	951	5670
<i>Tres Forques/ La Font Santa/La Llum</i>	1828	6519
<i>Sant Isidre/ Vara de Quart</i>	1475	5863
<i>Russafa/ La Gran Vía/ El Pla del Remei</i>	2196	5057
<i>La Raiosa/ Patraix</i>	1800	6492
<i>Malilla/ Na Rovella/ En Corts</i>	1509	4690
<i>La Fonteta Sant Lluís/Ciutat de les Arts i les Ciències/Mont-Olivet/La Punta/Na Rovella</i>	430	2516
<i>Favara/Safranar/Hort de Senabre/La Creu Coberta</i>	1345	7016
<i>Sant Marçalí/ Camí Real</i>	1186	5259
<i>Sant Francesc/ La Xerea/ El Carme/ La Seu/ El Mercat/El Pilar</i>	1853	3891
<i>Campanar/ Sant Pau</i>	877	5242
<i>Els Orriols/Torrefiel:2/ San Llorens</i>	1282	6178
<i>Benicalap:2/ciudad fallera:2</i>	1439	6096
<i>Morvedre/Trinitat/Sant Antoni</i>	645	3592
<i>Les Tendetes/ El Calvari/Tormos/ Marxalenes</i>	1647	4496
<i>Beniferri / Benimamet</i>	897	4092
<i>Nazaret/</i>	430	2905
<i>Mestalla/ Aiora/ Exposició/Albors</i>	1773	4892
<i>L'amistat/La Carrasca/La vega Baixa</i>	666	3350
<i>Camí Fondo/ La Creu del Grau/ Penya- Roya</i>	1907	6234
<i>Arrancapins/ La Roqueta</i>	1742	3697

Fuente: elaboración propia a partir de los datos estadísticos de la GVA

Tabla 46. Valor de intervalos de habitantes/médico y visitas/médico

habitantes/médico	Valor índice	visitas/médico	Valor índice
hasta 500	8	2501-3000	9
(501-750)	7	3001-3500	8
(751-1000)	6	3501-4000	7
(1001-1250)	5	4001-4500	6
(1251-1500)	4	4501-5000	5
(1501-1750)	3	5001-5500	4
(1751-2000)	2	5501-6000	3
(2001-2250)	1	6000-6500	2
		6501-7000	1

Fuente: elaboración propia

C) Equipamientos Deportivos

Los equipamientos deportivos se han tenido en cuenta en base al número de ellos en un área de 15 minutos a pie. La medición se ha realizado con las herramientas que para tal fin proporciona Google Earth. El valor de esta variable corresponde a criterios de 0 a 3, donde el valor 0 representa la inexistencia de equipamientos docentes; el valor 1, algún equipamiento; el valor 2 entre 2 y 3 equipamientos y el valor 3 más de 3 equipamientos docentes.

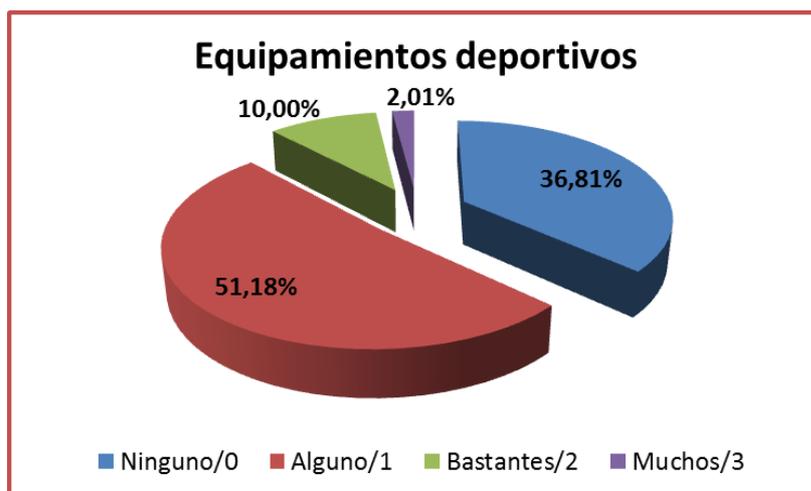
Tabla 47. Distribuciones de frecuencias de equipamientos deportivos

Equipamiento Deportivo	Frecuencia	%
Ninguno/0	530	36,81%
Alguno/1	737	51,18%
Bastantes/2	144	10,00%
Muchos/3	29	2,01%

Fuente: elaboración propia

En nuestra muestra tan solo un 2 % de las viviendas cuentan con muchos equipamientos deportivos, sin embargo el 51,18% de los inmuebles que puede acceder a alguna instalación deportiva en un radio de quince minutos andando. El 36,81% de la muestra no posee ningún equipamiento para realizar deporte cerca.

Figura 79. Frecuencias de equipamientos deportivos



Fuente: elaboración propia

D) Equipamientos Culturales

Al igual que con los equipamientos deportivos, los culturales, que incluyen museos, teatros, bibliotecas y otros, se han medido también en un radio de quince minutos andando mediante la misma herramienta del Google Earth y con los mismos criterios de 0 a 3 que los deportivos.

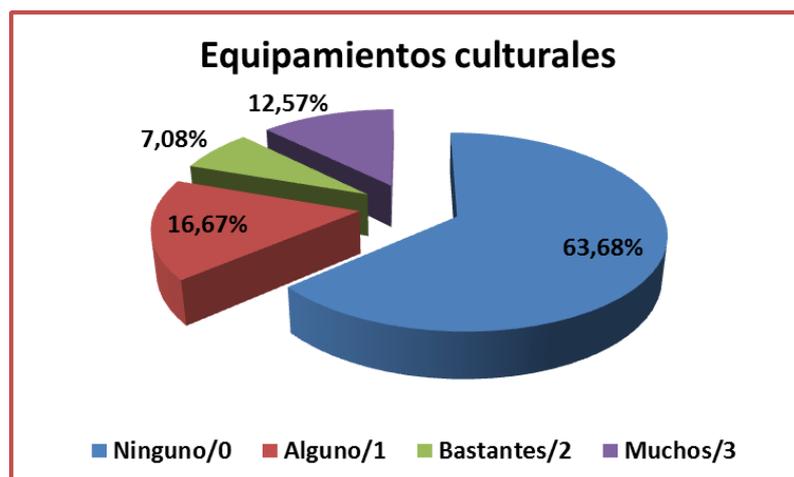
La muestra cuenta con un porcentaje elevado de viviendas que no gozan de museos, teatros o cualquier otro equipamiento cultural, concretamente un 63,68% de las viviendas carecen de ellos en un círculo de quince minutos andando. Por el contrario, un 12,57% de las viviendas cuentan con bastantes equipamientos culturales alrededor.

Tabla 48. Distribuciones de frecuencias de equipamientos culturales

Equipamiento Cultural	Frecuencia	%
Ninguno/0	917	63,68%
Alguno/1	240	16,67%
Bastantes/2	102	7,08%
Muchos/3	181	12,57%

Fuente: elaboración propia

Figura 80. Frecuencias de equipamientos culturales



Fuente: elaboración propia

E) Otros equipamientos

Esta variable, a modo de cajón de sastre, incorpora otros equipamientos públicos como institutos de investigación o administrativos, universidades o cualquier otro equipamiento de interés como el Prop, edificio creado por la Generalitat para estar cerca del ciudadano. La forma de medir esta variable ha sido la misma que para equipamientos deportivos y culturales. Se ha tomado un radio de quince minutos andando y se han anotado los equipamientos con el mismo criterio.

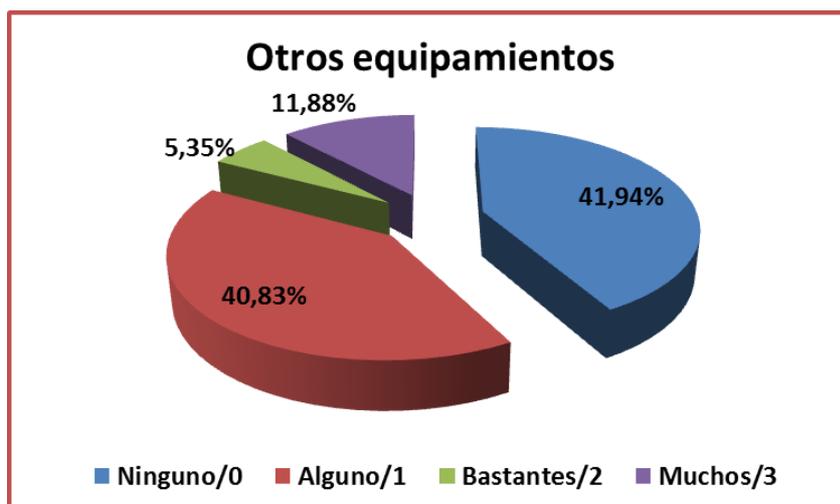
Tabla 49. Distribuciones de frecuencias de otros equipamientos

Otros Equipamientos	Frecuencia	%
Ninguno/0	604	41,94%
Alguno/1	588	40,83%
Bastantes/2	77	5,35%
Muchos/3	171	11,88%

Fuente: elaboración propia

En nuestra muestra podemos ver como alrededor del 40% tiene algún otro equipamiento cerca y un 11,88% de las viviendas recogidas cuentan con muchos otros equipamientos en un área de quince minutos andando.

Figura 81. Frecuencias de otros equipamientos



Fuente: elaboración propia

Calidad de la urbanización

Esta variable se compone de tres atributos:

- Calidad de la urbanización, medida a partir de observaciones como anchura de la calle, acerado, regularidad de la trama y otros aspectos urbanísticos mobiliario urbano, accesos, facilidad de tránsito, etc.
- Tráfico rodado, calculado a través de la información del mapa adjunto que muestra la intensidad de tráfico de cada calle. La cifra escrita en cada calle proporciona la media de vehículos que circulan por esa vía al mes. Se ha convertido las cifras en valores según la tabla 50.

Tabla 50. Valoración del tráfico de la ciudad

Media de vehículos /mes	Valor para la red
Más de 90.000	1
Entre 60.000 y 90.000	2
Entre 30.000 y 60.000	3
Entre 1.000 y 30.000	4
Menos de 1.000	5

Fuente: elaboración propia

- Densidad de población en el barrio.
Esta información la hemos obtenido de los datos estadísticos del Ayuntamiento de Valencia, ver tabla 51 y figura 83.

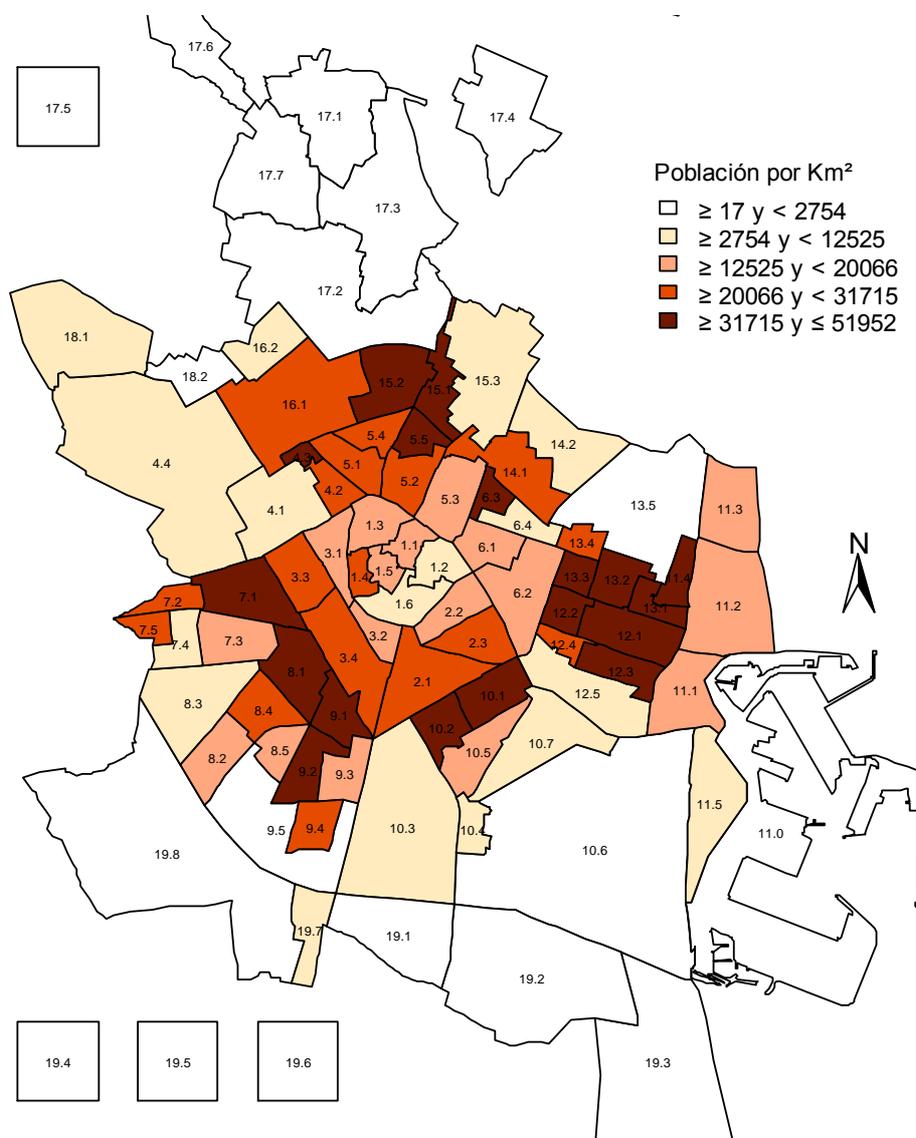
Con estos atributos se ha obtenido un índice de calidad de la urbanización que veremos en el siguiente apartado. Esta variable no la hemos incorporado en todos las redes lanzadas.

Tabla 51. Densidad de población de la ciudad de Valencia

	Superficie (ha)	Censo 2001	Censo 2011(*)	Población 2014
València / Valencia	9.882,7	738.441	790.755	787.301
1. Ciutat Vella	169,0	22.782	25.795	26.221
2. l'Eixample	173,3	41.843	42.905	42.411
3. Extramurs	197,2	47.189	48.805	48.302
4. Campanar	531,9	28.596	35.975	36.889
5. la Saïdia	194,4	46.925	47.610	46.873
6. el Pla del Real	169,3	29.489	30.660	30.428
7. l'Olivereta	200,9	46.573	48.620	48.186
8. Patraix	289,1	57.220	57.300	57.352
9. Jesús	298,5	49.702	52.375	52.019
10. Quatre Carreres	1.132,6	68.687	72.980	72.916
11. Poblots Marítims	396,8	56.326	58.430	57.893
12. Camins al Grau	236,7	53.462	64.330	64.245
13. Algirós	297,8	40.054	38.165	37.322
14. Benimaclet	164,3	29.903	29.240	28.926
15. Rascanya	262,7	42.693	52.300	52.000
16. Benicalap	222,1	39.182	44.415	44.644
17. Pobles del Nord	1.519,6	6.499	6.385	6.458
18. Pobles de l'Oest	200,4	12.195	14.110	14.024
19. Pobles del Sud	3.226,1	19.121	20.360	20.192

Fuente: Oficina de Estadística del Ayuntamiento de Valencia

Figura 82. Densidad de población por barrios



Fuente: Oficina de Estadística del Ayuntamiento de Valencia

Nivel Socio-económico

Para medir esta variable hemos utilizado un indicador elaborado por la oficina de estudios del Ayuntamiento de Valencia. El nivel de renta lo han aproximado a partir de las siguientes variables:

- A. MITSUP.- Porcentaje de población mayor de 24 años con estudios universitarios
- B. PRIMAR.- Porcentaje de población mayor de 17 años con estudios únicamente de nivel primario
- C. ATURAT.- Porcentaje de población activa en situación de paro
- D. TURHAB.- Turismos por cien habitantes
- E. TURI16.- Porcentaje de turismos con más de 16 C.V. fiscales.

Se ha tomado los niveles por barrio y se han establecido los siguientes intervalos, en base a los valores del indicador:

Tabla 52. Valor de cada nivel socio-económico

Bajo	Medio-Bajo	Medio	Medio-Alto	Alto
1	2	3	4	5

Fuente: elaboración propia

Tabla 53. Distribución de frecuencias del nivel socio-económico

Nivel socio-económico	Frecuencia	%
Bajo	86	5,97%
Medio-Bajo	353	24,51%
Medio	617	42,85%
Medio-Alto	173	12,01%
Alto	211	14,65%

Fuente: elaboración propia

Tabla 54. Descriptivos de tendencia central del nivel socio-económico

Nivel socio-económico	
Media Aritmética	3,05
Media Armónica	2,60
Media Geométrica	2,84
Mediana	3
Moda	3
Varianza	1,19
Desviación típica	1,09

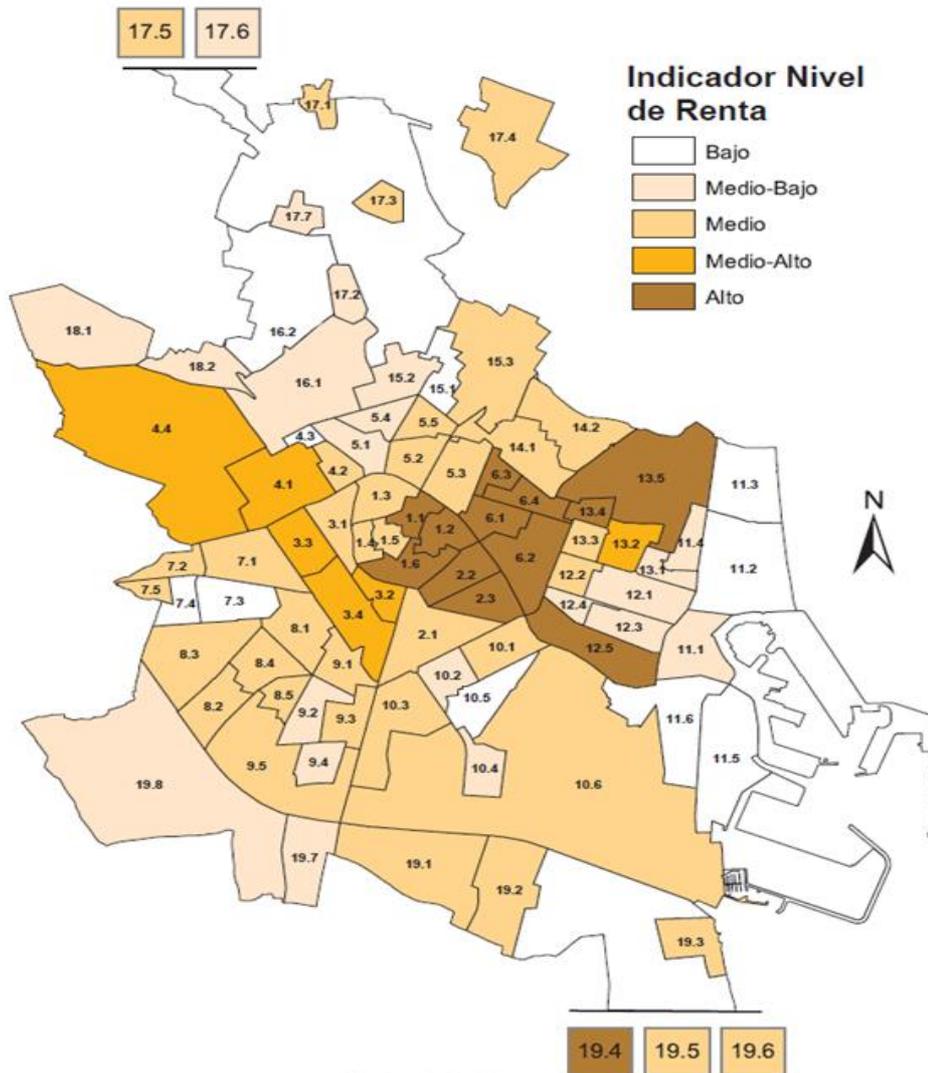
Fuente: elaboración propia

Tabla 55. Indicadores de nivel socio-económico por barrios

Indicador por Barrio	Indicador	Intervalo	Nivel socio-económico	Indicador por Barrio	Indicador	Intervalo	Nivel socio-económico
1. Ciutat Vella				10. Quatre Carreres			
1. La Seu	4,73	Alto	5	1. Montolivet	-0,90	Medio	3
2. La Xerea	7,80	Alto	5	2. En Corts	-2,19	Medio-bajo	2
3. El Came	-0,55	Medio	3	3. Malilla	0,09	Medio	3
4. El Pilar	0,50	Medio	3	4. La Fonteta Sant Lluís	-3,86	Medio-bajo	2
5. El Mercat	1,44	Medio	3	5. Na Rovella	-6,72	Bajo	1
6. Sant Francesc	10,60	Alto	5	6. La Punta	1,28	Medio	3
2. l'Eixample				11. Pobllats Marítims			
1. Russafa	0,63	Medio	3	1. El Grau	-2,23	Medio-bajo	2
2. El Pla del Remei	12,94	Alto	5	2. El Cabanyal-el Canyameler	-4,66	Bajo	1
3. Gran Vía	7,35	Alto	5	3. La Malva-rosa	-4,85	Bajo	1
3. Extramurs				4. Beteró	-4,26	Medio-bajo	2
1. El Botànic	1,48	Medio	3	5. Natzaret	-5,60	Bajo	1
2. La Roqueta	3,67	Medio-alto	4	6. Les Moreres	-5,44	Bajo	1
3. La Petxina	2,58	Medio-alto	4	12. Camins al Grau			
4. Arrancapins	3,66	Medio-alto	4	1. Aiora	-2,53	Medio-bajo	2
4. Campanar				2. Albors	-0,79	Medio	3
1. Campanar	2,76	Medio-alto	4	3. La Creu del Grau	-3,21	Medio-bajo	2
2. Les Tendetes	-0,78	Medio	3	4. Camí Fondo	-2,54	Medio-bajo	2
3. El Calvari	-4,41	Bajo	1	5. Penya-roja	4,22	Alto	5
4. Sant Pau	3,14	Medio-alto	4	13. Algirós			
5. la Saïdia				1. L'illa Perduda	-2,12	Medio-bajo	2
1. Marxalenes	-2,29	Medio-bajo	2	2. Ciutat Jardí	3,07	Medio-alto	2
2. Morvedre	-0,88	Medio	3	3. L'A mistat	-0,64	Medio	3
3. Trinitat	-0,81	Medio	3	4. La Bega Baixa	4,81	Alto	5
4. Tormos	-3,28	Medio-bajo	2	5. La Carrasca	5,42	Alto	5
5. Sant Antoni	0,53	Medio	3	14. Benimaclet			
6. el Pla del Real				1. Benimaclet	0,09	Medio	3
1. Exposició	10,04	Alto	5	2. Camí de Vera	0,62	Medio	3
2. Mestalla	5,00	Alto	5	15. Rascanya			
3. Jaume Roig	11,31	Alto	5	1. Omiols	-5,35	Bajo	1
4. Ciutat Universitat	9,86	Alto	5	2. Torrefiel	-3,74	Medio-bajo	2
7. l'Olivereta				3. Sant Llorenç	1,83	Medio	3
1. Nou Moles	-1,72	Medio	3	16. Benicalap			
2. Soternes	-1,36	Medio	3	1. Benicalap	-3,04	Medio-bajo	2
3. Tres Forques	-6,71	Bajo	1	2. Ciutat Fallera	-4,28	Bajo	1
4. La Font Santa	-6,55	Bajo	1	17. Pobles del Nord			
5. La Llum	-0,93	Medio	3	1. Benifaraig	-1,85	Medio	3
8. Patraix				2. Poble Nou	-2,31	Medio-bajo	2
1. Patraix	-0,26	Medio	3	3. Carpesa	-0,70	Medio	3
2. Sant Isidre	-1,01	Medio	3	6. Massarrojos	-2,29	Medio-bajo	2
3. Vara de Quart	-1,14	Medio	3	7. Borbotó	-2,39	Medio-bajo	2
4. Safranar	-0,10	Medio	3	18. Pobles de l'Oest			
5. Favara	-1,10	Medio	3	1. Benimàmet-Beniferri	-3,09	Medio-bajo	2
9. Jesús				19. Pobles del Sud			
1. La Raiosa	-1,32	Medio	3	1. El Forn d'Alcedo	-0,97	Medio	3
2. L'Hort de Senabre	-2,39	Medio-bajo	2	2. El Castellar-l'Oliverar	-0,68	Medio	3
3. La Creu Coberta	-1,23	Medio	3	3. Pinedo	0,58	Medio	3
4. Sant Marcel·lí	-3,00	Medio-bajo	2	4. El Saler	4,87	Alto	5
5. Camí Real	-1,60	Medio	3	5. El Palmar	-1,70	Medio	3
				6. El Perellonet	0,83	Medio	3
				7. La Torre-Faitanar	-3,63	Medio-bajo	2

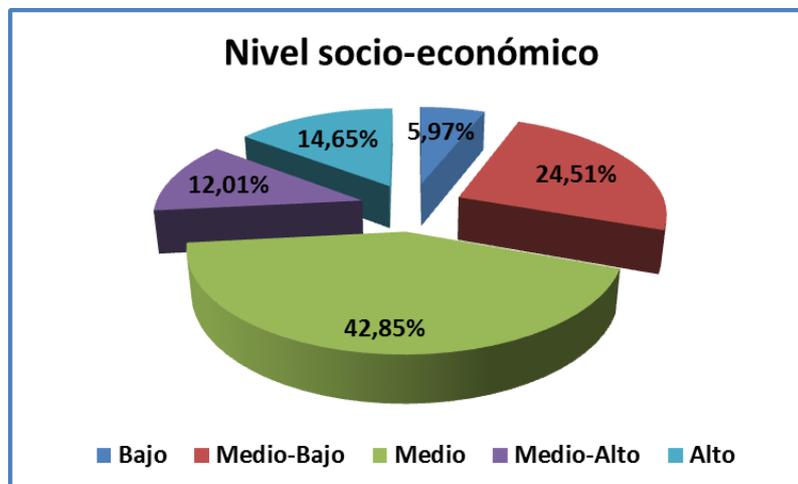
Fuente: Oficina de Estadística del Ayuntamiento de Valencia y elaboración propia

Figura 84. Mapa Indicadores de nivel socio-económico por barrios



Fuente: Oficina de Estadística del Ayuntamiento de Valencia

Figura 85. Frecuencias del nivel socio-económico



Fuente: elaboración propia

La muestra, tal y como podemos observar en la figura 86, recoge en su mayoría viviendas situadas en barrios con un nivel socio-económico medio y medio-bajo. Un 14,65% de la muestra se encuentra en barrios considerados de nivel socio-económico alto y tan solo un 5,97% se encuentra en barrios considerados pobres.

Inmigrantes

El ayuntamiento de Valencia también proporciona datos de los porcentajes de inmigración por barrios, incluso del país de procedencia de los inmigrantes. Para esta variable hemos tomado esos porcentajes y comparándolos con la media de la ciudad se ha establecido unos valores teniendo en cuenta que un porcentaje pequeño supone poca inmigración y se le asigna el valor 1 y más del 25% de inmigración se considera mucha inmigración y se le asigna el valor 5. Los valores pueden verse en la tabla 56

Tabla 56. Valor de cada nivel de inmigración en el barrio

Bajo	Medio-Bajo	Medio	Medio-Alto	Alto
1	2	3	4	5

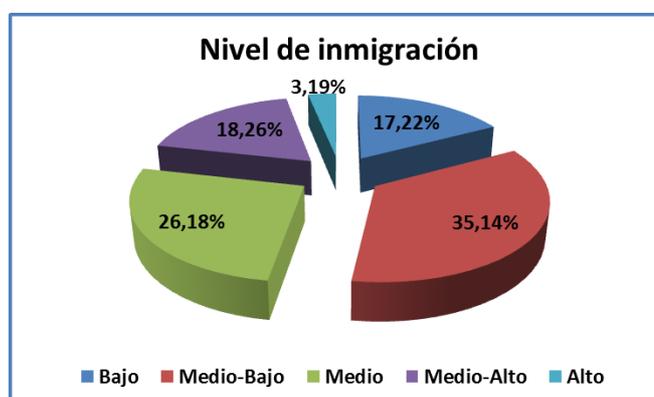
Fuente: elaboración propia

Tabla 57. Distribución de frecuencias del nivel de inmigración

Nivel de inmigración	Frecuencia	%
Bajo	248	17,22%
Medio-Bajo	506	35,14%
Medio	377	26,18%
Medio-Alto	263	18,26%
Alto	46	3,19%

Fuente: elaboración propia

Figura 86. Frecuencias del nivel de inmigración



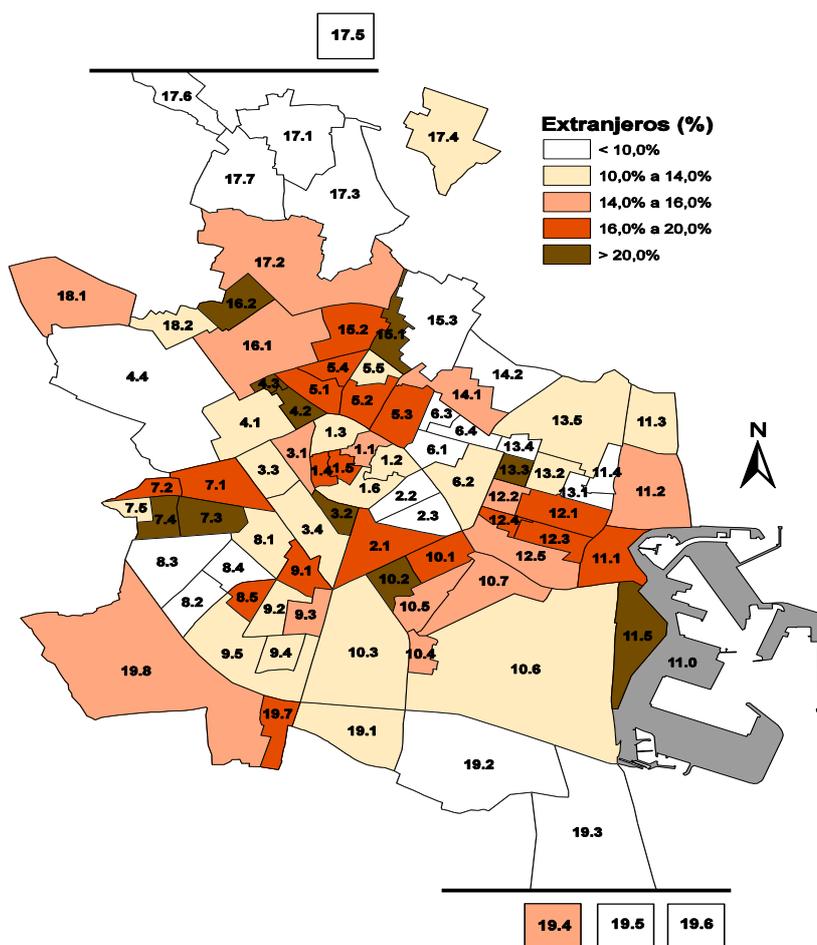
Fuente: elaboración propia

Tabla 58. Inmigrantes por barrio

Barrio	Cantidad	%	Barrio	Cantidad	%
VALÈNCIA	120.273	14,8%	VALÈNCIA	120.273	14,8%
1. CIUTAT VELLA			3. Malilla		
1. la Seu	456	15,8%	2.563	11,3%	
2. la Xerea	484	12,5%	4. Fonteta de Sant Lluís		
3. el Carme	867	13,9%	490	15,7%	
4. el Pilar	776	18,6%	5. Na Rovella		
5. el Mercat	563	16,4%	1.272	14,7%	
6. Sant Francesc	557	10,3%	6. la Punta		
2. L'EIXAMPLE			212	10,1%	
1. Russafa	4.423	17,6%	7. Ciutat les Arts i les Ci		
2. el Pla del Remei	358	5,2%	839	14,5%	
3. Gran Via	883	7,4%	11. POBLATS MARÍTIMS		
3. EXTRAMURS			1. el Grau		
1. el Botànic	1.016	15,1%	1.713	17,5%	
2. la Roqueta	935	20,5%	2. el Cabanyal-el Canyar		
3. la Petxina	1.730	11,2%	2.954	14,1%	
4. Arrancapins	2.644	11,3%	3. la Malva-rosa		
4. CAMPANAR			1.751	12,3%	
1. Campanar	1.305	10,8%	4. Beteró		
2. Les Tendetes	1.183	20,8%	820	9,9%	
3. el Calvari	1.284	24,3%	5. Natzaret		
4. Sant Pau	1.257	9,4%	1.572	22,8%	
5. la SAÏDIA			12. CAMINS AL GRAU		
1. Marxalenes	2.169	19,2%	1. Aiora		
2. Morvedre	1.883	17,6%	4.495	17,4%	
3. Trinitat	1.349	16,4%	2. Albors		
4. Tormos	1.726	19,1%	1.387	15,3%	
5. Sant Antoni	1.202	11,9%	3. la Creu del Grau		
6. el PLA DEL REAL			2.922	19,1%	
1. Exposició	405	6,0%	4. Camí Fondo		
2. Mestalla	1.925	12,8%	931	19,9%	
3. Jaume Roig	425	6,4%	5. Penya-roja		
4. Ciutat Universitària	204	7,5%	1.514	14,3%	
7. l'OLIVERETA			13. ALGIRÓS		
1. Nou Moles	5.143	18,9%	1. l'illa Perduda		
2. Soternes	951	18,4%	824	8,9%	
3. Tres Forques	2.095	22,3%	2. Ciutat Jardí		
4. la Font Santa	849	22,9%	1.701	13,0%	
5. la Llum	578	11,1%	3. l'Amistat		
8. PATRAIX			1.584	20,4%	
1. Patraix	3.364	13,1%	4. la Bega Baixa		
2. Sant Isidre	759	7,6%	516	8,6%	
3. Vara de Quart	861	8,1%	5. la Carrasca		
4. Safranar	539	6,1%	396	11,2%	
5. Favara	560	16,1%	14. BENIMACLET		
9. JESÚS			1. Benimaclet		
1. la Raiosa	3.072	19,5%	3.928	15,9%	
2. l'Hort de Senabre	2.343	13,3%	2. Camí de Vera		
3. la Creu Coberta	908	14,2%	395	7,1%	
4. Sant Marcel·lí	1.347	12,9%	15. RASCANYA		
5. Camí Real	514	13,5%	1. Orriols		
10. QUATRE CARRERES			5.176	29,1%	
1. Mont-Olivet	3.995	19,7%	2. Torrefiel		
2. En Corts	2.541	20,5%	5.126	19,4%	
			3. Sant Llorenç		
			679	7,0%	
			16. BENICALAP		
			1. Benicalap		
			5.966	15,6%	
			2. Ciutat Fallera		
			1.363	21,3%	
			17. POBLES DEL NORD		
			1. Benifaraig		
			30	2,9%	
			2. Poble Nou		
			155	15,7%	
			3. Carpesa		
			79	6,1%	
			4. Cases de Bàrcena		
			45	11,8%	
			5. Mauella		
			4	6,3%	
			6. Massarrojos		
			173	8,2%	
			7. Borbotó		
			47	6,3%	
			18. POBLES DE L'OEST		
			1. Benimàmet		
			1.878	14,0%	
			2. Beniferri		
			129	13,6%	
			19. POBLES DEL SUD		
			1. el Forn d'Alcedo		
			134	10,1%	
			2. el Castellar-l'Oliverar		
			527	7,5%	
			3. Pinedo		
			260	9,9%	
			4. el Saler		
			283	15,9%	
			5. el Palmar		
			37	4,8%	
			6. el Perellonet		
			82	5,2%	
			7. la Torre		
			832	17,0%	
			8. Faitanar		
			61	14,3%	

Fuente: Oficina de Estadística del Ayuntamiento de Valencia

Figura 87. Porcentaje de población extranjera por barrio. 2010



Fuente: Oficina de Estadística del Ayuntamiento de Valencia

En cuanto a niveles de inmigración, la muestra recoge tan solo un 3,19% de viviendas que se encuentran en barrios con un nivel de inmigración alto, esto quiere decir que más del 25% de la población del barrio donde se ubica esa vivienda son inmigrantes (ver tabla 57). La mayoría de la muestra está en barrios con porcentajes de inmigración inferiores al 15%.

Tabla 59. Descriptivos de tendencia central del nivel socio-económico

INMIGRANTES	
Media Aritmética	0,15
Media Armónica	0,13
Media Geométrica	0,39
Mediana	0,15
Moda	0,19
Varianza	0,00
Desviación típica	0,05

Fuente: elaboración propia

4.4. ÍNDICES ESTIMADOS

La información que recoge una variable puede ser un valor concreto o puede ser un índice. Hay variables numéricas o cuantitativas y otras no numéricas o cualitativas. Las variables cualitativas necesitan ser tratadas mediante índices que representen varias características y que transformen la información en un valor numérico.

Para la elaboración de los índices hay que tener en cuenta su adaptación a la realidad y los resultados de los estudios ya realizados del impacto de cada característica que forma parte del resultado final del índice. Además, la interpretación del índice debe ser clara y debe evitar ponderaciones complicadas. En nuestra investigación hemos utilizado cinco índices, algunos creados para este trabajo a partir de la información de distintos datos obtenidos por nosotros y otros sacados de información secundaria.

Para la obtención de los índices los valores de las variables mostradas en el apartado 4.2 han sido normalizados aplicando la siguiente fórmula de normalización:

$$\text{Valor normalizado} = \frac{\text{Valor de la variable} - \text{Mín}}{\text{Máx}}$$

Los índices que hemos incluido en el estudio son:

A. Índice de Características Internas (ICI)

Como hemos visto en el apartado de muestra, contamos con 14 variables internas o constructivas. Un número elevado de variables de entrada complica el modelo de redes neuronales. Por esta razón se han descartado algunas variables y otras se han agrupado formando parte del índice de características internas.

El índice de características internas está formado por las siguientes variables:

- ✓ Estado de conservación (EC).- Se ha tomado el valor normalizado y se ha ponderado en base a estudios realizados por expertos y por

grandes inmobiliarias²⁶ que estiman su influencia en el precio de la vivienda en aproximadamente un 10%.

- ✓ Antigüedad (ANT).- La ponderación de esta variable se ha basado en estudios realizados por Fomento²⁷ y por especialistas del ramo. También el portal inmobiliario idealista.com²⁸ refleja la influencia que tiene este atributo en la vivienda.
- ✓ Zonas comunes (ZC).- El tener o no piscina, pistas deportivas o jardín en la comunidad, influye en el valor de la vivienda y le confiere mayor calidad en la mente del comprador.
- ✓ Altura (ALT).- En obra nueva el precio de la vivienda varía entre 1.000 y 3.000 euros más por planta. En segunda mano no hay datos específicos pero todos los expertos²⁹ afirman que la altura es un factor clave para vender el piso.
- ✓ Instalaciones (INST).- Agrupa Gas ciudad, Calefacción por radiadores, aire acondicionado y otras instalaciones.
- ✓ Ático (AT).- Si la vivienda es un ático su valor se incrementa en un 36% según estudios realizados con áticos de las ciudades de Madrid, Barcelona y Valencia³⁰ Por tanto, para el índice si es ático el valor de AT es de 1,35 y si no 1.
- ✓ Ascensor (ASC).- El índice se multiplicará por 1 si la vivienda tiene ascensor y si no tiene por: 0,9 si es planta baja, 0,8 si es primera planta y 0,65 si es 2ª planta o superior³¹.

El índice de Características internas, ICI de ahora en adelante, se ha calculado aplicando la siguiente fórmula:

$$ICI = ((0,15+0,10*EC+0,30*ANT+0,35*ZC+0,05*INST+0,05*ALT)*AT)*ASC$$

²⁶ Según un estudio hecho en Madrid por Tecnocasa la diferencia de precio de una vivienda en mal estado se estima en un 8,95%. Otros estudios de expertos lo elevan a un 10%. Ver estudios en <http://www.elmundo.es/elmundo/2012/04/13/suvienda/1334331127.html>

²⁷ http://www.fomento.es/Contraste/estilos.aspx?u=mfom/lang_castellano/atencion_ciudadano/informacion_estadistica/vivienda/estadisticas/precios/default.htm

²⁸ <http://www.idealista.com/news/inmobiliario/vivienda/2015/06/01/737363-las-casas-de-mas-de-5-anos-de-antiguedad-son-un-16-mas-baratas-que-las-nuevas-segun>

²⁹ Ver informe sobre mercado de vivienda del segundo semestre de 2.009 de TECNOCASA y <http://www.consumer.es/web/es/vivienda/compra/2008/04/18/176279.php#sthash.QIQMjWNg.dpuf>

³⁰ <http://www.idealista.com/news/inmobiliario/vivienda/2009/11/12/114895-aticos-en-venta-estudio-de-la-oferta-en-madrid-barcelona-y-valencia> y <http://www.levante-emv.com/valencia/2009/11/13/precios-aticos-son-36-superiores-viviendas/650883.html>

³¹ Ver estudios de Tecnocasa publicados en "El mundo" y estudios del idealista.com. <http://www.elmundo.es/elmundo/2012/04/13/suvienda/1334331127.html>.

<http://www.idealista.com/news/inmobiliario/vivienda/2012/04/16/434445-con-o-sin-una-vivienda-sin-ascensor-vale-un-34-menos>

Posteriormente se han clasificado las viviendas por sus características internas en base a 9 categorías de la A a la I. Estas categorías se han establecido de la siguiente manera:

- a. Primero se han clasificado las viviendas por tamaños, esto es, viviendas de menos de 90 metros, viviendas entre 90 y 150 metros y viviendas de más de 150 metros construidos sin zonas comunes.
- b. Dentro de cada tamaño se categoriza en base a considerar la vivienda de calidad inferior, media o superior según el ICI:
 - En calidad inferior estarían aquellas viviendas con un ICI menor a 0,35
 - Calidad media incluiría viviendas con un ICI entre 0,35 y 0,6
 - Calidad superior serían aquellas viviendas con un ICI superior a 0,6.
- c. Por último la clasificación quedaría de la siguiente forma:
 - Categoría A: Viviendas de + de 150 m² de calidad superior.
 - Categoría B: Viviendas entre 90 y 150 m² de calidad superior.
 - Categoría C: Viviendas de menos de 90 m² y de calidad superior.
 - Categoría D: Viviendas de + 150 m² de calidad media.
 - Categoría E: Viviendas entre 90 y 150 m² de calidad media.
 - Categoría F: Viviendas de menos de 90 m² de calidad media.
 - Categoría G: Viviendas de + 150 m² de calidad inferior.
 - Categoría H: Viviendas entre 90 y 150 m² de calidad inferior.
 - Categoría I: Viviendas de menos de 90 m² de calidad inferior.

Nuestra muestra se distribuye tal y como vemos en la tabla 60 para las redes con toda la muestra de 7 y 8 variables y en la tabla 61 para la última red lanzada para viviendas de tamaño mediano.

Tabla 60. Distribución de viviendas por tamaño y calidad en red 1^a y 2^a

TAMAÑO CALIDAD	PEQUEÑOS (0-89)			MEDIANOS (90-149)			GRANDES (150 +)		
	LETRA	Nº	%	LETRA	Nº	%	LETRA	Nº	%
ALTA CALIDAD (+ de 0,60)	A	29	5,80%	B	106	13,84%	C	34	19,65%
CALIDAD MEDIA (0,36-0,59)	D	139	27,60%	E	395	51,56%	F	97	56,08%
BAJA CALIDAD (0-0,35)	G	335	66,60%	H	265	34,60%	I	42	24,27%

Fuente: elaboración propia

Tabla 61. Distribución de viviendas por tamaño y calidad en la última red

TAMAÑO	PEQUEÑOS (90-110)			MEDIANOS (111-120)			GRANDES (121-150)		
CALIDAD	LETRA	Nº	%	LETRA	Nº	%	LETRA	Nº	%
ALTA CALIDAD (+ de 0,60)	A	19	2,48%	B	16	2,09%	C	11	1,44%
CALIDAD MEDIA (0,36-0,59)	D	123	16,06%	E	84	10,97%	F	46	6,01%
BAJA CALIDAD (0-0,35)	G	260	33,94%	H	148	19,32%	I	59	7,70%

Fuente: elaboración propia

B. Índice de cercanía a Zonas Verdes (IZV)

En las redes con todos los datos (1ª y 2ª) no se calculó índice para las zonas verdes pues se tomó la distancia de cada vivienda al parque más cercano. Sin embargo, en la última red, tal y como hemos especificado al explicar la variable en el apartado de muestra, se ha medido la distancia a zonas verdes diferenciando entre el río, grandes parques y pequeños parques de barrio. Se han normalizado estas distancias para que sus valores queden entre 0 y 1 y posteriormente se ha calculado el índice ponderando cada valor ayudándonos de los resultados del sondeo realizado a 183 personas de la ciudad de Valencia. El índice de zonas verdes se ha obtenido aplicando la siguiente ecuación:

$$IZV = 0,4 * DR + 0,35 * DGP + 0,25 * DPB$$

Siendo:

DR: la distancia al río normalizada

DGP: la distancia a grandes parques normalizada

DPB: la distancia a parques de Barrio normalizada

C. Índice de Equipamientos del barrio (IEB)

Este índice incorpora los equipamientos docentes, sanitarios, deportivos, culturales y otros. La medición de cada variable es la explicada en el apartado 4.2 de muestra y los valores obtenidos se han normalizado para que todos se encuentren entre 0 y 1.

Con los valores normalizados se ha obtenido el IEB de la siguiente forma:

$$IEB = 0,3 * ED + 0,3 * ES + 0,15 * EDP + 0,15 * EC + 0,1 * OE$$

Siendo:

ED: el valor normalizado de los equipamientos docentes

ES: el valor normalizado de los equipamientos sanitarios

EDP: el valor normalizado de los equipamientos deportivos

EC: el valor normalizado de los equipamientos culturales

OE: el valor normalizado de otros equipamientos

D. Índice de Calidad de la urbanización (ICU)

En la calidad de la urbanización se ha considerado el tráfico rodado en las vías y la densidad de población del barrio externalidades negativas a la calidad urbanística. El índice responde a este criterio y ha sido calculado a partir de los valores normalizados explicados para la variable en el apartado 4.2 restándole a la calidad urbanística las variables de tráfico y densidad de población atendiendo a la siguiente ecuación:

$$ICU = CU - 0,3*Tr - 0,2*Dp$$

Siendo:

CU: la calidad de la urbanización

Tr: el tráfico medido según la intensidad (ver plano de intensidad de tráfico)

Dp: Densidad de población del barrio donde se encuentra ubicada la vivienda

4.5. OBTENCIÓN DEL MODELO RNA DE ESTIMACIÓN DE PRECIOS DE LA VIVIENDA

En este trabajo, se han empleado redes neuronales artificiales para obtener un modelo capaz de aproximar el precio por metro cuadrado de una vivienda, tomando como parámetros de entrada: las características internas de la vivienda, el equipamiento del barrio, la cercanía a zonas verdes, la distancia al centro de la ciudad o Central Business District (CBD), la proximidad al tranvía o al metro, la calidad de la urbanización, el nivel socioeconómico y el porcentaje de residentes inmigrantes en el vecindario. Contamos con 1.442 datos de viviendas recogidas entre julio de 2.009 y mayo de 2.010. Tras un primer estudio detectamos dos datos que distorsionaban la muestra, concretamente los correspondientes a las referencias 1.077 y 619 de la muestra. Tras la depuración trabajamos con 1.440 datos de viviendas.

Para la estimación de precios, en un principio, intentamos lanzar el estudio entrenando la red para las 42 variables de las que poseíamos datos, pero no se pudo obtener ninguna red que funcionara, como era de prever. En base a ello, se tomó la decisión de reducir variables, algunas agrupándolas en índices y otras descartándolas directamente.

Intentando mejorar el modelo sin renunciar a estudiar las variables de localización se han entrenado con éxito tres redes con distintas topologías:

1ª Red.- Realizada con 1440 datos de vivienda y entrenada con siete variables de entrada y una de salida. Las variables de entrada utilizadas para dicha red fueron:

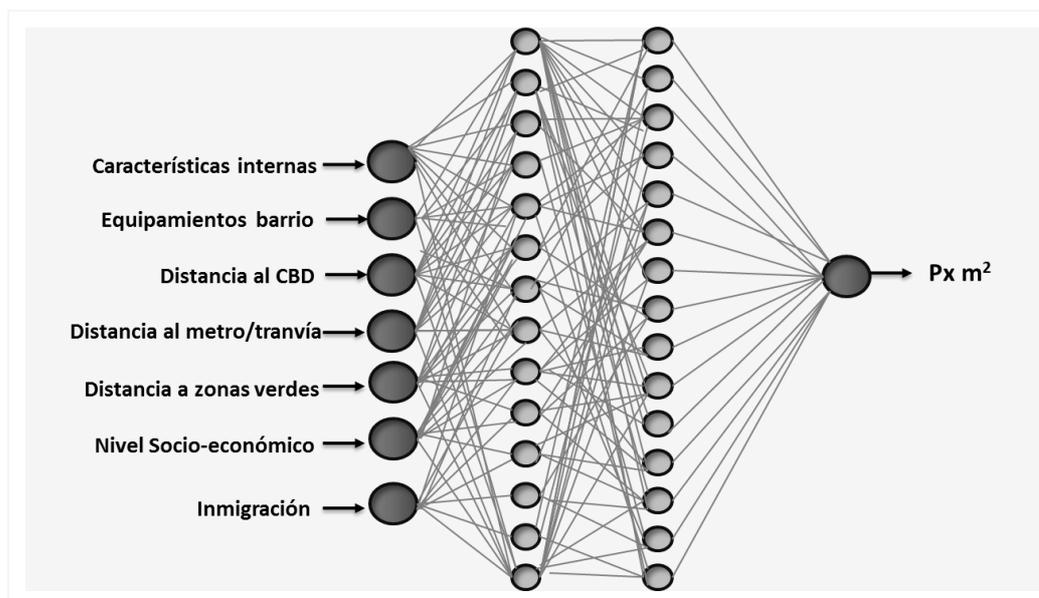
- Características internas (ICI)
- Distancia al CBD
- Distancia al metro/tranvía
- Equipamientos del barrio (IEB)
- Distancia a zonas verdes (IZV)
- Nivel socio-económico del barrio
- Porcentaje de Inmigración del barrio

Con el fin de encontrar la mejor combinación de red y método de entrenamiento, se realizó un experimento previo en el que se probaron distintas topologías de Perceptrón multicapa (Bishop, 1996), entrenadas con los algoritmos

retropropagación y retropropagación con momento, con diferentes parámetros (factor de aprendizaje η y μ momento). En la tabla 62, se muestran todas las combinaciones estudiadas.

Por tanto, en el proceso de obtención de la mejor estructura de red, hemos utilizado el aprendizaje supervisado y un método incremental, donde se ha probado con diferentes topologías de redes neuronales basadas en el perceptrón multicapa. A partir de una sola capa y pocas neuronas, la topología ha sido modificada con el aumento del número de neuronas y el número de capas ocultas. Cada posible topología ha sido entrenada con los dos algoritmos de entrenamiento previamente citados, a fin de determinar la combinación de topología y algoritmo de entrenamiento más prometedores.

Figura 88. RNA topología seleccionada para 7 variables de entrada



Fuente: elaboración propia

Por otra parte, el número de muestras disponibles para el proceso de entrenamiento es pequeño (1.440). Por esta razón, se ha utilizado la validación cruzada en la obtención de los conjuntos de datos de entrenamiento y test (Bishop, 1996). En la validación cruzada, el conjunto original de la muestra se divide en k subconjuntos. De los subconjuntos de k , un único subconjunto se mantiene como conjunto de datos de test o validación para probar el modelo, y el $k-1$ restantes subconjuntos se utilizan como datos de entrenamiento. El proceso de validación cruzada se repite k veces (los pliegues). Así, el conjunto de entrenamiento se dividió al azar en diez subgrupos ($k = 10$), tomando para cada repetición 9 para

entrenamiento (90%) y uno para el test o validación (10%). Por lo tanto, cada proceso de entrenamiento se llevó a cabo diez veces con diferentes combinaciones de subconjuntos de entrenamiento y prueba, teniendo en cuenta el error cuadrático medio obtenido en las diez pruebas. De esta forma, las 1440 muestras acaban siendo empleadas para entrenamiento y validación.

Como resultado del estudio de la topología y algoritmo de entrenamiento, se observó que los mejores resultados se obtuvieron utilizando una RNA con siete nodos de entrada, catorce nodos en su primera capa, catorce nodos en su segunda capa y una capa de salida, combinado con retropropagación con momento como algoritmo de entrenamiento ($\eta = 0,2$, $\mu = 0,6$) (ver figura 88).

Tabla 62. Topologías, algoritmos de formación y el aprendizaje de parámetros de la RNA con 7 variables

Estructura de la red				Algoritmo de entrenamiento y parámetros estudiados		
Nodos de la capa de entrada	1ª capa de nodos	2ª capa de nodos	Capas de nodos de salida	Nombre	Factor de aprendizaje η	Momento μ
7	[1,14], pasos de un nodo	[1,14], pasos de un nodo	1	Retropropagación	[0.2, 0.9], pasos de 0.1	--
				Retropropagación con momento	[0.2, 0.8], pasos de 0.2	[0.2,0.8] pasos de 0.2

Fuente: elaboración propia

Esta combinación consiguió un error absoluto del 22,23% en la predicción de los precios en la fase de test. Lo que nos llevó, para mejorar el modelo, a intentar una segunda red que incluyera una variable más. El resultado de la predicción de esta RNA puede verse en el apartado 4.6 de resultados. Trabajamos con ella las variables de localización y obtuvimos unos interesantes resultados que se publicaron en la revista CT Catastro nº 74 de abril de 2012.

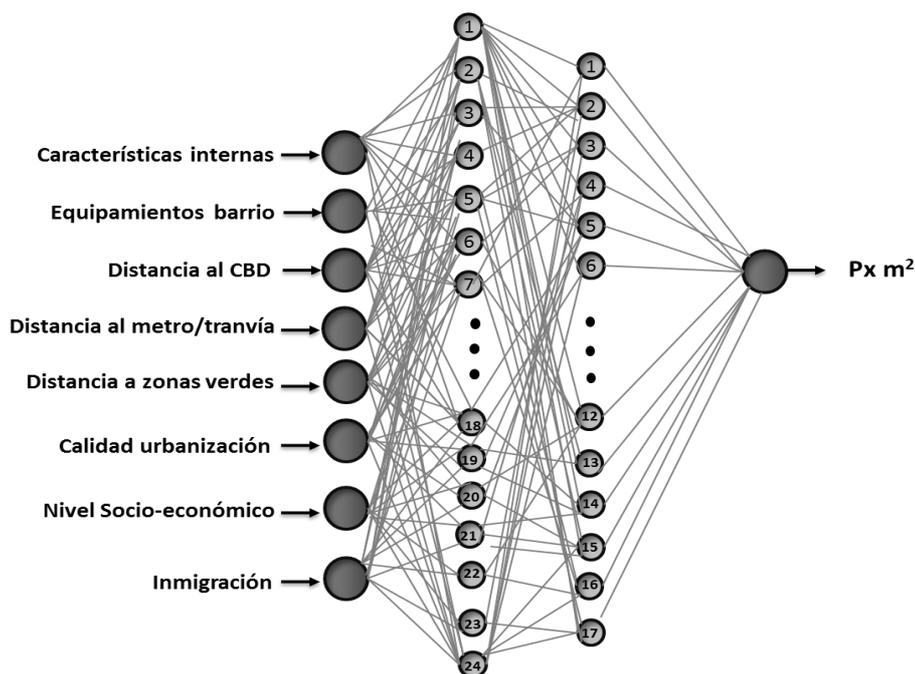
2ª Red.- Este nuevo entrenamiento se realizó con los mismos 1440 datos de vivienda pero para una variable de entrada más. Incorporamos en el estudio la variable “Calidad de la urbanización (ICU)”.

Al igual que en el apartado anterior, se realizó un estudio previo a fin de obtener el mejor modelo posible, basado en el Perceptrón multicapa y entrenado con los algoritmos retropropagación y retropropagación con momento. Asimismo, como trabajamos con los mismos datos se ha seguido usando la validación cruzada dividiendo el conjunto de entrenamiento al azar en diez subgrupos utilizando el 90%

para el entrenamiento y el 10% para la validación del modelo (Perceptrón obtenido). En la tabla 63 pueden verse las combinaciones de topologías, algoritmos de entrenamiento, y parámetros de aprendizaje estudiados.

La topología de la red se puede ver en la figura 89, con las 8 variables de entrada, 24 nodos en la primera capa, 17 nodos en la segunda y una variable de salida, con algoritmo de entrenamiento de retropropagación con momento ($\eta = 0,4$, $\mu = 0,6$).

Figura 89. RNA topología seleccionada para 8 variables de entrada.



Fuente: elaboración propia

Tabla 63. Topología, algoritmos de formación y el aprendizaje de parámetros de la RNA con 8 variables

Estructura de la red				Algoritmo de entrenamiento y parámetros estudiados		
Nodos de la capa de entrada	1ª capa de nodos	2ª capa de nodos	Capas de nodos de salida	Nombre	Factor de aprendizaje η	Momento μ
8	[1,24], pasos de un nodo	[1,17], pasos de un nodo	1	Retropropagación	[0.2, 0.9], pasos de 0.1	--
				Retropropagación con momento	[0.2, 0.8], pasos de 0.2	[0.2,0.8] pasos de 0.2

Fuente: elaboración propia

Los resultados de la predicción de esta red pueden verse en el apartado de resultados.

El modelo empleado ha llevado a un error medio de 21,81%, un poco inferior al de la anterior red de 7 variables que era del 22, 23%, no obstante sigue siendo elevado.

Parecía que los precios de la vivienda de tamaño medio daban menor error que las predicciones de otros tamaños por lo que se volvió a lanzar esta misma red tres veces, una sólo con datos de viviendas pequeñas, otra solo con datos de viviendas medianas y otro con datos para viviendas grandes.

El error medio de predicción para cada red fue el que puede verse en la tabla 64, por lo que se tomó la decisión de realizar una red para las viviendas medianas, con una variable menos, dado que los datos eran menores, solo 766.

Tabla 64. Errores medios de predicción por tamaños

Errores medios de predicción en %:			
	Grandes	Medianos	Pequeños
Error	22,19%	20,09%	28,11%

Fuente: elaboración propia

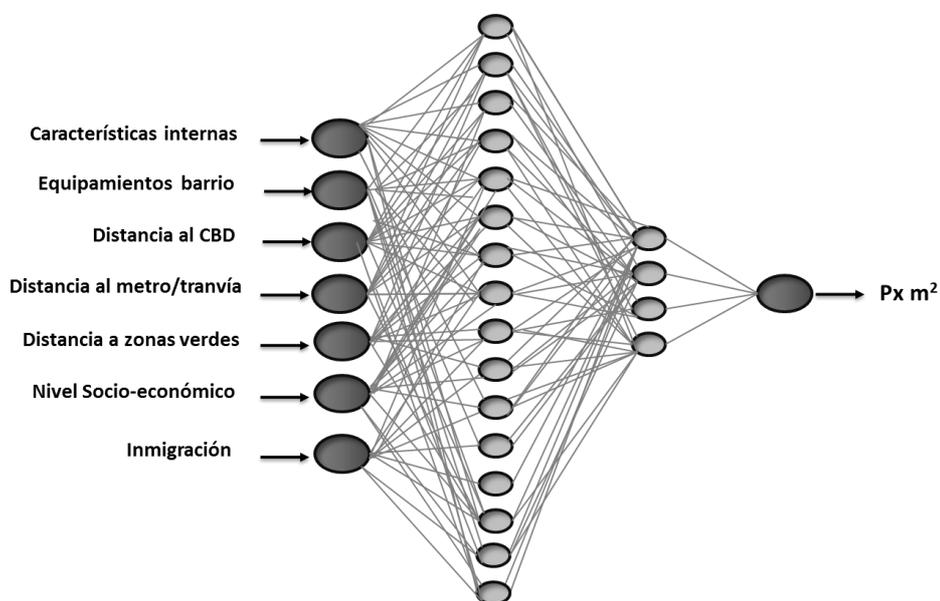
3ª Red.- A fin de encontrar un modelo adecuado, se ha estudiado, en este último lanzamiento, diferentes topologías de red, cada una de ellas entrenadas con los algoritmos de entrenamiento Backpropagation y Backpropagation Momentum. Para estos algoritmos se han empleado distintos parámetros de aprendizaje. Concretamente, la tabla 65 muestra toda la combinatoria de valores que se han investigado.

Por la limitación que tenemos en el número de muestras, aún más pequeño (766) que en las anteriores redes, se ha utilizado la validación cruzada con la división al azar del conjunto de entrenamiento, tomando en este caso el 90% para la formación y un 10% para el análisis de muestras.

Finalmente, fruto de esta búsqueda se ha seleccionado la combinación del modelo y algoritmo de entrenamiento que mejor error cuadrático medio ha obtenido en sus predicciones (0.006220096) durante la fase de entrenamiento. La topología seleccionada emplea 7 nodos en la capa de entrada, 16 nodos en la primera capa oculta, 4 nodos en la segunda capa oculta y un nodo en la capa de salida. Asimismo, el algoritmo de entrenamiento seleccionado para este modelo ha sido el

de retropropagación con momento, con un factor de aprendizaje de 0.9 y un momento de 0.5.

Figura 90. RNA topología seleccionada para 7 variables de entrada de viviendas de tamaño medio.



Fuente: elaboración propia

Tabla 65. Estructura, algoritmo de entrenamiento y parámetros para RNA de viviendas de tamaño medio

Estructura de la red				Algoritmo de entrenamiento y parámetros estudiados		
Nodos capa de entrada	Nodos primera capa oculta	Nodos segunda capa oculta	Nodos capa salida	Nombre	Factor de aprendizaje η	Momento μ
7	De 1 a 21, en incrementos de dos	De 0 a 21, en incrementos de 2	1	Backpropagation	De 0.2 a 0.9, en incrementos de 0.1	
				Backpropagation Momentum	De 0.2 a 0.9, en incrementos de 0.1	De 0.2 a 0.9, en incrementos de 0.1

Fuente: elaboración propia

El modelo nos proporciona un error del 24,73% en la predicción de los 766 datos. Es un error mayor del que obtuvimos en el pasado, pero da un resultado mejor que con las viviendas pequeñas.

Los resultados de predicción aparecen en el apartado de resultados. A continuación predicaremos con estas redes, los precios para distintos valores de

cada una de las variables y de esta forma podremos conocer la incidencia en el precio que produce la variación de cada aspecto de la localización de la vivienda.

4.6. ESTUDIO DEL IMPACTO DE LAS VARIABLES DE LOCALIZACIÓN

En el estudio del impacto de las variables de localización utilizamos la RNA para predecir precios. Para cada variable escogemos al azar 9 viviendas, una por cada tipología en función del tamaño y de las características de la vivienda. Con esas viviendas obtengo con la red la predicción de precios dejando fijos los valores de todas las variables salvo la estudiada. Al estar los datos normalizados de 0 a 1, la red me va dando precios para cada valor introducido de la variable analizada. En la tabla 66 podemos ver un ejemplo de los datos introducidos para que calcule la predicción del precio.

Con los precios estimados por la red, para cada valor de la variable, realizo el análisis. En las gráficas que se explican en el apartado de resultados aparece el precio estimado para cada valor del aspecto relativo a la localización que se va a estudiar.

Tabla 66. Valores para predecir el precio de diferentes valores de la variable Inmigración.

REF.	ÍNDICE DE CALIDAD INTERNA	DISTANCIA CENTRO	DISTANCIA METRO	I. ZONAS VERDES	ÍNDICE EQ. BARRIO	INDICE SOCIO-ECONÓMICO	INMIGRACIÓN	PRECIO NORMALIZADO
122	0,87	0,52	0,886	0,20	0,34	0,6	0,00	0,44
122	0,87	0,52	0,886	0,20	0,34	0,6	0,10	0,44
122	0,87	0,52	0,886	0,20	0,34	0,6	0,20	0,44
122	0,87	0,52	0,886	0,20	0,34	0,6	0,30	0,44
122	0,87	0,52	0,886	0,20	0,34	0,6	0,40	0,44
122	0,87	0,52	0,886	0,20	0,34	0,6	0,50	0,44
122	0,87	0,52	0,886	0,20	0,34	0,6	0,60	0,44
122	0,87	0,52	0,886	0,20	0,34	0,6	0,70	0,44
122	0,87	0,52	0,886	0,20	0,34	0,6	0,80	0,44
122	0,87	0,52	0,886	0,20	0,34	0,6	0,90	0,44
122	0,87	0,52	0,886	0,20	0,34	0,6	1,00	0,44

Fuente: elaboración propia

En la tabla 66 podemos ver como para la vivienda de referencia 122, todas las variables mantienen el valor salvo la variable a estudiar “Inmigración”. La última columna es la predicción del precio realizado por la red en base a la variación del valor de la variable presencia de inmigrantes en el barrio. Esto mismo se ejecuta para todas las viviendas y para cada una de las variables.

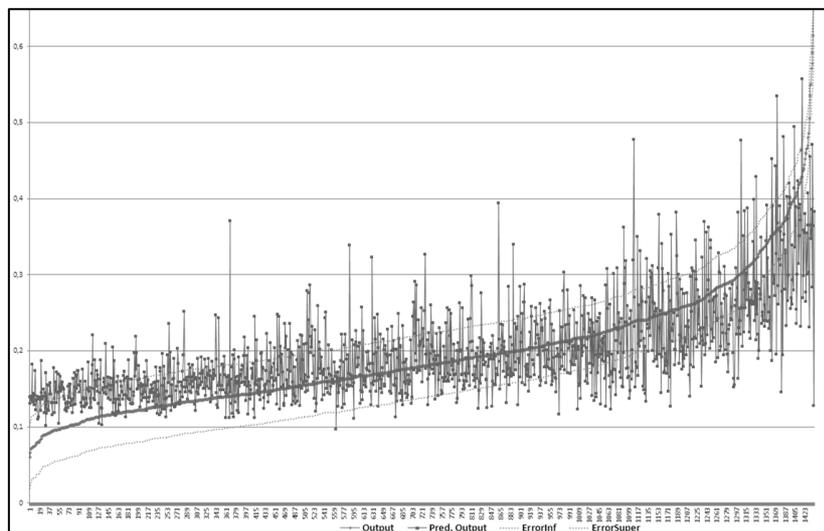
4.7. RESULTADOS

En la primera parte de este apartado se incluyen los resultados predictivos de cada una de las redes aplicadas. En la segunda parte se realiza un análisis de los resultados obtenidos en el estudio de cada variable relativa a la localización.

4.7.1. RESULTADOS DE PREDICCIÓN

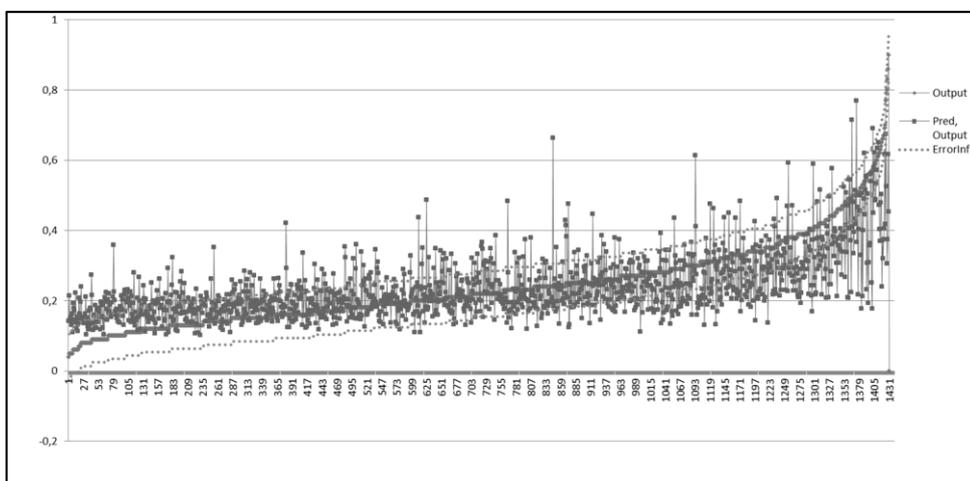
En las figuras que se incluyen a continuación aparecen los resultados predictivos para cada una de las redes lanzadas. Teniendo en cuenta que la línea azul es el precio real y la roja las predicciones.

Figura 91. Resultado de predicción de la 1ª red para 7 variables



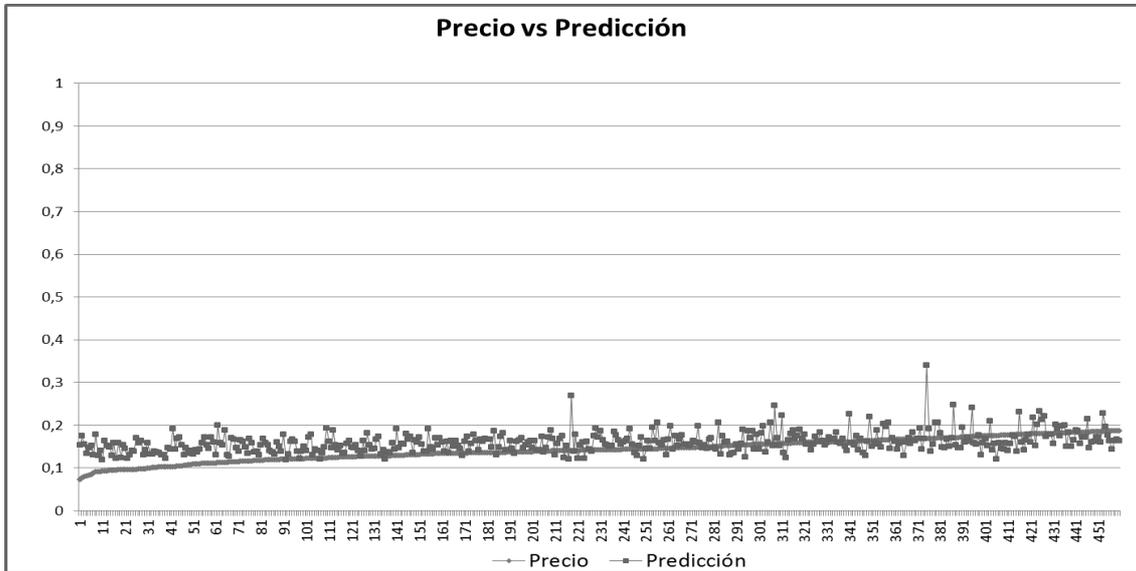
Fuente: elaboración propia

Figura 92. Resultado de predicción de la 2ª red para 8 variables



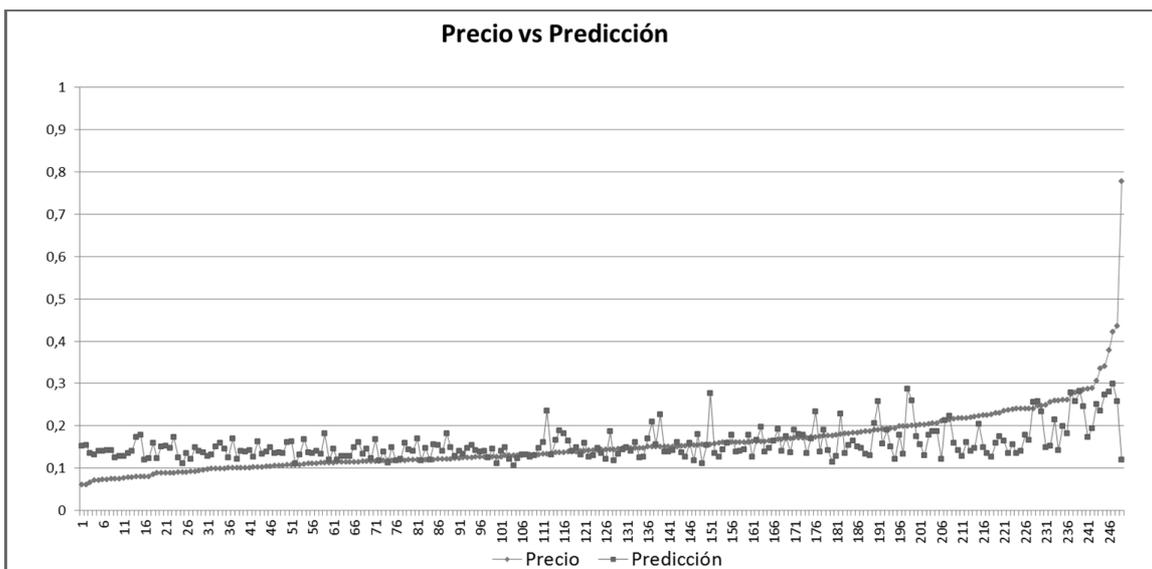
Fuente: elaboración propia

Figura 93. Resultado de predicción de la RNA de viviendas pequeñas con la segunda red.



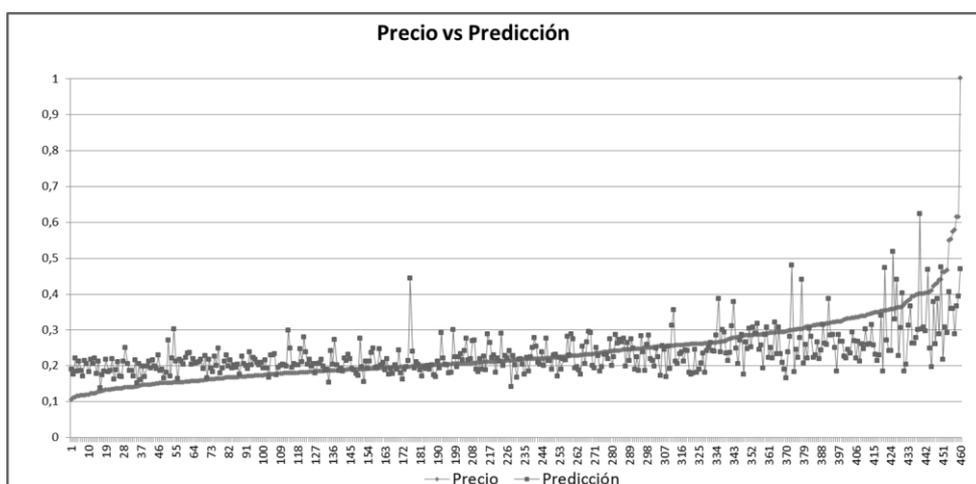
Fuente: elaboración propia

Figura 94. Resultado de predicción de la RNA de viviendas medianas con la red 2ª



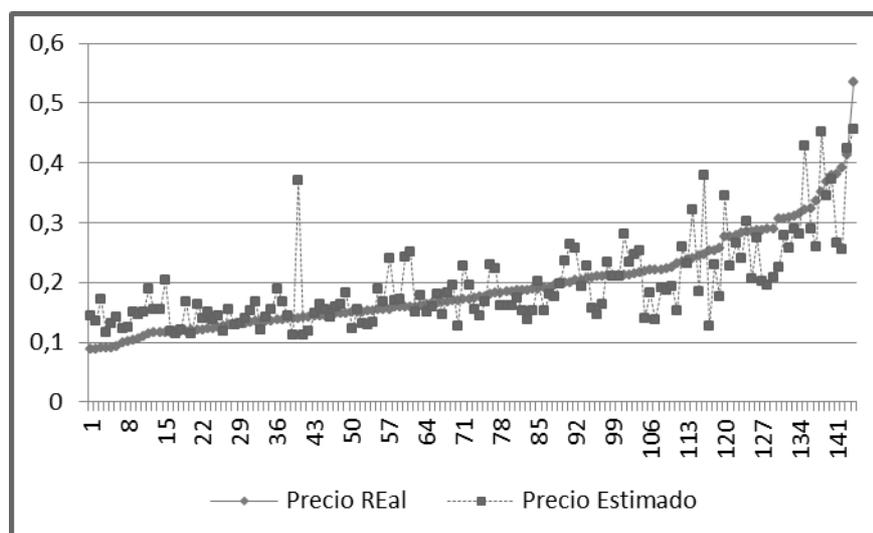
Fuente: elaboración propia

Figura 95. Resultado de predicción de la RNA de viviendas grandes con la red 2ª



Fuente: elaboración propia

Figura 96. Resultado de predicción de la RNA de 7 variables para viviendas medianas con la tercera red



Fuente: elaboración propia

4.7.2. RESULTADOS DE VARIABLES DE LOCALIZACIÓN

Mostraremos los resultados en gráficas realizadas a partir de las predicciones de precios que nos ha proporcionado la red para cada variación de valor de cada variable. El resultado corresponde a la predicción de precio de 9 viviendas de referencia elegidas al azar, escogiendo una vivienda de cada una de

las 9 tipologías distintas que van desde la vivienda A a la I, en base al tamaño y a las características de la vivienda. En las tablas 60 y 61 del apartado 4.3 de esta tesis, donde se explican los índices, aparece la correspondencia de la letra con el tipo de vivienda.

Analizamos cada aspecto de la localización realizando un gráfico a partir de las predicciones de precio que nos proporciona la red para cada pequeña modificación que realizamos de la variable a estudiar en condiciones de ceteris paribus. Esto quiere decir, que manteniendo los valores del resto de variables constantes, vamos modificando en una centésima el valor de la variable estudiada y la red nos predice un precio para cada valor. En la tabla 67, podemos ver un ejemplo de las predicciones de precio realizada por la primera red de cada tipo de vivienda escogida al cambiar el valor de la variable inmigración.

Tabla 67. Predicciones de precios para viviendas según el nivel de inmigración del barrio.

Presencia de inmigrantes normalizada	Pred. Precio A	Pred. Precio B	Pred. Precio C	Pred. Precio D	Pred. Precio E	Pred. Precio F	Pred. Precio G	Pred. Precio H	Pred. Precio I
0,1	0,52777	0,30676	0,26419	0,38882	0,34593	0,33906	0,24995	0,24403	0,21826
0,2	0,53758	0,32149	0,26522	0,38969	0,34643	0,34767	0,25275	0,24515	0,21917
0,3	0,54527	0,32673	0,2661	0,39351	0,34733	0,34943	0,25597	0,25883	0,22029
0,4	0,55049	0,33217	0,27073	0,39469	0,34831	0,35151	0,25971	0,259	0,23174
0,5	0,55299	0,33757	0,27103	0,39471	0,34915	0,35357	0,26411	0,26017	0,23359
0,6	0,55359	0,34277	0,27298	0,39559	0,35072	0,36174	0,2693	0,26046	0,23888
0,7	0,56911	0,3477	0,27457	0,3957	0,35139	0,36359	0,27547	0,2679	0,24158
0,8	0,57243	0,35235	0,27982	0,40558	0,35265	0,36411	0,28277	0,26954	0,24666
0,9	0,57342	0,35676	0,28079	0,41576	0,35309	0,36429	0,29134	0,27136	0,24707
1,0	0,59011	0,35898	0,28155	0,41667	0,35863	0,37114	0,30117	0,27236	0,24977

Fuente: elaboración propia

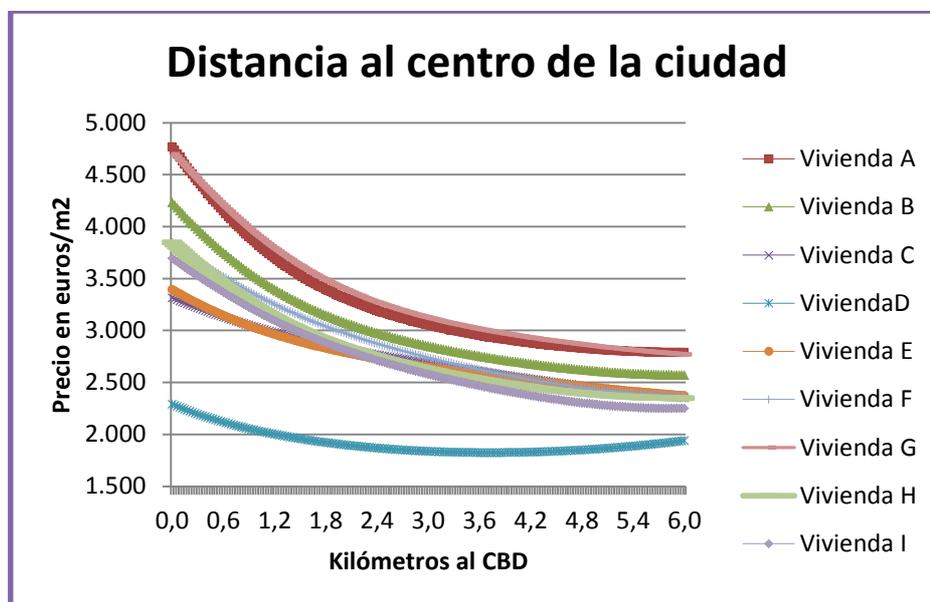
En este ejemplo podemos apreciar como la predicción de precios de la primera red para esta variable va en aumento en todos los tipos de viviendas, conforme elevamos el nivel de inmigración, desde 0,1 a 1. Estos resultados los representamos en gráficas, pues puede observarse de forma más visual, y analizamos la evolución de cada variable para cada tipología de vivienda. A continuación, representando gráficamente los resultados para cada variable relativa a aspectos de la localización, analizaremos el impacto que tiene sobre el precio cada una de ellas.

Distancia al centro

Esta variable está medida en metros desde la ubicación de la vivienda hasta el punto de mayor accesibilidad del centro de la ciudad, que para nuestro caso

hemos tomado la boca de metro de la Estación del Norte de la calle Xátiva. En el cálculo de la gráfica, la distancia se ha pasado a km para que las líneas y los datos puedan verse con más claridad.

Figura 97. Resultados de la distancia al centro de la ciudad



Fuente: elaboración propia

Si miramos el gráfico 97, que muestra los resultados de predicción de la primera red para esta variable, podemos ver cómo a medida que va aumentando la distancia al centro de la ciudad, el precio de la vivienda disminuye en todas las tipologías. Es decir, se valora la accesibilidad, solo estaremos dispuestos a localizarnos en espacios con menor accesibilidad, si el precio por metro cuadrado es menor. Estos resultados son coincidentes con los planteamientos de los modelos herederos de Von Thünen como son los trabajos de Alonso (1961), Mills (1967) y Muth (1969), entre otros, en los que se considera que la accesibilidad es un elemento que aporta valor al suelo y, por ende, al inmueble en él localizado. La literatura ha prestado atención a esta cuestión y así vemos trabajos que también concluyen en la relación inversa entre el precio por metro cuadrado y la distancia al centro, como los de Wingo (1972) y Godstein y Moses (1973), entre otros.

En la relación de la distancia al centro y el precio de la vivienda se cumple la hipótesis planteada. La gráfica corresponde a los resultados de predicciones de precios de la primera red. Las otras redes proporcionan unos resultados similares a la primera.

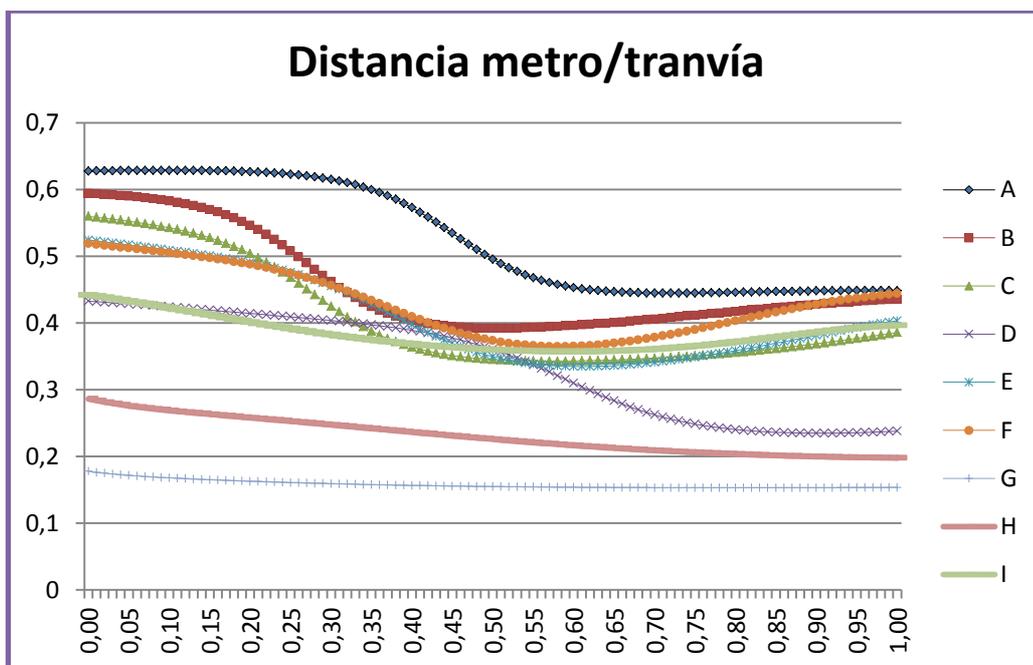
Distancia al metro/tranvía

Recordamos que esta variable representa la distancia a la que se encuentra la vivienda a la parada más cercana de metro y/o tranvía.

Los resultados no desmienten la hipótesis de partida en la que señalábamos una relación directa entre la cercanía a una parada de metro o tranvía y el precio de la vivienda. Podemos ver, en la figura 98, como la tercera red predice un precio mayor, en especial para las viviendas de mejor calidad (A, B y C), cuando se encuentra cercana a la parada de metro y como a partir de una determinada distancia, el precio que determina la red decae. Las viviendas de peor calidad van disminuyendo el precio paulatinamente según se aleja de la parada del metro o tranvía. A partir de una determinada distancia no existe influencia en el precio

En las otras dos redes (primera de 7 variables y segunda de 8 variables), los resultados no se ven con claridad e incluso en la primera red, algunas viviendas reflejan mayor valor según aumenta la distancia. Al haber subsanado errores de medición y de datos en esta última red optamos por mostrar los resultados de predicción de esta tercera red.

Figura 98. Resultados de la predicción 3ª red de la variable distancia a paradas metro/tranvía para viviendas medianas

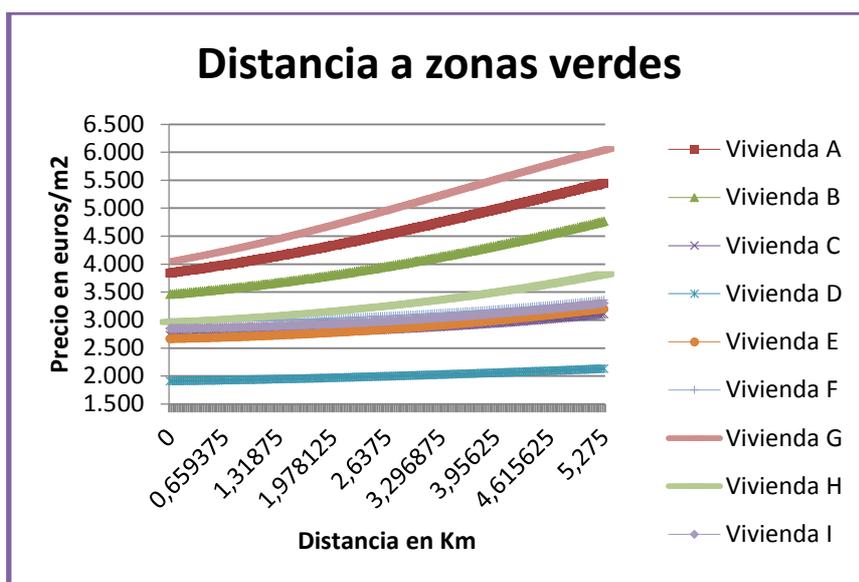


Fuente: elaboración propia

Distancia a zonas verdes

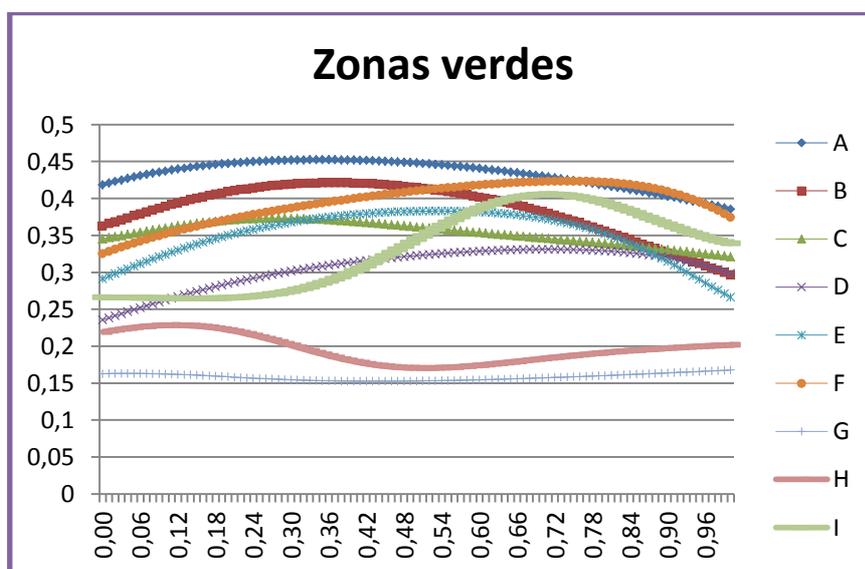
Esta variable, que nos mide la cercanía a los jardines del Turia en el antiguo cauce del rio, a grandes parques de más de 20.000 m² y a pequeños parques del barrio, nos arroja unos resultados de predicción en a primera red que contradicen la hipótesis planteada.

Figura 99. Resultados de la predicción de la zonas verdes 1ª red.



Fuente: elaboración propia

Figura 100. Resultados de la predicción de la variable “zonas verdes” teniendo en cuenta la calidad de la zona verde



Fuente: elaboración propia

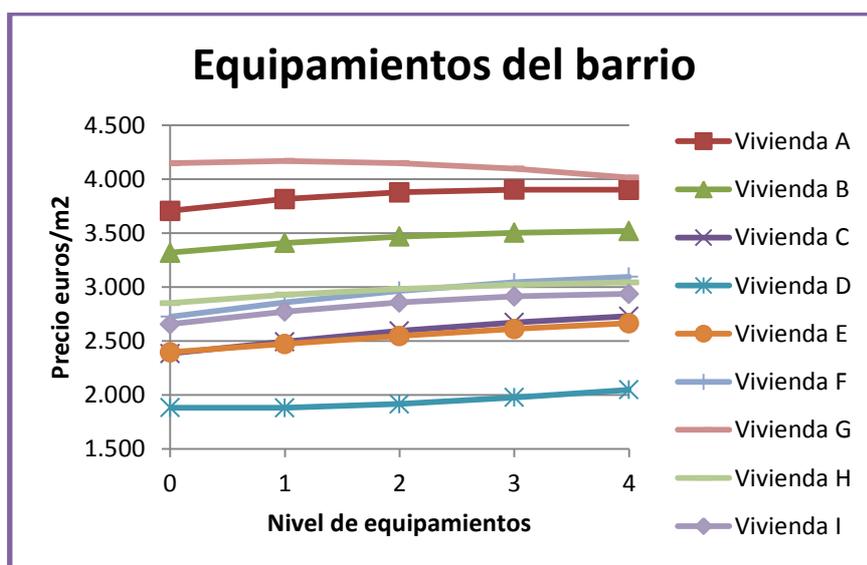
En la figura 99 se puede ver los resultados de la primera red en la que tan solo se midió la distancia a parques más cercanos, mientras que la figura 100 recoge las predicciones de la tercera red que incluye también la calidad de la zona verde. Como podemos observar en la primera gráfica parece aumentar el precio de las viviendas a medida que nos alejamos de la zona verde, lo que supone un resultado contra-intuitivo.

En el resultado de la última red, donde sí tuvimos en cuenta la cercanía a distintos parques y jardines, en base a la calidad de la zona verde, el resultado no es tampoco el esperado, aunque no es contrario al planteado en la hipótesis, como ocurría en la primera red. Vemos como la cercanía a zonas verdes en la ciudad de Valencia no tiene una influencia directa ni concluyente en el precio de la vivienda

Es difícil medir esta variable en una ciudad atravesada toda ella por un cauce convertido en jardín y con una superficie de 4,6 millones de metros cuadrados de zona verde urbana³². En futuras investigaciones nos plantearemos otra medición o incluso si incluirla como variable determinante del precio en la ciudad de Valencia.

Equipamientos del barrio

Figura 101. Resultados de predicción red 1ª de Equipamientos del barrio

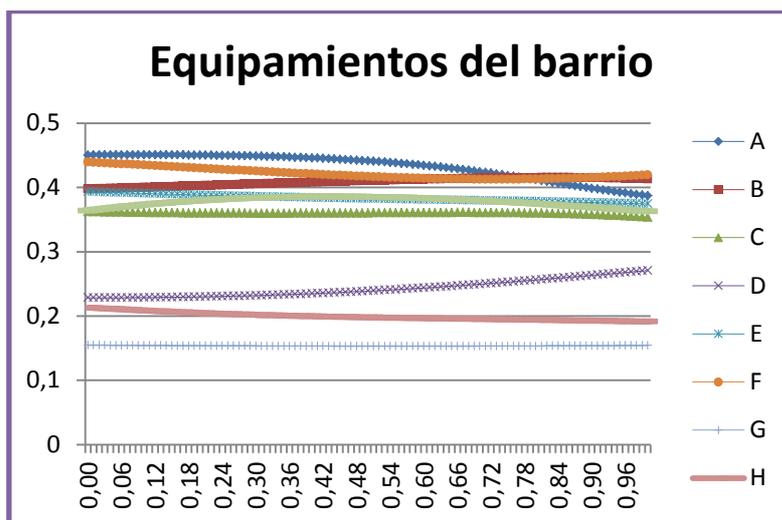


Fuente: elaboración propia

³² Ver estudio realizado de zonas verdes en Valencia en: <http://www.lasprovincias.es/20101008/mas-actualidad/medio-ambiente/valencia-ciudades-verdes-espana-201010081159.htm>

Aunque de forma muy suave, en la predicción de precios de la primera red, se puede apreciar, en la figura 102, como para la mayoría de las tipologías, el precio aumenta ligeramente conforme aumentan los equipamientos del barrio. Ocurre en todos los tipos de vivienda menos en la tipología G que representa una vivienda de más de 150 m² de calidad baja.

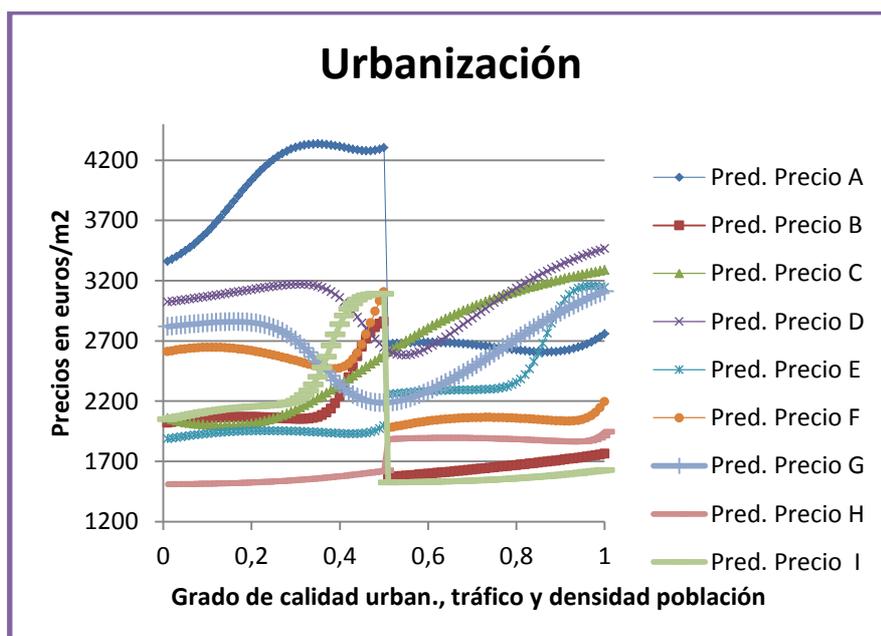
Figura 102. Resultados de la predicción de la 3ª red de la variable Equipamientos del barrio



Fuente: elaboración propia

Calidad de la urbanización

Figura 103. Resultados de predicción de la variable calidad de la urbanización



Fuente: elaboración propia

En la última red (figura 103), el precio solo sube cuando aumentan los equipamientos del barrio para las viviendas B y D, que corresponde a las viviendas medianas de alta calidad y a las pequeñas de calidad media, respectivamente. En el resto de tipologías no afectan los equipamientos en la predicción de los precios o no demuestran una conexión directa.

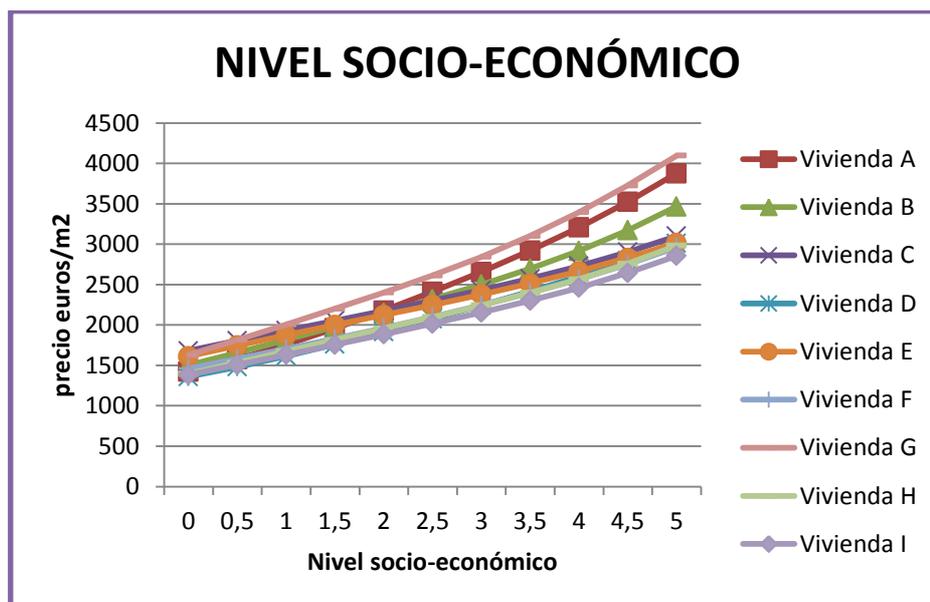
Como podemos ver los resultados de esta variable no son concluyentes, los precios bajan bruscamente para calidades de urbanización intermedios. Esta variable, tan solo se estudia en la segunda red de 8 variables de entrada. En futuras redes plantearemos nuevas mediciones de la variable.

Nivel socio-económico

Como se puede observar en la figura 103, esta variable tiene una relación directa con el precio de la vivienda, de tal forma que a mayor nivel socio-económico del barrio, mayor es el precio de la vivienda. Además la pendiente es muy parecida en todas las tipologías, lo que implica que esta variable incide por igual a las viviendas sea cual sea su tamaño y sus características internas.

Este resultado aparece en las tres redes lanzadas y reafirma la hipótesis de partida. Por otro lado, es coincidente con el resultado de la mayoría de los estudios que relacionan esta variable con el precio de la vivienda

Figura 104. Resultados de predicción de la variable nivel socio-económico

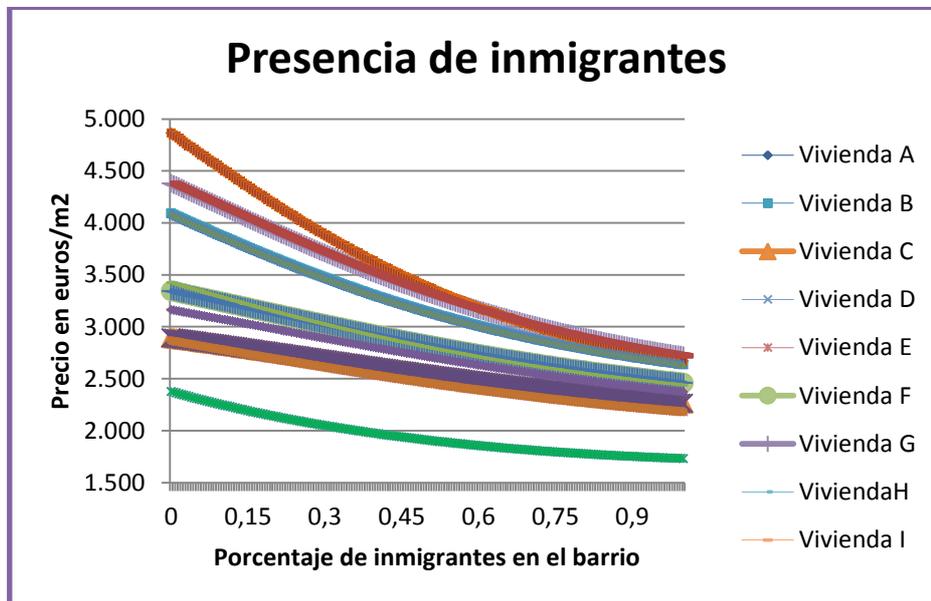


Fuente: elaboración propia

Inmigrantes

En base a los resultados, el porcentaje de inmigrantes que reside en cada barrio tiene una relación inversa al precio. Esto significa que cuantos más inmigrantes residan en un barrio menor es el precio de la vivienda en él. Esto ocurre para todos los tipos de viviendas. Este resultado cumple la hipótesis de partida, y al igual que pasaba con el nivel socio-económico, es coincidente con resultados de otras investigaciones realizadas.

Figura 105. Resultados de predicción de la variable inmigrantes



Fuente: elaboración propia

5. CONCLUSIONES

En el desarrollo de esta tesis y con la metodología utilizada hemos logrado alcanzar los objetivos que nos habíamos propuesto y hemos constatado seis de las ocho hipótesis planteadas al inicio de la investigación. Además, podemos sacar, a partir de los resultados, las siguientes conclusiones:

- Las redes neuronales son una buena herramienta para la predicción del precio de la vivienda y para el estudio de los atributos que inciden en su valor. A pesar de haber contado con una muestra de 1.440 viviendas aproximadamente, un número relativamente bajo teniendo en cuenta que las RNA trabajan mejor con un número elevado de datos.
- De los análisis realizados se concluye que existe una relación inversa entre el precio de la vivienda y la distancia al centro, esto es, cuanto más alejada se encuentre la vivienda del centro, entendido como el lugar de mayor accesibilidad, menor será su precio. Se cumple para las nueve tipologías de viviendas analizadas, si bien, la disminución del precio al alejarnos del centro pierde intensidad a partir de los 1.500 metros de distancia. Esto ocurre para todas las redes lanzadas, por lo que corrobora la hipótesis planteada y es coincidente con gran parte de la literatura al respecto
- La variable distancia al metro/tranvía, tiene influencia en el precio de la vivienda, aunque no se puede afirmar de forma concluyente en todas las tipologías ni en todas las distancias. Pensamos que, al margen de las externalidades negativas por ruido, vibraciones o congestión de tráfico peatonal, que hemos analizado en la literatura, puede repercutir el hecho de que el metro y el tranvía no dan acceso a toda la ciudad de Valencia. Así, su valoración no es tan marcado como en Madrid o Minneapolis, ciudades en las que si se ha podido apreciar de manera más rotunda, según diversos estudios, la relación directa entre cercanía a paradas de metro y el aumento en el precio de la vivienda.
- La relación entre el precio de la vivienda y la distancia a parques, cuando no tenemos en cuenta la calidad de la zona verde, es decir, cuando tan solo medimos la distancia al parque más cercano, sea del tipo que sea,

(redes primera y segunda), el resultado de predicción de precios es contra-intuitivo, a mayor distancia a la zona verde, mayor precio de la vivienda. Sin embargo, al incorporar las zonas verdes que aportan valor en la ciudad de Valencia, como el cauce del río y los grandes parques de extensión mayor de 20.000 m², mejora algo el resultado de la predicción, sin poder concluir su influencia en el precio. Como ya hemos comentado, resulta complicado analizar esta variable en una ciudad que es atravesada por un cauce de río convertido en jardín y que posee una superficie de 4,6 millones de metros cuadrados de zona verde urbana.

- El resultado de la variable calidad de la urbanización no es concluyente, pues no se puede ver relación alguna entre la calidad de la urbanización del barrio donde se encuentra ubicada la vivienda y el precio que predice la red. No podemos, por tanto, confirmar la hipótesis planteada para ella.
- El nivel socio-económico del barrio influye en el precio de la vivienda para todas las tipologías. Se produce una relación directa entre el precio y el nivel socio-económico. A mayor nivel, mayor precio. Por lo que se cumple la hipótesis planteada y corrobora los numerosos trabajos que estudian esta variable, como el de Bóleat (1973) y su estatus social entre otros.
- La tasa de inmigración existente en un barrio tiene una incidencia inversa. A mayor porcentaje de inmigrantes en el barrio, menor es el precio de oferta de una vivienda. Esta relación es más intensa en las viviendas de más calidad. Se constata, por tanto, la hipótesis planteada, y se corroboran estudios realizados sobre la raza y el precio de la vivienda como los de Kain & Quigley (1975), Bailly (1978) o Derycke (1983).
- Los equipamientos del barrio no inciden igual para todos los tamaños y calidades de vivienda. Sin embargo, en base a los resultados obtenidos, no se puede desestimar la relación entre el nivel de equipamientos del barrio y el precio de la vivienda, pues se puede ver esta relación en algunas tipologías de viviendas.

5.1 APORTACIONES

De acuerdo con los objetivos planteados, la metodología utilizada y los resultados de esta investigación, la aportación más importante es el hecho de analizar con los mismos datos, la incidencia de distintos aspectos relacionados con la localización. Normalmente las investigaciones relacionan el precio de la vivienda con una sola característica, como el status social (Boléat, 1973), la raza (Richardson, 1973; Kain y Quiley, 1975; Bailly, 1978 y Derycke, 1983) o los servicios públicos del barrio (Ball, 1973; Shafer et al, 1975 y Caballer, 2002) por citar a algunos. En esta investigación se estudia la incidencia de la accesibilidad de la vivienda (distancia al metro, distancia al centro de la ciudad), la relación del precio con las características del entorno (equipamientos del barrio, zonas verdes, calidad urbanística) y las externalidades sociales (inmigración) y económicas (nivel socio-económico) con el precio de la vivienda., llegando a constatar dicha influencia en cinco de los aspectos estudiados.

Con este estudio se ha ratificado la validez de la inteligencia artificial para la predicción de los precios de la vivienda. En concreto, se ha constatado que las redes neuronales artificiales son una herramienta útil para la predicción y el análisis de los precios de inmuebles.

Hemos aportado, además, en esta investigación, una serie de índices válidos para medir distintos aspectos de localización y características internas de la vivienda. Así se han clasificado distintas tipologías de viviendas en función de su tamaño y del índice de calidad interna estimado a partir de un conjunto de atributos que aportan o restan calidad a la propiedad. También se ha establecido un índice de equipamientos sanitarios en base a los médicos por habitante y el número de visitas por médico. Otros índices creados han sido el de calidad de la urbanización y el índice de zonas verdes.

Por otro lado se ha geo-posicionado con un Sistema de Información Geográfica (SIG), en distintos momentos del tiempo, los precios y la población en la ciudad de Valencia, visualizando de mapas de curvas de nivel la evolución de ambas variables.

Por último se han llegado gracias a este estudio a conclusiones interesantes sobre el impacto de los aspectos relacionados con la localización en el precio de la vivienda concluyendo que la distancia al centro, la accesibilidad por metro o tranvía, los equipamientos, el nivel socio-económico y el porcentaje de inmigración del barrio donde se ubica la vivienda repercuten en el precio de la misma.

5.2 . LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Una de las limitaciones que se ha tenido en esta investigación ha sido el reducido número de datos con los que contamos para trabajar con redes neuronales artificiales. Estos modelos trabajan mejor cuanto mayor es el número de datos que manejan. Hemos intentado suplir esta limitación utilizando la validación cruzada.

La mayor de las limitaciones ha sido el hecho de no poder disponer de datos reales de transacción y tener que utilizar los precios de oferta. Esta circunstancia se ha agravado por la coyuntura social y económica en el momento de la recogida de datos, pues los precios se iban ajustando de forma arbitraria y ello ha podido contribuir al elevado error que nos proporciona la red en la predicción de precios.

Por último, el propio objetivo de esta investigación nos ha impedido lanzar una red con 4 o 5 variables como ocurre en la mayoría de los trabajos publicados. Al aumentar el número de variables a estudiar, se requiere de más información para que el modelo pueda correlacionar adecuadamente los valores de las variables de entrada con la salida. Al querer estudiar el impacto de los aspectos relativos a la localización no podíamos renunciar a ninguna de las variables de entrada pues eran objeto de estudio.

En futuros trabajos, aplicaremos las técnicas de Soft Computing combinando un Algoritmo Genético con la Red Neuronal Artificial. Con el Algoritmo Genético detectaremos las variables que más repercuten en el precio y así podremos reducir variables para trabajar con aquellas que empíricamente resulten más relevantes.

Incorporaremos al estudio otras variables medibles que puedan influir en el valor de la vivienda.

Por el lado del geo posicionamiento de precios, realizaremos un estudio más profundo centrándonos en la evolución de precios barrio a barrio de la ciudad.

5.3 PUBLICACIONES

Las publicaciones resultantes del trabajo de investigación realizado en el transcurso de elaboración de esta tesis comprende un artículo en revista y comunicaciones en congresos internacionales y nacionales que se detallan a continuación por orden de año de publicación:

- ❖ Los primeros resultados obtenidos en la primera red se presentaron en un artículo en el 51st European Regional Science Association Conference (ERSA 2011) de Barcelona. El título del trabajo es “The impact of location on housing prices: applying the Artificial Neural Network Model as an analytical tool”.

- ❖ Más avanzada la investigación y pulidos algunos errores, enviamos un artículo a la revista CT Catastro. Fue aceptado y publicado en el N° 74 abril de 2012 con el título “Incidencia de la localización en el precio de la vivienda a través de un modelo de red neuronal artificial. Una aplicación a la ciudad de Valencia”

- ❖ En 2015 el trabajo realizado en la evolución de precios de la ciudad de Valencia y su geo-posicionamiento, se presentó en el II Congreso de Historia de la ciudad en Valencia. El título de la comunicación presentada es “El ajuste de los precios de la vivienda tras el boom inmobiliario de la ciudad de Valencia: un estudio por barrios”. Esta comunicación será publicada en la obra resultante del congreso.

- ❖ Han sido presentados y aceptados dos póster, uno sobre los últimos resultados de la investigación y otro sobre la evolución de precios en el congreso EXCO2016 que se realizará en febrero de 2016

- ❖ Al término de la publicación

6. REFERENCIAS

- Adair, A., McGreal, S., Smyth, J., Cooper, J., & Ryley, T. (2000). House Prices and Accessibility: The Testing of Relationships within the Belfast Urban Area. *Housing Studies vol.15*, 699-716.
- Al-Mosaind, M., Dueker, K., & Strathman, J. (1993). Light-Rail Transit stations and property values: a hedonic price approach. *Transprotation Research Board of the National Academy n°1400*, 90-94.
- Alonso, W. (1964). *Location and Land Use*. Cambridge: Harvard University Press.
- Anas, A. (1983). Residential localization markets and urban transportation economic theory, econometrics, and policy analysis with discrete choice models. *Academic Press NewYork*.
- Anderson, J. (1777). *Observations on the Means of exciting a spirit of Nationa Insustry*. Edinburgh: T. Cadell and C Elliot.
- Anderson, J. (1977). Neural Model with cognitive implicaions. En J. S. D. LaBerge and S, *Basic Processes in Reading: Perception and Comprehesion*. Hillsdale, New Jersey: Erlbaum Associates.
- Añón, J. (2010). Planificación urbana y crecimiento de la ciudad. En e. Josep Sorrives, *En Valencia , 1957-2004. De la riada a la Copa América* (págs. 37-60). Valencia: Universitat de València, PUUV.
- Aragón Torre, A., & García Güemes, A. (1996). Prediction of the IBEX-35 index using neural network methodology. *International Conference on Intelligent Technologies Proceedings Vol.I*, (págs. 444-449).
- AV. (1985). *La Ciudad que queremos. Avance del Plan General de Ordenación Urbana / Valencia 1985*. Valencia: Ajuntament de València.
- AV. (1987). *La Valencia de los 90. Una ciudad con futuro*. Valencia: Ajuntament de València.
- AV. (2008). *La Ciudad que queremos. Avance del Plan General de Ordenación Urbana / Valencia 1985*. Valencia: Ajuntament de València .
- Bäck, T., Hoffmeister, F., & Schwefel, H. (1991). Extended selection mechanisms in genetic algorithms. *Proc. of the Fourth Int. Conf. on Genetic Algorithms* (págs. 92-99). San Mateo: Morgan Kaufmann.
- Bailey, M. (1959). A note on the economics of residential zoning and urban renewal. *Land Economics*, 35, 288-292.
- Bailly, A. (1978). *La organización urbana. Teoría y modelos*. Madrid: Ed. Instituto deEstudios de Administración Local. Col. Nuevo Urbanismo, n° 28.

- Baker, J. (1987). Reducing bias and inefficiency in the selection algorithm. *Proceedings of the Second International Conference on Genetic Algorithms and Their Application* (págs. 14-21). Hillsdale, NJ. USA: Erlbaum Associates Inc.
- Baldwin, D., & Almeida, T. (2007). "Impact of Proximity to Light Rail Rapid Transit on Station-area Property Values in Buffalo, New York. *Urban Studies*, 44, 1041-1068.
- Bao, H., & Wan, A. (2004). On the Use of Spline Smoothing in Estimating Hedonic Housing Prices Models: Empirical Evidence Using Hong Kong. *Real State Economics*, 32, 487-507.
- Bartik, T. (1987). Measuring the Benefits of Amenity Improvements in Hedonic Price Models. *Land Economics*, 2, 172-183.
- Barto, A., Sutton, R., & Anderson, C. (1983). Neuronlike Adaptive Elements That Can Solve Difficult Learning Control Problems. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 13 (5), 834-846.
- Bengochea, A. (2003). A hedonic valuation of urban green areas. *Landscap and Urban Planning*, 66, 35-41.
- Bilbao Terol, C. (2000). Relación entre el precio de venta de una vivienda y su características: un análisis empírico para Asturias. *Revista Asturiana de Economía*, 18, 141-150.
- Bishop, C. (1996). *Neural Networks for Pattern Recognit.* Oxford: Oxford Clarendon Press.
- Blickle, T., & Thiele, L. (1995). *A comparison of selection schemes used in genetic algorithms.* Zurich: Computer Engineering and Comunication Network Lab.
- Block, H. (1962). The Perceptron: A Model for Brain Functioning.I. *Reviews of Modern Physics*, 34 , 123-132.
- Boira, J. (2012). Dinámica inmobiliaria, suelo y población en la ciudad de valencia, 1960-2009. *Scripta nova, revista electrónica de geografía y ciencias sociales.*
- Bóleat, M. (1973). Housing prices and the Housing Market. *Housing Review*, 15-36.
- Bóleat, M. (1973). Housing prices and the Housing Market. *Housing Review*, 15-36.
- Bollinger, R., & Ihlanfeldt. (1997). The Impact of Rapid Rail Transit on Economic Development: The Case of Atlanta's MARTA. *Journal of Urban Economics*, 42, 179-204.

- Bond, M., Seiler, V., & Seiler, M. (2002). Residential real estate prices: a room with a view. *Real Estate Research*, 23, 129-137.
- Borisov, E., Zhamin, V., & Makarova, M. (1965). *Diccionario de Economía Política*. Libros1960.
- Bover, O. (1993). Un modelo empírico de la evolución de los precios de la vivienda en España (1976-1991). *Investigaciones Económicas Col XVIIInº1*, 65-86.
- Bover, O., & Izquierdo, M. (2001). *Ajustes de calidad en los precios: métodos hedónicos y consecuencias para la contabilidad nacional*. Madrid: Banco de España- Servicio de estudios. Estudios económicos, nº 70.
- Bover, O., & Velilla, P. (2001). *Precios hedónicos de la vivienda sin características: el caso de las promociones de viviendas nuevas*. Madrid: Estudios Económicos, 73. Banco de España.
- Boxall, P., Chanb, W., & McMillan, M. (2005). The impact of oil and natural gas facilities on rural residential property values: a spatial hedonic analysis. *Resource and Energy Economics vol. 27-3*, 248-269.
- Boyle, M., & Kiel, K. (2001). A Survey of House Price Hedonic Studies of the Impact of Environmental Externalities. *Journal of Real Estate Literature vol.9*.
- Brañas Garza, P. (1996). *Modelos econométricos de análisis del mercado de la vivienda urbana. Tesis doctoral*. Córdoba: Universidad de Córdoba.
- Brañas-Garza, P., & Rodero, J. (2004). Neighbourhood attributes and housing prices: An empirical investigation. *IESA Working papers series*, 14-34.
- Brasington, D., & Hite, D. (2005). Demand for environmental quality: a spatial hedonic analysis. *Regional Science Urban Economics*, 35, 57-82.
- Brindle, A. (1981). *Genetic algorithms for function optimization*. Edmonton, Alberta Canada: Tesis Department of Computer Science.
- Brueckner, J., & Colwell, P. (1983). A spatial model of housing attributes: theory and evidence. *Land Economics*, 59-1, 58-69.
- Burgess, E. (1925, 1967, 1984 y 1992). The Growth of the city: an introduction to a research project. En R. Park, E. Burgess, & R. McKenzie, *The City* (pág. 163). Chicago and London: The University of Chicago Press.
- Burriel de Orueta, E. (2009). *Planificación urbanística y ciudad*. Valencia: Universidad de Valencia.
- Caballer Mellado, V. e. (2002). *El mercado inmobiliario urbano en España*. Madrid: Pirámide.

- Cachanosky, J. C. (1994). Historia de las teorías del valor y del precio. *Revista Libertas*, 20, 100.
- Camagni, R. (2005). *Economía urbana*. Barcelona: Antoni Bosch, editor SA.
- Cambridge Systematics Inc. (1998). *TCRP Report 35: Economic Impact Analysis of Transit Investment: Guidebook for Practitioners*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Can, A. (1992). Specification and Estimation of hedonic housing price models. *Regional Science and Urban Economics*, 453-478.
- Can, A., & Megbolugbe, I. (1997). Spatial dependence and house price index construction. *Real Estate Finance Economic*, 14, 203-222.
- Cantillon, R. (1755). *Essai sur la Nature du Commerce en Général*.
- Capel, H. (1969). El modelo de la base económica urbana. *Revista de Geografía*, vol. III, 8-38.
- Caridad, J., & Ceular, N. (1999). Hedonic modelling and alternative neural networks techniques in the real state market. *Academy of Sciences. Rusia (Moscow). International 30th Anniversary Session of Scientific*.
- Caridad Ocerín, J., & Ceular, N. (2001). Un análisis del mercado de la vivienda a través de Sistemas de Redes Neuronales. *Revista de Estudios de Economía Aplicada*, 18, 67-81.
- Caridad, J., & Brañas, P. (1996). Demanda de características de la vivienda en Córdoba: un modelode precios hedónico. *Revista de Estudios Regionales*, 46, 139-153.
- Caridad, J., Núñez, J., & Ceular, N. (2008). Metodología de precios hedónicos vs. Redes Neuronales Artificiales como alternativas a la valoración de inmuebles. Un caso real. *CT Catastro nº 62*, 27-42.
- Caselles Moncho, A., & Romero Sánchez, P. (2003). Modelo de dinámica de sistemas para el control de los precios de la vivienda. *Revista internacional de sistemas*, 13, 102-111.
- Celular, N., & Caridad, J. (2001). Un análisis del mercado de la vivienda a través de redes neuronales artificiales. *Estudios de Economía Aplicada Vol. 18-2*, 44-66.
- Cervero, R. (1994). Rail Transit and Joint Development: Land Impacts in Washington, D.C. and Atlanta. *APA Journal*, 83-93.
- Cervero, R., & Duncan. (2002). Land Value Impacts of Rail Transit Services in Los Angeles Country. *National Association of Realtors Urban Land Institute*.

- Cervero, R., & Duncan, M. (2004). Neighbourhood Composition and Residential Land Prices: Does Exclusion Raise or Lower Values? *Urban Studies*, 41-2, 299-315.
- Chakraborty, M., & Chakraborty, U. (1997). An analysis of linear ranking and binary tournament selection in genetic algorithms. *Proceedings of the International Conference on Information, Communications and Signal Processing ICICS* (págs. 407-411). Singapore: IEEE.
- Chattopadhyay, S. (1999). Estimating the demand for air quality: new evidence based on the Chicago housing market. *Land Economics*, vol. 75, 22-38.
- Chen, H., Rufolo, A., & Dueker, K. (1998). Measuring the Impact of Light Rail Systems on Single Family Home Values: A Hedonic Approach with GIS Application. *Transportation Research Record*, 1617, 38-43.
- Cheshire, P., & Sheppard, S. (1995). 'On the Price of Land and the Value of Amenities. *Economica*, 62, 247-267.
- Chica Olmo, J. (1994). *Teoría de las variables regionalizadas: aplicación al precio de la vivienda en la ciudad de Granada*. Granada: Universidad de Granada.
- Clapp, J., & Giacotto, C. (1998). Residential hedonic models: a rational expectations approach to age effects. *Journal of Urban Economics*, 44, 415-437.
- Cohen, J., & Coughlin, C. (2009). Changing Noise Levels and Housing Prices Near the Atlanta Airport. *Growth and Change*, 40-2, 287-313.
- Coleman, K., Graettinger, T., & Lawrence, W. (1993). Neural networks for bankruptcy prediction: The power to solve financial problems. *AI Review*.
- Cooke, T., & Hamilton, B. (1984). Evolution of urban housing stocks: a model applies to Baltimore and Houston. *Journal of Urban Economics*, 13, 317-338.
- Coremberg, A. (2000). El precio de la vivienda en Argentina: un análisis econométrico de sus determinantes fundamentales. *Papeles de Población*, 23, 93-125.
- Cortez Vasquez, A., Pro, L., Rojas Lazo, O., & Calmet Agnelli, R. (2013). Categorización de Textos mediante Máquinas de Soporte Vectorial. *Revista de Investigación de Sistemas e Informática(RISI)*, 1, 33-44.
- Cowell, P., & Dillmore, G. (1999). Who was first? An examination of an early hedonic study. *Land Economics*, 75, 620-626.
- Cruz Torres, I. (2009). *Pronósticos en el mercado de derivados utilizando redes neuronales y modelos ARIMA: una aplicación eal Cete de 91 días en el MexDer*. México: Tesis doctoral Universidad Nacional Autónoma de México.

- Damm, D., Steven, R., Lerner-Lam, E., & Young, J. (1980). Response of Urban Real Estate Values in Anticipation of the Washington Metro. *Journal of Transport Economics and Policy* vol. 14, 315-336.
- Dauksis, S. y Taberner, F. Cord. (2000). *Historia de la Ciudad. Recorrido histórico por la arquitectura y el urbanismo de la ciudad de Valencia*. Valencia: COACV La imprenta, Comunicación Gráfica, SL.
- Davis, L. (1991). *Handbook of Genetic Algorithms*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- De Roover, R. (1958). The concept of de Just Price: Theory and Economic Policy. *Journal of Economic History*, 18, 418-434.
- De Vor, F., & Groot, H. (2011). The Impact of Industrial Sites on Residential Property Values: A Hedonic Pricing Analysis from the Netherlands. *Regional Studies* 45-5, 609-623.
- Derycke, P. (1983). *Economía y planificación urbana*. Madrid: Instituto de Estudios de Administración local.
- Des Rosiers. (2002). Powerlines, visual encumbrance and house values: a microspatial approach to impact measurement. *The journal of real estate research*, 275-302.
- Des Rosiers, F. (2002). Landscaping and house values: An empirical investigation. *The Journal of Real Estate Research*, 23, 139-162.
- Dewees, D. (1976). The effect of a subway on residential property values in Toronto. *Journal of Urban Economics*, 3, 357-369.
- Díaz Diez, B., & Morillas Raya, A. (2004). Minería de datos y lógica difusa. Una aplicación al estudio de la rentabilidad económica de las empresas agroalimentarias en Andalucía. *Estadística Española*, 46, 409-430.
- Díaz, M., Costa, E., & Llorente, M. (1998). La demanda de vivienda en España. Una aproximación empírica. *Dirección y Organización* nº 19, 36-42.
- Dubin, R., & Goodman, A. (1982). Valuation of Education and Crime Neighborhood Characteristics Through Hedonic Housing Prices. *Population and Environment*, 5, 166-181.
- Duda, R., & Hart, P. (1973). *Pattern Classification and Scene Analysis*. John Wiley & Sons.
- Duncan, D., & Schnore, L. (1958). Cultural, behavioral and ecological perspectives in study of social organization. *American Journal of sociology*, 65, 132-146.
- Dunphy, R. (1982). *Trends before Metrorail: a Metrorail before-and-after study report*. Washington, DC.: Metropolitan Washington Council of Government.

- Eberly, J. (1994). Adjustment of consumers durables stocks: Evidence from automobile purchases . *Journal of Political Economy* vol. 102-3, 403-435.
- Emmanuel, A. (1969). *El intercambio desigual*. Madrid: Siglo XXI editores.
- Emrath, P. (2002). Explaining house prices. *Housing Economics*, Vol. 50, 9-13.
- Eshelman, L., & Schaffer, J. (1993). Real-coded genetic algorithms and interval-schemata. En L. Whitley, *Foundations of Genetic Algorithms 2* (págs. 187-202). San Mateo, CA: Morgan Kaufmann Publishers.
- Farina, J. (2006). El concepto de Renta: un análisis de su versión clásica y marxista. ¿Son aplicables a la Argentina actual? *VIII Reunión Economía Mundial*, (págs. 111-131). Alicante.
- Fausett, L. (1994). *Fundamentals of neural networks architectures, algorithms, an applications*. Englewood Cliffs, NJ.: Prentice-Hall.
- Fitch Osuna, J., & Garcia Almirall, P. (2008). La incidencia de las externalidades ambientales en la formación espacial de valores inmobiliarios: el caso de la región metropolitana de Barcelona. *ACE, AÑO II, núm 6,*, 673-693.
- Fletcher, M. e. (2000). Heteroskedasticity in hedonic house price models. *Journal of Property Research*, 17-2, 93-108.
- Fletcher, M., Mangan, J., & Raebun, E. (2004). Comparing Hedonic Models for estimating and forecasting house prices. *Property Management*, 22, 189-200.
- Forrest, D., Glen, J., & Ward, R. (1996). The Impact of a Light Rail System on the Structure of House Prices. *Journal of Transport Economics and Policy*, 30-1, 15-29.
- Franklin, J., & Waddell, P. (2003). A hedonic regression of home prices in King County, Washington, using activity-specific accessibility measures. *Transportation Research Board Meeting*.
- Freedman, R., & Frail, R. (1991). Expert Systems in Spreadsheets: Modeling the Wall User Domain. *IEEE International Conference on Artificial Intelligence*, 296-301.
- Freeman, A. (1979). The hedonic approach to measuring demand for neighborhood Characteristics. *The Economics of Neighborhoods*.
- Fuentes Jiménez, A. (2004). *Métodos estadístico y econométricos para la determinación del precio de la vivienda*. Granada: Tesis doctoral. Universidad de Granada.

- Fukushima, K., Miyake, S., & Ito, T. (1983). Neocognitron: A neural network model for a mechanism of visual pattern recognition. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics* 13 (5), 826-834.
- Galache, T., Vico, F., & González Pareja, A. (1992). Aplicación de redes neuronales a la predicción de ventas ante situaciones fluctuantes de los precios. *Comunicación VI reunión ASEPELT-ESPAÑA*. Granada.
- Gallego, J. (2004). La inteligencia artificial aplicada a la valoración de inmuebles. Un ejemplo ara valorar Madrid. *CT:Catastro nº 50*, 51-67.
- Gao, A., Lin, Z., & Na, C. (2009). The dynamics of the housing market: Evidence of reversion to the mean and the downward rigidity. *Journal of economics*, vol. XVIII, 3, 256-266.
- García Almirall, M. (2007). *Introducción a la valoración inmobiliaria*. Barcelona: Research Paper. Centre de Política de Sòl i Valoracions. Càtedra d'Arquitectura Legal, Dret Urbanístic i Valoracions, Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona, UPC.
- García Montalvo, J. (2001). Un análisis empírico del crecimiento del precio de la vivienda en las Comunidades Autónomas españolas. *Revista valenciana de economía y hacienda nº2*, 117-138.
- García Pozo, A. (2007). Una aproximación a la aplicación de la metodología hedónica: especial referencia al mercado de vivienda. *Cuadernos de CC.EE. y EE, nº 53*, 53-81.
- García Rubio, N. (2004). *Desarrollo y aplicación de redes neuronales artificiales al mercado inmobiliario: aplicación a la ciudad de Albacete*. Albacete: Tesis Doctoral. Universidad de Castilla- La Mancha.
- Garcia-López, M.-Á., & Muñiz, I. (2010). El impacto espacial de las economías de aglomeración y su efecto sobre la estructura espacial del empleo. El caso de la industria en Barcelona, 1986-1996. *Revista de Economía Aplicada, nº 52*, 91-119.
- Gatzlaff, D., & Smith, M. (1993). The impact of the Miami Metrorail on the values of residences near station locations. *Land Economics*, 69, 54-66.
- Geoghegan, J., Wainger, L., & Bockstael, N. (1997). Analysis spatial landscape indices in a hedonic framework: an ecological economics analysis using GIS. *Ecology Economic*, 23, 251-264.
- Gibbons, S., & Machin, S. (2008). Valuing school quality, better transport and lower crime: evidence from house prices. *Oxford Review of Economic Policy*, 24, 99-119.
- Goldberg, D. (1988). Genetic Algorithms and Machine Learning. *Machine Learning*, 3, 95-99.

- Goldberg, D., & Deb, K. (1991). *A comparative analysis of selection schemes used in genetic algorithms*. San Mateo: Morgan Kaufmann.
- Goldstein, G., & Moses, L. (1973). A Survey of Urban Economics . *Journal of Economic Literatura*, 11, 54-96.
- Golledge, R., & Stimson, R. (1997). *Spatial behavior. A geographic perspective*. New York: Guilford Press.
- Gómez Gomez, C. (2002). *El precio hedónico de la contaminación del aeropuerto de Madrid-Barajas*. Madrid: Proyecto Madrid III: Evaluación económica del impacto ambiental del aeropuerto Madrid-Barajas. AENA-Universidad de Alcalá.
- Goodman, A. (1978). Hedonic Prices, Price Indices and Housing Markets. *Journal of Urban Economics*, 5, 471-484.
- Goodman, A. C. (1998). Andrew Court and tree Invention of Hedonic Price Analysis. *Journal of Urban Economic*, nº 44, 291-298.
- Goodman, A., & Thibodeau, T. (1998). Housing Market Segmentation. *Journal of Housing Economics*, 7, 121-143.
- Graullera Sanz, V. (2009). Valencia amurallada, evolución urbana. En J. Martí, M. García, & R. Casao, *Otra lectura de la reforma interior. En torno al proyecto de Luis Ferreres* (págs. 15-34). Valencia: Ajuntament de València. Imprenta Romeu S.L.
- Grey, G., & Deneke, F. (1978). *Urban forestry*. New York: John Wiley.
- Grossberg, S. (1980). How does a brain build a cognitive code? *Psychological Review*, 87, 1-51.
- Guigou, J.-L. (1982). *La Rente Foncière. Les théories et leur évolution depuis 1650*. Paris: Ed. ECONOMICA.
- Haider , M., & Miller, E. (2000). Effects of transportation infrastructure and location on residential real estate values: application of spatial autoregressive techniques. *Transportation Research Record*, 1722, 1-8.
- Haig, R. (1926). Toward an Understanding of the Metropolis. *Quarterly Journal of Economics*, 40, 430-435.
- Hampton, J. (1997). Market Volatility as a Leading Indicator. *NeuroVe\$t Journal*, 27-28.
- Harding, J., Knight, J., & Sirmans, C. (2003). Estimating Bargaining Effects in Hedonic Models: Evidence from the Housing Market. *Real Estate Economics*, 31-4, 601-622.
- Harris, C., & Ullman, E. (242). The Nature of Cities. *Annals of the American Academy of Political and Social Sciencies*, 7-17.

- Harrison, D., & Kain, J. (1969). Cumulative urban growth and urban density functions. *Journal of Urban economics*, 4, 113-117.
- Hawley, A. (1950). *Human ecology: A theory of urban structure*. Nueva York: Ronal Press.
- Hayes , K., Lori, L., & Taylor, L. (1996). Neighborhood School Characteristics: What Signals Quality to Homebuyers? *Federal Reserve Bank of Dallas Economic Review*.
- Hebb, D. O. (1949). *The Organization of Behavior*. New York: Wiley, ed.
- Henderson, J., & Loannides, Y. (1986). Tenure choice and the demand for housing. *Journal of urban economics*, 14, 16-32.
- Henneberry, J. (1998). Transport Investment and House Prices. *Journal of Property Valuation and Investment*, 16-2, 144-158.
- Herrera, F., Lozano, M., & Vedegay, J. (1998). Tackling real-coded genetic algorithms. Operators and tools for behavioural analysis. *Artificial Intelligence Review*, 12, 265-319.
- Herrera, F., Lozano, M., Pé, E., Sánchez, A., & Villar, P. (2002). Multiple crossover per couple with selection of the two best offspring: An experimental study with the blx-alfa crossover operator for real-coded genetic algorithms. *IBERAMIA 2002 LNAI* (págs. 392-401). Berlin: Springer .
- Hidano, N. (2002). *The Economic Valuation of the Environment and Public Policy. A Hedonic Approach*. Cheltenham, UK: Edward Elgar.
- Hochman, O., & Pines, D. (1982). Cost of adjustment an the apatial pattern of a growoing open city. *Econometrica*, 50, 1371-1391.
- Holland, J. (1992). *Adaptation in natural and artificial systems*. Cambridge: MIT Press.
- Hopfield, J. (1982). Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 2554-2558.
- Huang, H. (1996). The land-use impacts of urban rail transit systems. *Journal of Planning Literature*, 11, 17-30.
- Hurd, R. (1903-2010). *Principles of City Land Values*. Londres: Cornell University Library.
- Hurd, R. M. (1903). *Principles of City Land Values*. New York: El Expediente y la Guía.
- Hwang, S. (2009). Willingness to Pay for Job Accessibility: Evidences Revealed from Neighborhood Scale Analyses in Buffalo and Seattle Housing Market. *Transport Chicago Conference*. Chicago.

- Jim, C., & Chen, W. (2009). Value of scenic views: Hedonic assessment of private housing in Hong Kong. *Landscape and Urban Planning*, 91-4, 226-234.
- Kain, J., & Quigley, J. (1975). Housing Markets and Racial Discrimination: A Microeconomic Analysis. *NBER*.
- Kalchbrenner, J. (1972). *A model of the housing sector*. Massachusetts: Lexington Books.
- Kauder, E. (1965). *A History of Marginal Utility Theory*. Princeton: Princeton University Press.
- Kauko, T. (2003). On current neural network applications involving spatial modelling of property prices. *Journal of Housing and the Built Environment Vol. 18 (2)*, 159-181.
- Kearl, J. (1979). Inflation, mortgages and housing. *Journal of Political Economy vol. 87-5*, 1115-1138.
- Kecman, V. (2001). *Learning and Soft Computing: Support Vector Machines, Neural Networks, and Fuzzy logic Models*. Cambridge, MA, USA: MIT Press.
- Kestens, Y., Thériault, M., & Des Rosiers, F. (2006). Heterogeneity in hedonic modelling of house prices: looking at buyers' household profiles. *Journal of Geographical Systems, Vol. 8-1*, 61-96.
- Kestens, Y., Thériault, M., & Des Rosiers, F. (2006). Heterogeneity in hedonic modelling of house prices: looking at buyers' household profiles. *Journal of Geographical Systems, Volume 8, Number 1,* 61-96.
- Kim, H., & Sohn, S. (2010). Support vector machines for default prediction of SMEs based on technology credit. *European Journal of Operational Research, 201- 3*, 838-846.
- King, A. (1976). The Demand for Housing: A Lancastrian Approach. *Southern Economic Journal*, 43, 1077-1087.
- Kohonen, T. (1982). Self-organized formation of topologically correct feature maps. *Biological Cybernetics*, 43, 59-69.
- Kong, F., Haiwei, Y., & Nakagoski, N. (2007). Using GIS and landscape metrics in the hedonic price modeling of the amenity value of urban green space: A case study in Jinan City. *China Landscape and Urban Planning*, 79, 240-252.
- Laakso, S. (1992). Public Transport Investment and Residential Property Values in Helsinki. *Scandinavian housing and planning research*, 9, 217-252.
- Lake, I., Lovett, A., Bateman, I., & Day, B. (2000). Using GIS and large-scale digital data to implement hedonic pricing studies. *Int.J. Geograph. Inform. Sci. 14-6*, 521-541.

- Landis, J., Guhathukurta, W., Huang, M., Zhang, B., Fukuji, B., & Sen, S. (1995). Rail transit investments, real estate values, and land use change: A comparative analysis of five California rail transit systems. *Research Report No. 48, Institute of Urban and Regional Studies, University of California, Berkeley.*
- Lara Cabeza, J. (2005). Aplicación de las redes neuronales artificiales al campo de la valoración inmobiliaria. *Mapping, 104*, 64-71.
- Leggett, C., & Bockstael, N. (2000). Evidence of the effects of water quality on residential land prices. *Journal of Economics and Management, vol 39*, 121-144.
- Lewis-Workman, S., & Brod, D. (1997). Measuring the neighborhood benefits of rail transit accessibility. *Transportation Research Record, 1576*, 147-153.
- Li, M., & Brown, H. (1980). Micro-neighbourhood externalities and hedonic. *Land Economics, vol 56-2*, 125-141.
- Limsombunchai, V., Gan, C., & Lee, M. (2004). House price prediction: Hedonic Price Model vs. Artificial Neural Network. *American Journal of Applied Sciences, 1-3*, 193-201.
- Linneman, P. (1980). Some empirical results on the nature of the hedonic price function for the urban housing market. *Urban economic, 8*, 47-68.
- Llopis Alonso, A., & Benito Goerlich, D. (2000). La restauración. Los ensanches. En VV.AA., *Historia de la ciudad. Recorrido histórico por la arquitectura y el urbanismo de la ciudad de Valencia* (págs. 163-190). Valencia: COACV.
- Llopis Alonso, A., & Martínez Baldó, Á. (2009). Valencia(1833-1874): ciudad en tránsito. En VV.AA, *Otra lectura de la reforma interior. En torno al proyecto deLuis Ferreres* (págs. 49-76). Valencia: Ajuntament de València.
- Llopis, A., & Perdigón, L. (2010). *Cartografía histórica de la ciudad de Valencia (1608-1944)*. Valencia: UPV.
- Llopis, A., Perdigón, L., & Taberner, F. (2005). *Cartografía histórica de la ciudad de Valencia*. Valencia: Faximil. Edicions Digitals.
- Llorca Ponce, A., et al. (2008). Aplicación de la metodología GIS al análisis de la evolución espacial de los precios de la vivienda. Ciudad de Valencia 1990-2008. *XXXIV Reunión de Estudios Regionales*. Jaén.
- López Andiñ, M. (2002). *Modelos econométricos del mercado de la vivienda. Documentos de Econometría Aplicada*. Servicios de Publicaciones de la Universidad de Santiago de Compostela.
- López García, M. (2005). Precios inmobiliarios, renta y tipos de interés en España. *Instituto de Estudios fiscales P.T. nº 7-5*.

- López-Muñoz, F., Boya, J., & Alamo, C. (2006). Neuron theory, the cornerstone of neuroscience, on the centenary of the Nobel Prize award to Santiago Ramón y Cajal. *Brain Research Bulletin*, 70, 391-405.
- Maarek, G. (1964). *Introduction au capital de Karl Marx*. Paris: Calmann-Lévy.
- Manchester, J. (1987). Inflation and housing demand: A new perspective. *Journal of Urban Economic Literature*, 30, 102-142.
- Marmolejo Duarte, C., & González Tamez, C. (2009). Does noise have a stationary impact on residential values? *Journal of European Real Estate Research* 2, 259-279.
- Marshall, A. (1890-1948). *Principles of Economics*. Londres: McMillan.
- Martín del Brio, B., & Serrano Cinca, C. (1995). Self-organizing neural networks: the financial state of spanish companies. *Las redes neuronales en los mercados de capitales*, 341-357.
- Martínez Pagés, J., & Maza, L. (2003). *Análisis del precio d la vivienda en España*. Madrid: Banco de España. Servicio de Estudios.
- Martínez, F., Hervás, C., Torres, M., & Martínez, A. (2007). Modelo no lineal basado en redes neuronales en unidades productos para clasificación. Una aplicación a la determinación del riesgo en tarjetas de crédito. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa nº3*, 40-62.
- Marx, K. (1974 (1905)). *Historia crítica de la teoría de la plusvalía. Tomo I*. Buenos Aires: Brumario.
- Marx, K. (2000). *El Capital*. Madrid: Akal.
- Mayer, R. (1965). Prix du sol et prix du temps: essai sur la formation des prix fonciers. *Bulletin du P.C.M.*, 10, 9-37.
- McCulloch, W., & Pitts, W. (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 5, 115-133.
- McDonald, J., & Osuji, C. (1995). The effect of anticipated transportation improvement on residential land values. *Regional Science and Urban Economics*, 261-278.
- Medina Hurtado, S. (2006). Estado de la cuestión acerca del uso de la lógica difusa en problemas financieros. *Cuad. Adm. Bogotá*, 195-223.
- Medina Hurtado, S., Zuluaga Laserna, E., López Pedroza, D., & Granda Mazo, F. (2010). Aproximación a la medición del capital intelectual organizacional aplicando sistemas de lógica difusa. *Cua. Adm. Bogotá*, 23, 35-68.
- Meek, R. (1975). *La fisiocracia*. Barcelona: Ariel.

- Meen, G. (1990). The removal of mortgage market constraints and the implications econometrics modelling of UK house price. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Vol 52 -1, 1-23.
- Michaels, R., & Smith, V. (1990). Market Segmentation and Valuing Amenities with Hedonic Models: The Case of Hazardous Waste Sites. *Journal of Urban Economics*, 28, 223-242.
- Michalewicz, Z. (1992). *Genetic algorithms+data structures=evolution programs*. New York: Springer-Verlag.
- Miller, R. (1997). *Urban Forestry: Planning and Managing Urban GreenSpaces*. Englewood Cliffs NJ: Prentice-Hall.
- Mills, E. (1967). An aggregate model of resource allocation in a metropolitan area. *American Economic Review*, 57, 197-210.
- Mills, E., & Hamilton, B. (1994). *Urban Economics*. New York: Harper Collins College Publishers.
- Minsky, M., & Papert, S. (1969). *Perceptrons: an introduction to computational geometry*. Cambridge: The MIT Press.
- Misas, M., López, E., & Querubín, P. (2002). *La inflación en Colombia: una aproximación desde las redes neuronales artificiales*. Colombia: Borradores de Economía. Banco de la República de Colombia.
- Mohamed Amar, R. (2002). Estimación del precio de la vivienda urbana mediante redes neuronales artificiales. Estudio de un caso. *XII Jornadas Hispano-Lusas*. Covilha (Portugal).
- Mok, H. e. (1995). A hedonic price model for private properties in Hong Kong. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 10, 37-48.
- Molin, E., & Timmermans, H. (2003). Accessibility Considerations in Residential Choice Decisions: Accumulated Evidence from the Benelux. *Transportation research board 2003*. Washington D.C.: TRB Transportation Research Electronic Newsletter.
- Morales, G., Barrera Cárdenas, R., & Mora Flórez, J. (2007). Reconocimiento de comandos de voz con máquinas de soporte vectorial a través de bandas espectrales. *Scientia et Technica*, 79-84.
- More, T., Stevens, T., & Allen, P. (1988). Valuation of urban parks. *Landscape Urban Planning*, 15, 139-152.
- Mühlenbein, H., & Schlierkamp-Voosen, D. (1993). Predictive models for the breeder genetic algorithm I. Continuous parameter optimization. *Evolutionary Computation*, 25-49.

- Munroe, D. (2007). Exploring the determinants of spatial pattern in residential land markets: amenities and disamenities in Charlotte, NC, USA. *Environment and Planning A*, 34, 336-354.
- Muñoz Fernández, G. (2012). El mercado de la vivienda: estudio econométrico. *Tesis doctoral*. Córdoba: Servicio de publicaciones de la Universidad de Córdoba.
- Muth, R. (1969). *Cities and Housing*. Chicago: Chicago University Press.
- Myers, C. (2004). Discrimination and neighborhoods effects: understanding racial differential in US housing prices. *Journal of Urban Economics*, 56-2, 279-302.
- Nelson, A., Sanchez, T., & Dawkins, C. (2004). The Effect of Urban Containment and Mandatory Housing Elements on Racial Segregation in US Metropolitan Areas, 1990–2000. *Journal of Urban Affairs*, 339-350.
- Nelson, J. (2004). Meta-Analysis of Airport Noise and Hedonic Property Values. *Journal of Transport Economics and Policy (JTEP)*, vol 38, Nº1, 1-27.
- Nicholson, J. (1967). The Measurement of Quality Changes. *The Economic Journal LXXVII*, 512-530.
- Noguera Giménez, J., & Bérchez Gómez, J. (2000). Ciudad conventual. Fábricas renacentistas y barrocas. En S. Dauksis Ortolá, & F. Taberner Pastor, *Historia de la Ciudad. Recorrido histórico por la arquitectura y el urbanismo de la ciudad de Valencia* (págs. 89-130). Valencia: COACV Comunicación Gráfica.
- Núñez Tabales, J. M. (2007). *Mercados inmobiliarios: modelización de precios*. Córdoba: Tesis doctoral Universidad de Córdoba.
- Núñez Tabales, J. M., Caridad Y Ocerín, J., & Celular Villamandos, N. (2009). *Propuestas metodológicas para valoración de inmuebles urbanos*. Granada: Comares.
- Núñez Tabales, J., Caridad y Ocerín, J., & Rey Carmona, F. (2013). Artificial Neural Networks for Predicting Real Estate Prices. *Revista de métodos cuantitativos para la economía y la empresa*, 15, 29-44.
- Ogwang, T., & Wang, B. (2003). The hedonic price function for A Northern BC community. *Social Indicator Research*, 61, 285-296.
- Ortiz, D., Hervas, C., & Muñoz, J. (2001). Genetic algorithm with crossover based on confidence interval as an alternative to traditional nonlinear regression methods. *9th European Symposium On Artificial Neural Networks, ESANN'2001*, (págs. 193-198). Bruges, Belgium.
- Parga, J. (1994). Inteligencia artificial en mercados financieros. *Bolsa de Madrid*, 23.

- Pasinetti, L. (1999). Teoría económica y progreso técnico. *Royal Economic Society Annual Conference*.
- Pérez Pueyo, R. (2005). *Procesado y optimización de Espectros Raman mediante Técnicas de Lógica Difusa: Aplicación a la identificación de Materiales Pirotécnicos*. Barcelona: Tesis Universitat Politècnica de Catalunya .
- Petty, W. (1662). *The Economic Writings of Sir William Petty*. Cambridge: Charles Henry Hull (Cambridge University Press).
- Poterba, J. (1984). Tax subsidies to owner-occupied housing: an assetmarket approach. *The Quarterly Journal of Economics*, 4, 729-752.
- Poterba, J. (1984). Tax Subsidies to Ownet-Occupied Housing: An Asset-Market Approach. *Quarterly Journal of Economics Vol. 99 n° 4*, 729-752.
- Quang, D., & Grudnitski, G. (1993). A neural network analysis of the effect of Age on housing values. *The Journal of Real Estate vol. 8-2*, 253-264.
- Quigley, J. (1985). Consumer choice of dwelling, neighborhood and public services. *Regional Science and Urban Economics*, 15, 41-63.
- Ramos Gorostiza, J. (2005). El medio natural y pensamiento económico: historia de un reencuentro. *Principios*, 47-70.
- Ramos Ramos, E., Forteza del Rey Morales, M., & Virgós Soriano, L. (2009). Observatorio del mercado de bienes inmuebles rústicos con redes neuronales. *CT: Catastro*, 7-39.
- Ricardo, D. (1817, 2003). *Principios de Economís Política y Tributación*. Madrid: Pirámide.
- Ridker, R., & Henning, A. (1967). The determinants housing prices and the demand for clean air. *Journal Environmental Economy Management*, 5, 81-102.
- Ridker, R., & Henning, J. (1967). The determinants of residential property values with special reference to air pollution. *Rev. Econ. Stat.* 49-2, 246-257.
- Rochester, N., Holland, J., Haibt, L., & Duda, W. (1956-1988). Test on cell assembly theory of the action of the brain, using a large digital computer. En J. Anderson, & E. Rosenfeld, *Neurocomputing: foundations of research* (págs. 65-79). Cambridge: MIT Press.
- Rosen, S. (1974). Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Dejjfferentiation in Pure Competition. *Journal of Political Economy*, 82, 34-55.
- Rosen, S. (1974). Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition. *The Journal of Political Economics*, n° 82, 34-55.

- Rosenblatt, F. (1958). The Perceptron: a probabilistic model for information storage and organization in the brain. *Psychological Review* nº 65, 386-408.
- Rumelhart, D., Hinton, G., & Williams, R. (1986). Learning internal representation by error propagation. En D. Rumelhart, J. McClelland, & PDP Research Group, *Parallel distributed processing: Explorations in the Microstructure of Cognition* (pág. Capítulo 8). Cambridge: MIT Press.
- Ryan, S. (1999). Property values and transportation facilities: finding the transportation-land use connection. *Journal of Planning Literature*, 13, 412-427.
- Sanchis Guarnier, M. (2012). *La ciutat de Valencia*. Valencia: Tres i Quatre.
- Santana Quintero, L., & Coello Coello, C. (2006). Una introducción a la computación evolutiva y alguna de sus aplicaciones en Economía y Finanzas. *Revista de métodos cuantitativo para la economía y la empresa*, 2, 3-26.
- Sarle, W. (17 de MAYO de 2002). Neural network FAQ. Periodic posting to the Usenet newsgroup comp.ai.neural-nets. Cary, Carolina del norte, NC, USA.
- Schafer, R. (1975). Housing Spatial Variations in the Operating Cost of Rental Housing. *Discussion Paper. Department of City and Regional Planning, Harvard University*, 75-94.
- Schafer, R. (1979). Racial discrimination in the Boston housing market. *Journal of Urban Economics*, 6-2, 176-196.
- Schumpeter, J. (1982 (1954)). *Historia del análisis económico*. Barcelona: Ariel.
- Selfridge, O. (1958). Pandemonium: A paradigm for learning. *Mechanisation of Thought Processes. Proceedings of a Symposium held at the National Physical Laboratory. Symposium nº 10* (págs. 513-530). London: Her Majesty's stationery office.
- Selim, H. (2009). Determinants of house prices in Turkey: Hedonic regression versus artificial neural network. *Expert Systems with Applications*, 36, 2843-2852.
- Sengupta, S., & De Osgood. (2003). The value of remoteness: a hedonic estimation of ranchette prices. *Ecological Economics*, 44, 91-103.
- Serrano Cinca, C., & Martín del Brío, B. (1993). Predicción de la quiebra bancaria mediante el empleo de redes neuronales artificiales. *Revista Española de Financiación y Contabilidad Vol XXIII nº 74*, 153-176.
- Sieg, H., Smith, V., Banzhaf, S., & Walsh, R. (2002). "Interjurisdictional Housing Prices in Locational Equilibrium. *Journal of Urban Economics*, 50, 131-153.

- Sirmans, D., & Bontempi, P. (1994). Recommended volume coverage pattern for the Los Angeles Radar. *OSF Technical Report*.
- Sirmans, G., MacDonald, L., Macpherson, D., & Norman Zietz, E. (2005). The Value of Housing Characteristics: a meta analysis. *Meeting of the American Real Estate and Urban Economics Association*.
- Smith, A. (1776, 2007). *Investigación de la Naturaleza y causas de las Riquezas de las Naciones*. Londres-Madrid: Alizanza.
- So, H., Tse, R., & Ganesan, S. (1997). Estimating the influence of transport on house prices: Evidence from Hong Kong. *The Journal of Property Investment and Finance*, 15-1, 40-47.
- Soria, E., & Blanco, A. (2001). Redes neuronales artificiales. *Autores científico-técnicos y académicos ACTA*, 19, 25-33.
- Sorribes, J. (2010). Valencia: la huerta, el río y el mar. En e. Josep Sorribes, *En Valencia 1957-2007. De la riada a la Copa de América* (págs. 15-35). Valencia: Universitata de València PUV.
- Stevenson, S. (2004). New empirical evidence on heteroscedasticity in hedonic housing models. *Journal of Housing Economics*, 13, 136-153.
- Straszheim, M. (1975). *An Econometric Analysis of the Urban Housing Market*. Massachusetts: NBER.
- Tajima, K. (2003). New estimates of the demand for urban green space: Implications for valuing the environmental benefits of Boston's big dig project. *Journal of Urban Affairs*, 25-5, 641-655.
- Tay, D., & Ho, D. (1991). Artificial intelligence and the mass appraisal of residential apartments. *Journal of Property Valuation & Investment Vol.10 nº 2*, 525-540.
- Teixidor, M. (2002). El crecimiento de Valencia: población local e inmigración. En AA.VV., *Historia de la ciudad, vol.II* (págs. 269-285). Valencia: Colegio Territorial de Arquitectos de Valencia.
- Teixidor, M., & Boira, J. (1993). Análisis demográfico y transformaciones urbanas en la Ciudad de Valencia. En c. Rafael Bellver, *En Valencia 1991; Ciudad, Población y Sociedad* (págs. 31-50). Valencia: Ayuntamiento de Valencia.
- Thaler, R. (1978). A Note on the Value of Crime Control: Evidence from the Property Market. *Journal of Urban Economics*, 5-1, 137-145.
- Theebe, M. (2004). Planes, trains, and automobiles: The impact of traffic noise on house prices. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 28, 209-234.

- Theodorson, G. (1974). El crecimiento de la ciudad. Introducción a un proyecto de investigación. *Estudios de Ecología Humana*, 72-76.
- Thériault, M., Des Rosiers, F., & Joerin, F. (2005). Modelling accessibility to urban services using fuzzy logic: A comparative analysis of two methods. *Journal of Property Investment & Finance*, 23, 22-54.
- Thill, J., & Van e Vyvere, Y. (1989). Workplace and locational choice of residence: a hierarchical approach. *Sistemi Urbani*, 3, 339-365.
- Thünen, J. (1826-1850). *Der isolierte in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationaloekonomie*. Jena: Gustav Fischer, 1921.
- Tiebout, C. (1956). A pure theory of local expenditures. *Journal of Political Economy*, 64, 416-535.
- Trippi, R., & Turban, E. (1996). *Neural Networks in Finance and Investing*. Chicago: McGraw-Hill.
- Turnbull, G. (1990). The pure theory of household location: An axiomatic approach. *Journal of regional science*, 30, 549-562.
- Tyrväinen, L., & Miettinen, A. (2000). Property Prices and Urban Forest Amenities. *Journal of Environmental Economics and Management*, 39, 205-223.
- Tyrväinen, L., & Väänänen, H. (1998). The economic value of urban forest amenities: an application of the contingent valuation method. *Landscape and Urban Planning*, 43, 105-118.
- Valero, S. (2010). *Arquitectura de Búsqueda basada en Técnicas Soft Computing para la resolución de problemas combinatorios en diferentes dominios de aplicación*. Valencia: Tesis doctoral.UPV.
- Voith, R. (1991). Transportation, sorting and house values. *AREUEA*, 19, 117-137.
- Wang, Y., Potoglou, D., Orford, S., & Gong, Y. (2015). Bus stop, property price and land value tax: A multilevel hedonic analysis with quantile calibration. *Land Use Policy* nº 42, 381-391.
- Wheaton, W. (1982). Urban spatial development with durable but replaceable capital. *Journal of Urban Economics*, 12, 63-67.
- White, M. (1999). Urban areas with decentralized employment: Theory and empirical work. *Journal of urban economics*, 3, 1375-1412.
- Widrow, B., & Hoff, M. (1960). Adaptive switching circuits. En J. A. E., *Neurocomputing*. Cambridge: The MIT Press.

- Wilhelmsson, M. (2000). The Impact of Trafžc Noise on the Values of Single-family Houses. *Journal of Environmental Planning and Management*, 43-6, 799-815.
- Wilhelmsson, M. (2000). The impact of Traffic Noise on the Values of Single-family Houses. *Journal of environmental Planning and Management*, 46, 799-815.
- Wingo, L. (1972). *Transporte y suelo urbano*. Barcelona: Oikos.
- Winston, P. (1992). *Artificial Intelligence*. Massachusetts: Addison-Wesley Publishing company.
- Witte, A., Sumka, H., & Erekson, H. (1979). An estimate of a structural Hedonic Prices Model of the Housing Market: An Application of Rosen's Theory of implicit markets. *Econometrica*, 47, 1151-1173.
- Worzala, E., Lenk, M., & Silva, A. (1995). An Exploration of Neural Networks and Its Appication to Real Estate Valuation. *The Journal of Real Estate Research*.
- Wyatt, P. (1996). The development of a property information system for valuation using a geographical information system (GIS). *Journal Property Res.*, 13, 317-336.
- Yaser, S. (1995). *Financial market applications of learning from hints*. Chichester: Refenes A.P.Jhon Wiley & Sons.
- Yinger, J. (1976). A note on the length of the black-white border. *Journal of Urban Economics*, 370-382.
- Zadeh, L. (1994). Fuzzy logic, neural networks and soft computing. *Communications of the ACM* 37-3, 77-84.
- Zárate, A., & Vázquez, A. (1991). *El espacio interior de la ciudad*. Madrid: Síntesis.