

Metodología de análisis estadístico de la distribución de la población residente a nivel comarcal

Jose Luis Miralles García
Universidad Politécnica de Valencia

1.- INTRODUCCION

El presente escrito recoge en parte las investigaciones realizadas en el desarrollo de la propia tesis doctoral **Modelo territorial de la comarca del Camp de Morvedre. Su evolución histórica en los siglos XIX y XX. Efectos de las infraestructuras**, dirigida por D. Antonio Serrano Rodríguez y leída en mayo de 1988. En ella se desarrolla y aplica una metodología al objeto de aplicar un modelo estadístico uniecuacional multivariante para analizar y explicar la distribución de la población residente en un territorio dado a nivel comarcal en función de las variables seleccionadas.

Frente a otros tipos de modelos, los modelos matemáticos estadísticos tienen la ventaja de operar sobre muestras de las variables y de incluir en su diseño pruebas objetivas de la calidad del modelo. Esta característica es la que los convierte en *instrumentos* científicos de análisis y es por lo que ha sido elegido en la investigación para el análisis de fenómenos urbanos y particularmente de la distribución de la población residente en una comarca.

Más concretamente, el modelo utilizado es un modelo de regresión múltiple uniecuacional de corte transversal que explique cuáles son los motivos por los que la población reside en las distintas zonas urbanas de la comarca del Camp de Morvedre (Sagunto) en el año 1981 en términos de las variables independientes elegidas.

2.- METODOLOGIA GENERAL

La metodología desarrollada y utilizada en este caso, metodología que puede considerarse como general para la aplicación de este tipo de modelos, ha sido la siguiente:

1º.- Análisis de la evolución histórica del sistema territorial de la comarca del Camp de Morvedre en los siglos XIX y XX para conocer los precedentes históricos de la situación existente en el año 1981.

2º.- Análisis y cuantificación de todas las variables que hayan podido tener una influencia en la localización residencial de la población y por lo tanto hayan de formar parte del modelo.

3º.- Zonificación de las áreas residenciales. Esta zonificación es una muestra completa (su unión abarca al total de la población de la comarca) de distintos ámbitos de población existentes en la comarca tomada de entre todas las posibles muestras completas que se pueden formar (posibles zonificaciones alternativas).

4º.- Elaboración de las matrices de tiempo de acceso entre zonas necesarias para la caracterización de las variables relacionadas con el transporte.

5º.- Caracterización de las zonas con respecto a las distintas variables consideradas.

6º.- Aplicación del modelo estadístico uniecuacional y análisis de los resultados.

7º.- Proceso de selección de las variables consideradas eliminando las colinealidades que surjan y las no significativas.

8º.- Determinación de las variables explicativas de la residencia de la población como culminación del proceso de selección de variables.

9º.- Pruebas de heterocedasticidad y de autocorrelación.

10º.- Análisis de la sensibilidad y calidad del modelo. Conclusiones obtenidas.

11º.- Creación de escenarios y proyección. Conclusiones.

A continuación pasamos a comentar los aspectos más destacables en cada uno de los pasos metodológicos.

3.- ANALISIS Y CUANTIFICACION DE VARIABLES

Con respecto a las variables a tener en cuenta, se parte inicialmente de un listado de todas las variables que "a priori" pueden tener una influencia sobre la localización de la residencia de la población. Sobre este listado se realiza un análisis previo de las mismas y se seleccionan las variables a estudiar en el caso de la comarca del Camp de Morvedre o ámbito territorial objeto de estudio.

Este primer listado de variables, que es el más extensivo, es el siguiente:

1º.- Variables caracterizadoras del medio físico.

- Geología.
- Clima.
- Geomorfología.
- Edafología.
- Hidrología.
- Vegetación.
- Fauna.
- Recursos culturales.
- Paisaje.
- Riesgos de erosión, inestabilidad e inundabilidad.

2º.- Variables caracterizadoras de la oferta de viviendas.

- Número de viviendas de cada zona.
- Tamaño medio de la vivienda de cada zona.
- Calidad de las viviendas en cada zona.

- Precio medio por metro cuadrado de techo de las viviendas en cada zona.
- 3ª.- Variables caracterizadoras de la accesibilidad de cada zona a los lugares donde la población desarrolla diversas actividades.
 - Trabajo o empleo.
 - Enseñanza a la población en edad escolar.
 - Compras.
 - Ocio.
 - Relaciones sociales con el resto de la población.
 - Actividades que se realicen en municipios de mayor rango en la jerarquía de ciudades porque pueden prestar mayor cantidad y calidad de determinados servicios.
- 4ª.- Variables caracterizadoras del entorno socioeconómico.
 - Nivel de renta.
 - Clase social.
 - Inmigrantes.
 - Religión.
- 5ª.- Variables caracterizadoras de la calidad medioambiental.
 - Existencia de zonas verdes en la propia zona o muy cercanas.
 - Estado de urbanización de la zona: pavimentación de calles, servicio de agua potable y servicio de evacuación de aguas residuales.
 - Valoración estética del paisaje urbano de cada zona.
 - Contaminación por malos olores.

Sobre este conjunto de variables incluidas en esta primera extensa relación que "a priori" pueden influir en la localización residencial se realiza una *análisis previo* antes de entrar a analizarlas según los valores que toman en la comarca del Camp de Morvedre o ámbito objeto de estudio. Este análisis previo debe realizarse teniendo en cuenta los objetivos de la investigación. En nuestro caso, se han utilizado los siguientes criterios:

- 1ª.-Las variables deben ser cuantificables o fácilmente cuantificables.
- 2ª.-Se desechan aquellas variables que sólo pueden obtenerse mediante encuestas de un tamaño de muestra que desbordan las posibilidades de esta tesis por motivos de eficiencia del análisis (relación resultados/coste).
- 3ª.-Tampoco se tienen en cuenta aquellas variables de las que no existen datos contrastables u homogéneos para todo el ámbito considerado.
- 4ª.-Los datos deben referirse al año 1981, año del Censo de Población, o si se refieren a otras fechas, debe de poderse establecer la hipótesis de que sean aproximadamente válidos para dicho año.

5º.-Los datos deben poder clasificarse por secciones censales del Censo de Población de 1981 que muy aproximadamente es la zonificación considerada para el análisis estadístico ya que es la que permite la máxima desagregación espacial de la población residente.

6º.-Siendo que una de las características que permiten rentabilizar el uso de modelos matemáticos es la posibilidad de mantenerlos actualizados, y siendo que la principal variable utilizada, la población residencial, se encontrará previsiblemente disponible para los años correspondientes a los Censos y Padrones de Población (1981, 1986, 1991, 1996,...), las variables independientes que se tomen deben basarse en datos cuya obtención esté razonablemente garantizada para dichos años.

7º.- Las variables independientes deben serlo realmente por su propia definición. Por tanto no pueden incluirse variables correlacionas entre sí.

Como consecuencia de la realización del análisis previo con las consideraciones antes indicadas, se obtiene una selección de variables del listado inicial, selección sobre la que se realiza un segundo análisis, *análisis circunscrito*, más exhaustivo centrado en el ámbito de la comarca del Camp de Morvedre o el ámbito territorial objeto de estudio. El objeto de este segundo análisis centrado en la comarca es obtener una nueva selección de variables que va a constituir el conjunto sobre el que se va a realizar el análisis estadístico. En dicho segundo análisis, cuando se considera que la variable analizada no influye en la localización residencial en la comarca, es eliminada. Cuando existen motivos para considerar una posible influencia, la variable es cuantificada y elaborada dejándola preparada para su zonificación que es el paso previo al análisis estadístico.

4.- ACCESIBILIDADES

Entre las variables consideradas merece especial atención el grupo de las accesibilidades. Entendemos como accesibilidad la facilidad de acceso de la población residente en una zona a la actividad que desarrolla en otra, considerando que es proporcional a la "cantidad" de actividad existente en la otra zona e inversamente proporcional a una determinada función del coste de transporte entre ambas zonas.

La distinción entre variables tipo accesibilidad y el resto de variables, se debe a que éstas, tras la elaboración de datos, quedan preparadas para ser zonificadas y después ser utilizadas como variables independientes de un modelo estadístico uniecuacional. En cambio, las variables que corresponden a accesibilidades necesitan de un análisis complementario, el *análisis complementario de accesibilidades*. Este análisis es necesario porque para obtener la accesibilidad de la población a las distintas actividades existentes, según la propia definición de accesibilidad, es preciso definir una función de coste del transporte desde la residencia hasta el lugar de la actividad. Generalmente esta función de coste es una función del

tiempo de transporte y así ha sido adoptada en la investigación. Después de considerar las posibles funciones y sus efectos, se ha tomado una función de coste en forma de curva logística que da valor 1 a las actividades realizadas en la propia zona residencial y disminuye de valor tendiendo a 0 conforme la actividad se localiza más alejadamente de la propia zona residencial.

Para más detalle, a continuación se muestra la fórmula de la accesibilidad utilizada:

$$X_{ni} = \frac{\sum_j v_j x f(t_{ij})}{\sum_i \sum_j v_i x f(t_{ij})}$$

Donde:

X_{ni} : es el valor de la variable n que significa la accesibilidad relativa de la zona i a las zonas donde se desarrolla cada una de las actividades que se han tenido en cuenta.

V_j : es el valor que representa el índice de actividad que se da en la zona j correspondiente a la actividad de la que se está calculando la accesibilidad, por ejemplo, número de puestos de trabajo en la zona j .

$f(t_{ij})$: es una función de la fricción o función de coste (resistencia o coste del viaje entre las zonas i y j que supondremos es una logística que depende del tiempo de transporte entre dichas zonas t_{ij} :

$$f(t_{ij}) = \frac{a}{1 + bxe^{cxt_{ij}}}$$

de tal forma que $f(t_{ij})$ vale 1 cuando el tiempo de viaje es nulo, $t_{ij}=0$, y se acerca a 0 al tender a ∞ el tiempo del viaje.

No obstante, para facilitar la interpretación de los parámetros que intervienen en la definición de la curva logística se ha transformado su expresión matemática utilizando a lo largo de toda la investigación la siguiente:

$$f(x) = \frac{A}{1 + e^{\frac{x-B}{E}}} \quad \text{siendo } x = t_{ij}$$

Donde el parámetro A significa la ordenada de la asíntota horizontal superior, el parámetro B es el valor de la abscisa para el que la ordenada vale $A/2$, que corresponde también con el punto de inflexión de la curva y punto de antimetría, y el parámetro E está relacionado con la pendiente de la curva en el punto de abscisa $x=B$ de forma que $y'(x=B) = -A/4E$, de forma que cuando E crece, la pendiente disminuye y la curva es más *tendida*.

5.- ZONIFICACION Y MATRICES DE TIEMPOS DE ACCESO

Antes de realizar el análisis complementario sobre las variables que adoptan la forma de accesibilidades, se hace preciso definir la zonificación y obtener las matrices de los tiempos de acceso entre las distintas zonas consideradas.

La zonificación utilizada coincide fundamentalmente con las secciones censales del Censo de Población de 1981 que es el dato de población más desagregado que puede obtenerse. Además de las zonas residenciales existen una serie de zonas que también hay que considerar bien porque en ellas se realizan determinadas actividades, bien porque intervienen en alguna de las variables. De la zonificación realizada resultan un total de 56 zonas residenciales y 75 zonas entre residenciales y no residenciales.

Con respecto a las matrices de tiempos de acceso entre zonas, se han considerado dos modos de transporte: transporte privado en automóvil y modo de transporte mixto público y a pie. Las matrices obtenidas son matrices de orden 56x74 ya que establecen el tiempo de transporte desde todas las zonas residenciales (56) hasta todas las zonas donde intervienen alguna de las variables (74). Los tiempos inversos se consideran iguales y no se tiene en cuenta el efecto de congestión del tráfico porque no se ha detectado su existencia en la comarca salvo situaciones puntuales.

Una vez realizada la zonificación se determinan los tiempos de acceso entre zonas. Para ello se han considerado dos modos de transporte: transporte en vehículo privado y transporte mixto público y andando. Los tiempos en vehículo privado se han determinado directamente mientras que los tiempos en el modo mixto público-a pie se han determinado a partir de los horarios de los distintos medios de transporte público existentes en 1981 complementados con los desplazamientos a realizar caminando.

6.- DETERMINACION DE LA FUNCION DE COSTE DE LA ACCESIBILIDAD

A Continuación se realiza el análisis complementario de las variables relativas a la accesibilidad para determinar la función de coste. Y como conclusión del mismo, se ha optado por utilizar una función de coste tipo cuya ecuación es la siguiente:

$$y = \frac{1}{1 + e^{\frac{x - 36.80}{4.7442}}}$$

7.- ESPECIFICACION DEL MODELO

Una vez determinada la función de coste, se obtienen las accesibilidades de cada zona a cada actividad según modos de transporte con lo que se completa la

caracterización de las distintas zonas para la aplicación del análisis estadístico. Esta caracterización se ha realizado a partir de los datos del domicilio de las distintas variables consideradas agregando para obtener de la variable en cada una de las 56 o 74 zonas consideradas según se trate de zonas residenciales o zonas de actividad.

Así, tras el análisis circunscrito al ámbito de la comarca y el análisis de las accesibilidades, se llega a una selección de variables que van a ser el input del análisis estadístico. El listado de las variables independientes a introducir en el modelo inicialmente resulta ser en nuestro caso el siguiente:

- X₁= población existente en la zona.
- X₂= número de viviendas en la zona.
- X₃= nivel de renta en la zona.
- X₄= proximidad a las zonas verdes de la zona.
- X₅= índice de contaminación producido por la fábrica de cemento en la zona.
- X₆= índice de contaminación producido por la descarga de mineral en la zona.
- X₇= índice de contaminación producido por los altos hornos en la zona.
- X₈= accesibilidad de la zona a los cultivos de cítricos.
- X₉= accesibilidad de la zona en transporte privado al empleo no agrícola.
- X₁₀= accesibilidad de la zona en transporte privado.
- X₁₁= accesibilidad de la zona en transporte privado a las unidades de EGB públicas.
- X₁₂= accesibilidad de la zona en transporte privado a las unidades de EGB privadas.
- X₁₃= accesibilidad de la zona en transporte privado a las unidades de FP.
- X₁₄= accesibilidad de la zona en transporte privado a las unidades de BUP.
- X₁₅= accesibilidad de la zona en transporte privado al equipamiento deportivo.
- X₁₆= accesibilidad de la zona en transporte privado a la playa.
- X₁₇= accesibilidad de la zona en transporte privado a la población.
- X₁₈= accesibilidad de la zona en transporte público al empleo.
- X₁₉= accesibilidad de la zona en transporte público al comercio.
- X₂₀= accesibilidad de la zona en transporte público a las unidades de EGB.
- X₂₁= accesibilidad de la zona en transporte público a las unidades de EGB privadas.
- X₂₂= accesibilidad de la zona en transporte público a las unidades de FP.
- X₂₃= accesibilidad de la zona en transporte público a las unidades de BUP.
- X₂₄= accesibilidad de la zona en transporte público a los equipamientos deportivos.
- X₂₅= accesibilidad de la zona en transporte público a la playa.
- X₂₆= accesibilidad de la zona en transporte público a la población de la comarca.

A continuación se realiza el análisis estadístico de las variables consideradas. El análisis se ha realizado utilizando el modelo lineal y el exponencial, que

son los dos modelos más habitualmente utilizados. El análisis estadístico incluye el análisis de correlación entre las variables independientes para estudiar las colinealidades que se presentan, el análisis de varianza y el análisis de significación de cada una de las variables consideradas individualmente, *prueba t de Student*, y del modelo considerado globalmente, prueba del estadístico *F*.

Mediante el análisis estadístico comienza un nuevo proceso de selección de variables, bien para eliminar las colinealidades existentes y que en su mayor parte corresponden a las variables de accesibilidad, bien para eliminar las variables no significativas.

Las colinealidades más altas detectadas se producen entre todas las accesibilidades en transporte privado entre sí y entre determinadas accesibilidades en transporte público-a pie.

Para eliminar las colinealidades es preciso transformar las variables. La colinealidad afecta al análisis de significación por lo que primero hay que realizar el proceso de eliminación de colinealidad y después el de eliminación de variables no significativas.

En nuestro caso, la transformación de variables colineales se ha realizado obteniendo nuevas variables que son suma de las variables colineales. Ello ha sido así porque la mayoría de colinealidades se produce entre las variables de accesibilidad. Las accesibilidades son relativas y para todas ellas, la suma de las accesibilidades de todas las zonas a una determinada actividad en un modo de transporte es la unidad. En consecuencia, cuando dos accesibilidades son colineales, los valores que toman para cada zona son aproximadamente iguales. Una medida de ambas accesibilidades conjuntas es la media. Pero como la media es una transformación lineal de la suma, el resultado de la regresión es el mismo en ambos casos. Al transformarlas mediante una variable suma de ambas, el proceso de transformación de variables en sucesivas etapas resulta más claro y los cálculos más sencillos.

Una vez eliminadas las colinealidades, son eliminadas las variables no significativas comenzando por las que muestran un mayor grado de correlación con el resto y a la vez son menos significativas.

Ambos procesos se realizan paso a paso. Así debe ser porque tanto la colinealidad como la eliminación de variables afectan a la prueba de significación y por tanto cada vez que se van eliminando colinealidades, cambian las variables significativas y no significativas. Ahora bien, si se van eliminando las colinealidades ordenadamente empezando por las más altas y se van eliminando las variables no significativas empezando por aquellas que siendo claramente no significativas muestran una mayor correlación con alguna de las variables restantes, el proceso converge quedando finalmente las variables significativas. En cualquier caso, este proceso general queda supeditado al análisis de varianza y significación de cada etapa.

CUADRO 1.- RESUMEN DEL PROCESO DE SELECCION, TRANSFORMACION Y ELIMINACION DE VARIABLES.

VARIABLES UTILIZADAS EN CADA ETAPA ITERATIVA

1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª	9ª	10ª	11ª	12ª	13ª
X(1)	X(1)	X(1)	X(1)	X(1)	X(1)	X(1)	X(1)	X(1)	X(1)	X(1)	X(1)	X(1)
X(2)	X(2)	X(2)	X(2)	X(2)	X(2)	X(2)	X(2)	X(2)	X(2)	X(2)	X(2)	X(2)
X(3)	X(3)	X(3)	X(3)	X(3)	X(3)	X(3)	X(3)	X(3)	X(3)	X(3)	X(3)	X(3)
X(4)	X(4)	X(4)	X(4)	X(4)	X(4)	X(4)	X(4)	X(4)	X(4)	X(4)	X(4)	X(4)
X(5)	X(5)	X(5)	X(5)	X(5)	X(5)	X(5)	X(5)	X(5)	X(5)	X(5)	X(5)	+
X(6)	X(6)	X(6)	X(6)	X(6)	X(6)	X(6)	X(6)	X(6)	X(6)	X(6)	X(6)	+
X(7)	X(7)	X(7)	X(7)	X(7)	X(7)	X(7)	X(7)	X(7)	+	+		
X(8)	X(8)	X(8)	X(8)	X(8)	X(8)	X(8)	X(8)	+				
X(9)	+											
X(10)		+										
X(11)		+										
X(12)		+										
X(13)		+X(9)	X(9)	X(9)	X(9)	X(9)	+					
X(14)		+										
X(15)		+										
X(16)		+										
X(17)		+										
X(18)	X(10)	X(10) +	X(10) +	X(10) +	X(10) +	X(10)	X(9)	X(9)	X(8)	X(7)	X(7)	X(6)
X(19)	X(11)	X(11)	X(11) +									
X(20)	X(12)	X(12)	X(12)	X(11)	X(11)	X(10)		X(10)	X(9)	X(8)	X(8)	X(7)
X(21)	X(13)	X(13) +										
X(22)	X(14)	X(14)	X(13)++X(12)		X(12)			X(11) +				
X(23)	X(15)	X(15)	X(14)	X(13)	X(13)	X(12)		X(11)	X(10)	X(9) +		
X(24)	X(16)	X(16)	X(15)++									
X(25)	X(17)	X(17)	X(16)	X(14) +								
X(26)	X(18) +											

Coefficiente de determinación corregido. Superior: Modelo lineal. Inferior: Modelo exponencial

0,83	0,84	0,84	0,84	0,85	0,83	0,83	0,83	0,83	0,84	0,83	0,83	0,82
0,90	0,86	0,86	0,82	0,81	0,79	0,77	0,76	0,76	0,76	0,75	0,75	0,75

Paso 1-2: Las variables 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, y 17 son sustituidas por una variable suma por colinealidad entre ellas.

Paso 2-3: La variable 18 es eliminada por colinealidad con las variables 10, 11, 12, 13, 14, 16 y 17 y además por no ser significativa.

Paso 3-4: Las variables 10 y 13 son sustituidas por una variable suma de ambas por colinealidad.

Paso 4-5: Las variables 10 y 11 son sustituidas por una variable suma [X(10)] por colinealidad, y las variables 13 y 15 son también sustituidas por una variable suma [X(12)] por colinealidad.

Paso 5-6: Las variables 10 y 14 son sustituidas por una variable suma [X(10)] por colinealidad.

Paso 6-7: Las variables 8 y 9 son sustituidas por una variable suma [X(9)] por colinealidad.

Paso 7-8: La variable 11 es eliminada por no ser significativa.

Paso 8-9: La variable 8 es eliminada por no ser significativa.

Paso 9-10: La variable 7 es eliminada por no ser significativa.

Paso 10-11: La variable 9 es eliminada por no ser significativa.

Paso 11-12: La variable 6 es eliminada por no ser significativa.

Paso 12-13: La variable 5 es eliminada por no ser significativa.

El resumen del proceso seguido con indicación de las variables transformadas o eliminadas en cada etapa puede observarse en el cuadro 1.

En todo el proceso se han realizado los análisis tanto en el modelo lineal como en el exponencial tratando de hacer transformaciones que sean adecuadas en ambos. En el cuadro 1 puede observarse la evolución del coeficiente de determinación a lo del proceso en ambos modelos.

8.- CONCLUSION DEL ANALISIS ESTADISTICO EN LA COMARCA DEL CAMP DE MORVEDRE

En conclusión, las variables que explican la distribución residencial de la población de la comarca son las siguientes:

- X1 = población existente en la zona.
- X2= número de viviendas en la zona.
- X3= nivel de renta en la zona.
- X4= proximidad a las zonas verdes de la zona.
- X5= variable suma de las accesibilidades de la zona en transporte público al empleo, al comercio, a las unidades de EGB privadas y a la playa.
- X6= accesibilidad de la zona en transporte público a las unidades de EGB públicas.

Para completar el análisis estadístico se realizan unas pruebas gráficas de heterocedasticidad y de autocorrelación al objeto de comprobar su existencia. Una vez realizadas, se comprueba que no se dan ninguna de las dos circunstancias validando por tanto el modelo desde este punto de vista.

Tras todo el proceso de selección y transformación de variables resulta de mayor calidad el modelo lineal que el exponencial, medida dicha calidad por la bondad del ajuste que se da en ambos. Para el modelo lineal, el valor del coeficiente de determinación es de 0.8392, y el valor del coeficiente de determinación corregido es de 0.8232. Para el modelo exponencial, los valores respectivos de ambos coeficientes son de 0.7699 y 0.7469. Por ello, en los sucesivos análisis se utilizará únicamente el modelo de regresión lineal.

El modelo final resultante es el siguiente:

$$Y = 503.3 + 2.3364 X_2 - 2462.3 X_3 - 3065.1 X_4 - 1797.8 X_5 + 15862.6 X_6$$

(4.14) (11.83) (-5.35) (-3.25) (2.22) (3.31)

Valor del estadístico t de Student para la prueba de significación al nivel del 95% = 2.

$$R^2 = 0.839$$

$$R^2 \text{ corregido} = 0.823$$

9.- CONTRASTACION DEL MODELO

Por fin se realiza una contrastación de los resultado obtenidos. Para ello, en primer lugar, debe hacerse un análisis de la coherencia del resultado con la realidad observada comparando la congruencia de la influencia de cada variable independiente en la población residente con la realidad observada o prevista por otros medios siendo satisfactoria en el caso expuesto. Cabe remarcar como en este contexto que del análisis efectuado se constata que en la comarca del Camp de Morvedre, a igualdad del resto de variables, la población se concentra en las zonas más alejadas del empleo y del comercio.

En segundo lugar se realiza una prueba de calidad de modelo obteniendo la predicción "ex ante" de la población residente en las distintas zonas para el año 1981 junto con el intervalo de confianza de la predicción y el residuo correspondiente.

Como puede comprobarse a continuación, las predicciones son bastantes semejantes a la realidad. Así, para una población media en cada zona de 1516 habitantes, los residuos obtenidos clasificados por su magnitud son:

Errores menores de 50 habitantes	10 zonas.
Errores entre 51 y 100 habitantes	18 zonas.

Errores entre 101 y 150 habitantes	7 zonas.
Errores entre 151 y 200 habitantes	5 zonas.
Errores entre 201 y 250 habitantes	4 zonas.
Errores entre 251 y 300 habitantes	5 zonas.
Errores mayores de 300 habitantes	7 zonas.

El resumen de los errores o residuos que se producen medidos porcentualmente respecto de la población real es el siguiente:

Errores entre 0 y 4%	14 zonas
Errores entre 5 y 9%	12 zonas
Errores entre 10 y 14%	10 zonas
Errores entre 15 y 19%	4 zonas
Errores entre 20 y 24%	6 zonas
Errores entre 35 y 39%	4 zonas
Errores entre 30 y 34%	0 zonas
Errores iguales o mayores del 35%	5 zonas

Por todo ello se puede concluir que los resultados son bastante correctos y el modelo es de una calidad bastante aceptable.

Con esta prueba se concluye el análisis estadístico. El modelo queda preparado para el capítulo de predicciones y de creación de escenarios que ya no es objeto del presente artículo.

Con todo lo expuesto queda patente la validez del uso de modelos estadísticos en el urbanismo y la ordenación del territorio como instrumento de análisis.