

# 40

Fecha de presentación: marzo, 2022  
Fecha de aceptación: junio, 2022  
Fecha de publicación: septiembre, 2022

## DETERMINACIÓN

DE VARIABLES DIFUSAS INFLUYENTES EN LA DEMANDA DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS

### **DETERMINATION OF DIFFUSE SOCIOECONOMIC VARIABLES THAT INFLUENCE THE DEMAND FOR HOUSING CONSTRUCTION**

MSc. Gretel Martínez Curbelo<sup>1</sup>

E-mail: [gmartinez@ucf.edu.cu](mailto:gmartinez@ucf.edu.cu);

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7639-768X>

Dr. C Michael Feitó Cespón<sup>1</sup>

E-mail: [mfeito@ucf.edu.cu](mailto:mfeito@ucf.edu.cu)

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1938-6022>

MSc. Roberto Castro Martínez<sup>2</sup>

E-mail: [rcastro@gob.cfg.cu](mailto:rcastro@gob.cfg.cu)

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6260-975X>

<sup>1</sup>Universidad de Cienfuegos

<sup>2</sup>Funcionario del Gobierno Provincial de Cienfuegos

#### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Martínez Curbelo, G., Feitó Cespón, C. M., & Castro Martínez, R., (2022). Determinación de variables difusas influyentes en la demanda de construcción de viviendas. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(5), 393-401.

#### RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo diseñar una metodología basada en modelos matemáticos capaces de asimilar la incertidumbre epistémica presente en la información relacionada con las variables que influyen en la construcción de viviendas y de involucrar la experiencia de los expertos implicados en el estudio. El análisis del estado del arte permite determinar una relación entre las condiciones socioeconómicas de un territorio y la demanda de viviendas. El procedimiento permitió establecer para la provincia de Cienfuegos ocho variables que son las encargadas de describir el comportamiento de la demanda en la provincia. El trabajo identifica, además, que las variables presentan un alto grado de incertidumbre de ahí la necesidad de trabajarlas a partir de la lógica difusa.

**Palabras clave:** construcción de vivienda, variables, lógica difusa

#### ABSTRACT

The objective of this research was to design a methodology based on mathematical models capable of assimilating the epistemic uncertainty present in the information related to the variables that influence housing construction and involving the experience of the experts involved in the study. The analysis of the state of the art makes it possible to determine a relationship between the socioeconomic conditions of a territory and the demand for housing. The procedure allowed to establish for the province of Cienfuegos eight variables that are responsible for describing the behaviour of demand in the province. The work also identifies that the variables present a high degree of uncertainty, hence the need to work on them based on fuzzy logic.

**Keywords:** housing construction, variables, fuzzy logic

## INTRODUCCIÓN

El incremento de la producción de materiales para la construcción en Cuba, no puede mantenerse sustentado en la producción industrial nacional, sino que, requiere el aprovechamiento ordenado y creciente de las potencialidades de los territorios para garantizar los diferentes elementos tradicionales y ampliar sus capacidades a la mayoría de los rubros de alto empleo, que puedan aportar no solo al balance nacional, sino que, cubran las necesidades de cada territorio según la demanda institucional y de la población, de ahí que el programa de Producción Local de Materiales de Construcción sea el sustento principal de la construcción de viviendas por esfuerzo propio en Cuba.

Las carencias actuales en la industria de materiales de la construcción en la provincia de Cienfuegos implican una planificación robusta y enfocada en las demandas de construcción y no en el valor de los materiales (Coca Carasila & Molina Higuera, 2012), elemento en el que se basa la planificación. Es indispensable una correcta planificación de las capacidades productivas y de transportes, pues el programa fomenta el uso endógeno de las capacidades de materiales de construcción.

Uno de los principales problemas en la gestión de los materiales de la construcción en la provincia de Cienfuegos, pasa por determinar un plan de fabricación que cumpla con las expectativas de la demanda de la construcción de estas viviendas, sin embargo, el problema se complejiza más aún, si resulta conocido a partir de que la estimación de la demanda que se realiza no se cuenta con una base en la aplicación de técnicas con basamento científico.

La demanda de viviendas depende de factores que estimulan o ralentizan su desarrollo en correspondencia al de la economía y del proceso de aparición de nuevos hogares (Reyes Vintimilla, 2015). Un análisis de los estudios donde se tratan los modelos de demanda de viviendas señalan que no existe un acuerdo en cuanto a las variables importantes, de ahí que se demuestre su vinculación con el contexto socio-económico del país o región de cada estudio (Calderón Rodríguez, 2015). Este hecho, unido a la calidad y cantidad de la información con la que se cuenta de estas variables determinan los métodos apropiados para la construcción de los modelos de pronóstico.

El artículo presenta como antecedente la investigación (Martínez Curbelo, Feitó Cespón, & Medina León, 2021) en la que se definen un conjunto de variables que influyen en la demanda de viviendas para la provincia de Cienfuegos. La metodología que se propone presenta modificaciones, al utilizar herramientas que permitan el

trabajo de variables con datos inciertos con informaciones incompletas, imprecisa y deficientes.

Para cumplir el objetivo planteado, el artículo se organiza de la forma siguiente: la sección Materiales y Métodos se divide en dos partes, la primera corresponde a la descripción del procedimiento diseñado, mientras la segunda parte presenta un análisis y discusión de los resultados. Finalmente, se presentan las conclusiones de la investigación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación propone un procedimiento que permite identificar los principales factores que inciden en la demanda de construcción de viviendas. A partir de la exploración bibliográfica y el análisis oportuno de los elementos, pasos y tendencias en el tiempo, relacionadas con el objetivo del estudio. El diseño metodológico que se propone consta de 5 pasos que permiten, desde la caracterización y determinación de los factores que inciden en la construcción de viviendas, hasta el establecimiento de las relaciones entre las variables que intervienen en la demanda de construcción y reparación de viviendas en las provincias.

La dirección del grupo de trabajo la conforman un asesor de la coordinación de los programas de la construcción del Gobierno provincial y un experto externo que asesora el proceso. El colectivo se compone por los representantes del Programa Local de Producción y Ventas de Materiales de Construcción (PLPVMC) en los municipios de la provincia y los organismos de subordinación local que forman parte de la dirección del grupo provincial del programa. Su experticia será comprobada con la aplicación del método de validación de expertos propuesto por (Cortés Cortés & Iglesias León, 2005).

***Paso 1. Caracterización y determinación de los factores que inciden en la construcción de viviendas a nivel provincial.***

Se identifican las variables relacionadas con la demanda de construcción de viviendas a partir de la realización de una revisión bibliográfica de los elementos que se manejan como influyentes en las investigaciones. A partir del análisis de 33 artículos resumidos en Martínez Curbelo, Feitó Cespón & Medina León (2021), se resumen los factores utilizados en la bibliografía y se obtienen 41 variables influyentes. Con posterioridad el grupo de expertos ajusta las variables obtenidas en la literatura a las condiciones de la provincia quedando 24 factores.

***Paso 2. Determinación de los factores que influyen en la demanda de viviendas***

Según Wu et al., (2020) para problemas de tomas de decisión con necesidad de calificar la pertinencia de variables y su influencia en otras, deben ser evaluados cuatro criterios para que las variables pre seleccionadas puedan ser consideradas en el modelo propuesto. Estos criterios son: i) indicador de relación ( $I^R$ ) establece la relación existente de las variables con la demanda, ii) indicador de confiabilidad ( $I^C$ ) evalúa la posibilidad de contar con información confiable, iii) indicador de frecuencia ( $I^F$ ) analiza la posibilidad de contar con información frecuente para su análisis y iv) indicador de relación mutua ( $I^M$ ) establece la relación mutua de los factores.

Los aspectos por los que se evalúan la pertinencia de las variables no presentan el mismo peso, por lo que en un primer momento se les pide a los expertos sus criterios. La información proporcionada por cada uno se introduce en AHP Online System (Goepel, 2018) hasta alcanzar una relación de consistencia.

Otorgados los pesos de cada criterio, el equipo de trabajo evalúa en una escala de Likert del uno al cinco el listado de variables, teniendo en cuenta los primeros tres aspectos (donde mientras mayor es el valor, mejor es evaluada la pertinencia de la variable). El resultado se valida a partir del coeficiente de concordancia de Kendall.

La relación mutua de los factores se establece por los expertos. Por consenso el equipo de trabajo establece una matriz de relaciones. El resultado de la matriz se procesa a partir de Borgatti, et. al., (2002). Definidas las relaciones entre los factores se realiza el cálculo de las sumas ponderadas de los criterios para establecer la pertinencia de las variables y se reducen las variables de acuerdo a su naturaleza, quedando a partir del cálculo de la ecuación (1) que se muestra a continuación:

$$P = (W^R \cdot I^R) + (W^C \cdot I^C) + (W^F + I^F) + (W^M + I^M) \quad (1)$$

Donde:

P: valor de pertinencia de la variable

$W^R$ : peso otorgado al criterio de relación, otorgado por el equipo de trabajo

$W^C$ : peso otorgado al criterio de confiabilidad, otorgado por el equipo de trabajo

$W^F$ : peso otorgado al criterio de frecuencia, otorgado por el equipo de trabajo

$W^M$ : peso otorgado al criterio de relación mutua, otorgado por el equipo de trabajo

### **Paso 3. Características de las variables**

Los modelos de demanda de vivienda pueden distinguirse en elementos como el nivel de desagregación, variables explicativas, formulación dinámica y número de ecuaciones estimadas. Los más utilizados en estos tipos de estudio, son los que por su aplicación requirieron de una muestra suficientemente amplia e informativa (Durán, 2004). Los modelos econométricos tradicionales que estudian el comportamiento de la demanda de las viviendas presentan incertidumbre que puede estar dada por informaciones incompletas, imprecisa, no totalmente confiable, contraria, o deficiente por algún otro motivo que generan dificultades en la valoración (Stumpf González & Torres Formoso, 2006).

En este paso se buscan las fuentes de las variables resultantes, sus valores, se analizan los mismos, así como la posibilidad de obtener su información precisa y confiables.

### **Paso 4. Determinación de las variables difusas**

El proceso de parametrización consiste en la transformación de datos medidos a un valor lingüístico en el lenguaje de la lógica difusa utilizando funciones de membresía de las variables lingüísticas para calcular el grado de pertenencia (Janarthanan et al., 2020). Para ello se necesitan tomar dos decisiones: i) la función de pertenencia, ii) los parámetros de las variables.

Para la presente investigación se utiliza como método de elicitación la clasificación directa. Este se basa en la idea de que la falta de claridad resulta de la incapacidad de un individuo para asignar definitivamente un elemento a una categoría (Sanghi, 2006).

La función de pertenencia se construye en base a la frecuencia de respuestas particulares de 15 expertos de la dirección del grupo provincial del PLPVMC y se les solicita la evaluación de un conjunto de valores para cada uno de los conductores de la demanda. Finalmente, se suman y se obtienen las gráficas con la ayuda de Microsoft Excel. La definición de la función de membresía se realiza a través de la comparación de la forma obtenida por el método de elicitación y las formas teóricas de dichas funciones. Tomada la decisión de la función de membresía se procede a la definición de los parámetros de las variables difusas.

### **Paso 5. Relación entre las variables que intervienen en la demanda de construcción y reparación de viviendas en la provincia**

Definidas las variables que se van a utilizar en el estudio el grupo de expertos establece las relaciones existentes entre ellas, para su utilización en una posterior conformación de funciones que permitan pronosticar la demanda

de construcción y reparación de viviendas. Para ello, se utiliza una escala de Likert de 6 valores donde el cero indica que no existe relación entre las variables para la conformación de un modelo de pronóstico y cinco que existe una relación fuerte.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la aplicación del procedimiento se escoge la provincia de Cienfuegos, de ahí que todos los análisis y las consultas de expertos sean atendiendo a las condiciones y características que presenta la provincia. El trabajo se fundamenta en la revisión de un total de 51 fuentes bibliográficas de las que revelan un total de 41 variables principales en los estudios de demanda afines.

Las variables como el precio de la vivienda, los costos de la vivienda, los salarios reales, los ingresos de los hogares, las remesas, la tasa de interés hipotecaria y el número de personas que conforman el hogar son las más se tratadas en las investigaciones afines. A pesar de ello, se utilizan todas las variables encontradas en estudios de demanda para que los expertos según sus criterios lleguen a decisiones de su pertinencia o no.

En la primera sesión de análisis con el equipo de trabajo se realiza la reclasificación de las variables que inciden en la demanda de construcción de viviendas en Cuba. El análisis anterior lleva a descartar algunas variables y a redefinir otras, en función de las condiciones cubanas. Principalmente las relacionadas con elementos de endeudamiento que no existe en las condiciones cubanas. El proceso revela que para las condiciones del territorio se obtienen un total de 24 variables.

El análisis de la pertinencia de las variables arroja en primer lugar que los cuatro aspectos por los que esta se evalúa no presentan el mismo peso, por lo que los expertos brindan sus criterios (ver Tabla 1) alcanzándose una relación de consistencia CR= 7.5 %.

Tabla 1. Pesos de los criterios de pertinencia

Criterios	Peso (W)	Orden
I <sup>M</sup>	62.3 %	1
I <sup>R</sup>	23.3 %	2
I <sup>F</sup>	8.3 %	3
I <sup>C</sup>	6.1 %	4

Fuente: Elaboración propia a partir de Goepel (2018)

El resultado que muestra la Tabla 1 se encuentra en correspondencia con lo encontrado en la revisión literaria. Los expertos le otorgan pesos bajos a la calidad de información debido a la existencia de métodos matemáticos que se utilizan para suplir la carencia de una información abundante y confiable. Por otra parte, se evidencia la necesidad de que las variables a utilizar tengan una relación estrecha con los objetivos, de ahí la alta puntuación que obtiene la relación con la demanda.

El primer aspecto a estudiar, concerniente con la pertinencia de las variables, es la relación mutua de los factores (ver Figura 1). Este revela en general tres grupos de variables, en función del grado de centralidad resultante. Un primer grupo representado con el color gris claro se relaciona con aquellas variables cuya centralidad se encuentra por encima de 100. En su mayoría estas variables presentan relaciones en ambas direcciones, reflejando así la interdependencia de ellas. Solo en el caso de la tendencia al crecimiento del turismo se obtiene que el vínculo se refleja en una sola dirección, es decir, para la variable de origen la relación con variables de destino es importante, pero no viceversa. El segundo grupo de variables identificado con el negro es para valores entre 90 y 80, mientras que los valores de centralidad más bajos aparecen con el color gris claro.

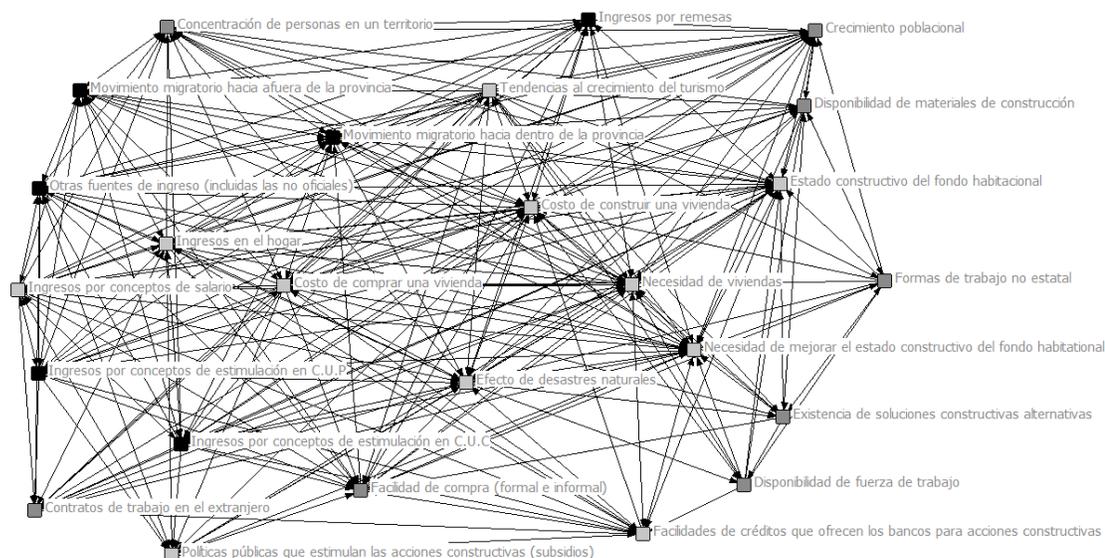


Figura 1. Representación gráfica de las relaciones mutuas entre las variables. Fuente: Elaboración propia a partir de Borgatti et al., (2002).

Del presente resultado se deriva que aquellas variables ubicadas en el primer grupo, presentan mayores posibilidades de aparecer como variables influyentes en la demanda de construcción de viviendas en la provincia de Cienfuegos.

Los restantes tres aspectos se miden por una escala de Likert a partir del criterio de expertos, con los resultados obtenidos en los cuatro criterios anteriores se realiza el cálculo de las sumas ponderadas para establecer la pertinencia de las variables. Las puntuaciones para cada criterio de pertinencia se normalizan y se afectan por el peso correspondiente determinado con anterioridad Finalmente, las variables resultantes se reducen según su naturaleza (tabla 2). A los ingresos en el hogar se le denomina ingresos y representa la suma del salario medio, estimulaciones, ingresos por remesas y el de los declarados en la Oficina Nacional de Administración Tributaria (ONAT) por los cuentapropistas. Se establece una variable que contempla los préstamos a crédito y los subsidios para la construcción de viviendas que se denomina Políticas Públicas. El resto permanece igual.

Tabla 2. Resumen de las variables resultantes.

Nombre de la variable	Código	Concepto
Crecimiento poblacional	CP	Relación existente entre el conteo demográfico de los habitantes con respecto al año anterior
Ingresos	I	Incluye todas las fuentes verificables de entrada de ingresos dividido por la cantidad de la población de la provincia
Políticas públicas	PP	Es la suma de todos los créditos otorgados y los subsidios
Crecimiento del turismo	CT	Es la cantidad de nuevos espacios para arrendamiento de habitaciones enfocadas al turismo.
Estado del fondo habitacional	FH	Es la valoración cuantitativa organizada por niveles del estado de las viviendas de la provincia.
Desastres naturales	DN	Es la cantidad de viviendas dañadas luego de eventos naturales de envergadura, como ciclones, fuertes lluvias, crecidas e inundaciones fundamentalmente
Acciones constructivas	AC	Es la cantidad de proyectos de construcción para la remodelación, revitalización, modificación o reparaciones en una vivienda
Construcción de nuevas viviendas	NV	Es la cantidad de proyectos de nuevas viviendas

Establecidas las variables que intervienen en la investigación se procede a su recopilación (ver tabla 3). La información obtenida revela aleatoriedad y la falta de acceso a datos históricos suficientes para la mayoría de las variables. Otro punto interesante en el conjunto de datos recopilado es la dispersión en las fuentes primarias de información, valores como el crecimiento poblacional y los ingresos son obtenidos a partir de datos suministrados por la ONEI, lo que a su vez se recibe de diferentes entidades, mientras que los restantes son facilitados por el Banco Popular de Ahorro (BPA) y el Banco de Crédito y Comercio (BANDEC) ambas entidades por política no aportan cifras exactas de la información y documentaciones emitidas por del PLPVMC entre otros. En el caso de las políticas públicas para acciones constructivas se cuenta con la información de todos los años, pero la incertidumbre de sus valores radica en que sus montos no siempre son utilizados para tales fines. Por último, las variables nuevas viviendas y las acciones constructivas además de presentar escasa información muestran la atenuante de que en ocasiones estas carecen de una licencia de construcción.

Tabla 3. Resumen de la recopilación de datos de las variables resultantes.

Años	CP (habitantes/ km <sup>2</sup> )	CT (viviendas arrendadas)	FH (viviendas en mal estado)	DN (viviendas afecta- das por eventos meteorológicos)	I (CUP/año *persona)	PP (CUP/año)	NV (li- cencias solicita- das)	AC (licencias solicita- das)
2006	-2341.72			15556	4668.00			
2007	149.50			0	4930.75			
2008	538.95			861	5040.00			
2009	1301.18			0	5088.00			
2010	952.15			2495	5492.40			
2011	1165.94			0	5740.44			
2012	2562.00			0	20238.09	1031252.79		
2013	1467.00		42741	0	21964.92	2189807.35		
2014	1088.00	0	25769	0	31863.34	1261644.69		
2015	-64.00	77	25275	0	39440.00	1240131.33	306	1586
2016	848.00	268	25821	0	34481.39	1734033.35	368	2234
2017	-451.00	164	25336	2445	47132.08	1758561.67	329	2841

Un análisis de las características de las variables permite establecer que solo tres variables presentan la información completa. Además, se observa una tendencia a la existencia de datos inciertos presentes en la aleatoriedad de los parámetros del modelo (Langroodi & Amiri, 2016; Amin, Zhang, & Akhtar, 2017), y en la incertidumbre epistémica (falta de información) (Wu et al., 2020), de ahí la necesidad de utilizar modelos matemáticos ligados a conceptos de incertidumbres resultados de alguna deficiencia en la información (Azcona, 2014) y de involucrar la experiencia de los expertos implicados con el tema en estudio.

Debido a la incertidumbre presente en los datos se parametrizan las variables teniendo en cuenta su comportamiento. A partir de la similitud que presentan los gráficos obtenidos con la función triangular se decide hacer la parametrización siguiendo el comportamiento de dicha función (figura 2 a y b). Quedan así construidas las funciones de membresía para cada conjunto difuso, los que se muestran en la tabla 4.

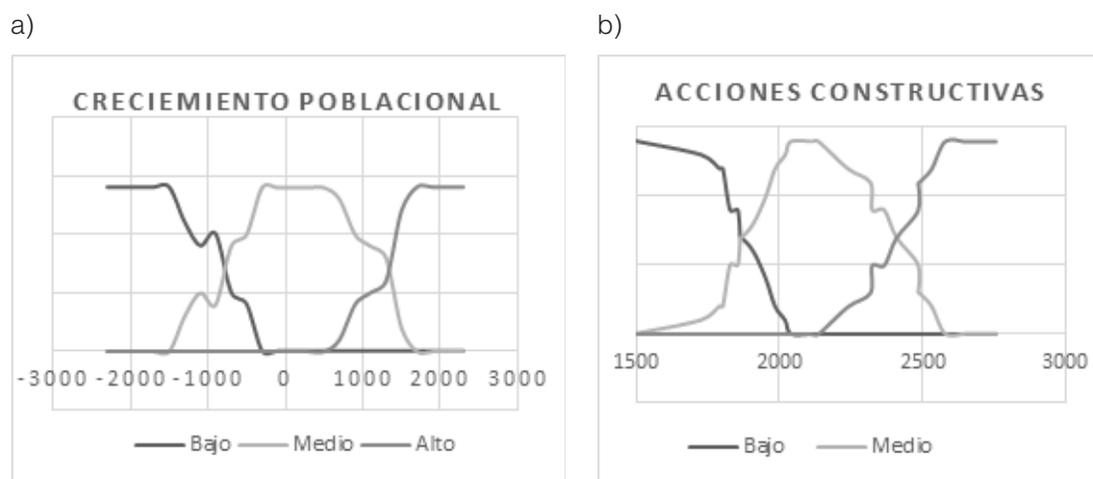


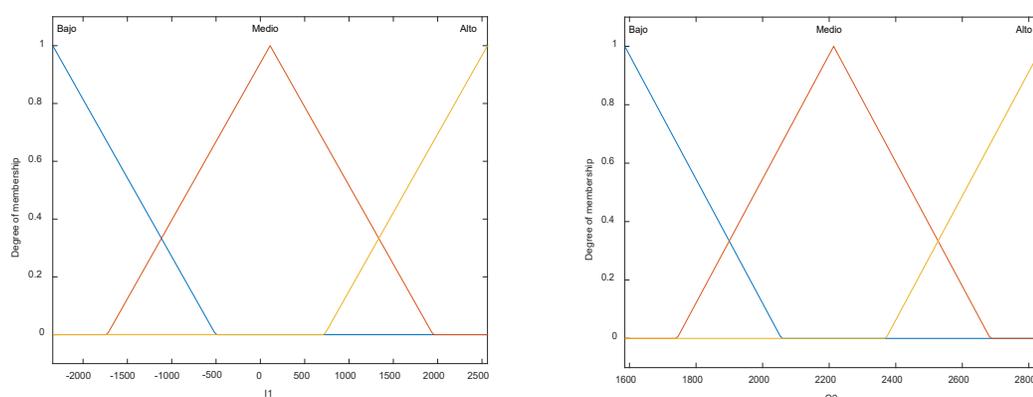
Figura 2. Elicitación de las funciones de membresía a) Crecimiento poblacional, b) Acciones constructivas.

Tabla 4. Funciones de membresía de los conjuntos difusos

Variables	Función	Valores Lingüísticos	Parámetros de los Valores	Univer- so del discurso
Crecimiento Poblacional	Triangular	Bajo	$[\text{mín.}; \text{mín.}; \text{mín.} + 3 * (\text{máx.} - \text{mín.}) / 8]$	[mín.; máx.]
		Medio	$[\text{mín.} + (\text{máx.} - \text{mín.}) / 8; \text{mín.} + 4 * (\text{máx.} - \text{mín.}) / 8; \text{máx.} - (\text{máx.} - \text{mín.}) / 8]$	
		Alto	$[\text{máx.} - 3 * (\text{máx.} - \text{mín.}) / 8; \text{máx.}; \text{máx.}]$	
Ingresos	Triangular	Bajo	$[\text{mín.}/2; \text{mín.}/2; \text{mín.}/2 + 3 * (\text{máx.} - \text{mín.}/2) / 8]$	[mín./2; máx.]
		Medio	$[\text{mín.}/2 + (\text{máx.} - \text{mín.}/2) / 8; \text{mín.}/2 + 4 * (\text{máx.} - \text{mín.}/2) / 8; \text{máx.} - (\text{máx.} - \text{mín.}/2) / 8]$	
		Alto	$[\text{máx.} - 3 * (\text{máx.} - \text{mín.}/2) / 8; \text{máx.}; \text{máx.}]$	
Políticas Públicas	Triangular	Insuficiente	$[0; 0; 3 * \text{máx.}/8]$	[0; máx.]
		Adecuado	$[\text{máx.}/8; \text{máx.}/2; \text{máx.} - \text{máx.}/8]$	
		Suficiente	$[\text{máx.} - 3 * \text{máx.}/8; \text{máx.}; \text{máx.}]$	
Crecimiento del Turismo	Triangular	Bajo	$[\text{mín.}; \text{mín.}; \text{mín.} + 3 * (\text{máx.} - \text{mín.}) / 8]$	[0; máx.]
		Medio	$[\text{mín.} + (\text{máx.} - \text{mín.}) / 8; \text{mín.} + 4 * (\text{máx.} - \text{mín.}) / 8; \text{máx.} - (\text{máx.} - \text{mín.}) / 8]$	
		Alto	$[\text{máx.} - 3 * (\text{máx.} - \text{mín.}) / 8; \text{máx.}; \text{máx.}]$	
Fondo Habitacional	Triangular	Malo	$[\text{mín.}; \text{mín.}; \text{mín.} + 3 * (\text{máx.} - \text{mín.}) / 8]$	[mín.; máx.]
		Regular	$[\text{mín.} + (\text{máx.} - \text{mín.}) / 8; \text{mín.} + 4 * (\text{máx.} - \text{mín.}) / 8; \text{máx.} - (\text{máx.} - \text{mín.}) / 8]$	
		Bueno	$[\text{máx.} - 3 * (\text{máx.} - \text{mín.}) / 8; \text{máx.}; \text{máx.}]$	
Desastres Naturales	Triangular	Bajo	$[0; 0; 3 * \text{máx.}/8]$	[0; máx.]
		Medio	$[\text{máx.}/8; \text{máx.}/2; \text{máx.} - \text{máx.}/8]$	
		Alto	$[\text{máx.} - 3 * \text{máx.}/8; \text{máx.}; \text{máx.}]$	

Acciones Constructivas	Triangular	Bajo	$[\text{mín.}; \text{mín.}; \text{mín.} + 3 * (\text{máx.} / 2 - \text{mín.}) / 8]$	[mín.; máx.]
		Medio	$[\text{mín.} + (\text{máx.} / 2 - \text{mín.}) / 8; \text{mín.} + 4 * (\text{máx.} / 2 - \text{mín.}) / 8; \text{mín.} + 7 * (\text{máx.} / 2 - \text{mín.}) / 8]$	
		Alto	$[\text{mín.} + 5 * (\text{máx.} / 2 - \text{mín.}) / 8; \text{máx.} / 2; \text{máx.} / 2]$	
Nuevas Viviendas	Triangular	Bajo	$[\text{mín.}; \text{mín.}; \text{mín.} + 3 * (\text{máx.} / 2 - \text{mín.}) / 8]$	[mín.; máx.]
		Medio	$[\text{mín.} + (\text{máx.} / 2 - \text{mín.}) / 8; \text{mín.} + 4 * (\text{máx.} / 2 - \text{mín.}) / 8; \text{mín.} + 7 * (\text{máx.} / 2 - \text{mín.}) / 8]$	
		Alto	$[\text{mín.} + 5 * (\text{máx.} / 2 - \text{mín.}) / 8; \text{máx.} / 2; \text{máx.} / 2]$	

Los conjuntos difusos se definen como variables lingüísticas que en general presentan tres estados: Bajo, Medio y Alto, con funciones de membresía gaussianas para la pertenencia de los valores de la variable a los estados definidos. A partir de la información de los valores mínimos y máximos se construyen las funciones de membresía para cada conjunto difuso en la figura 3 (a y b), se ejemplifica con las variables Crecimiento poblacional y Acciones constructivas para visualizar así, los valores que toman las variables una vez parametrizadas.



a)

b)

Figura 3. Ejemplo de dos variables parametrizadas a) Crecimiento poblacional, b) Acciones constructivas.

El tratamiento de las variables con lógica difusa es una forma de utilizar la experiencia del equipo de trabajo cuando se tiene incertidumbre epistémica. Estas variables relacionadas con la demanda permiten conformar modelos para estudios de pronósticos de demanda de viviendas y acciones constructivas, pesar de una carente información.

## CONCLUSIONES

El estado del arte revela la incidencia de un grupo de variables que incitan o ralentizan la demanda de viviendas. Los análisis sobre la demanda de las nuevas viviendas y el mantenimiento de las existentes evidencian la variedad de factores que se analizan, siendo estas referentes a las condiciones socioeconómicas de los lugares estudiados.

En la literatura científica se logró determinar un total de 41 variables que se utilizan en las investigaciones de demanda de viviendas, lo cuál deriva de punto de partida en estudios afines con la temática.

A partir del trabajo con un grupo de expertos, se diseñó un procedimiento que facilita identificar las variables que influyen en la demanda de viviendas, todo ello con el uso de técnicas estadísticas, grafos y el análisis de información.

La validación del procedimiento permitió establecer un total de ocho variables para la provincia de Cienfuegos y determinar a partir de su análisis, que las variables presentan incertidumbre epistemológica debido a la ausencia de datos y poca confiabilidad en exactitud de la información obtenida. Para ello se utiliza la lógica difusa en la modelación de las variables.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amin, S. H., Zhang, G., & Akhtar, P. (2017). Effects of uncertainty on a tire closed-loop supply chain network. *Expert Systems with Applications*, *73*, 82–91. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2016.12.024>
- Azcona, J. P. (2014). Modelo Fuzzy de determinación del valor unitario de edificación destinada a vivienda con fines catastrales. *CT: Catastro*, *82*, 7–34. <https://doi.org/10.3846/tede.2019.7456>
- Borgatti, S., Everett, M., & Freeman, L. (2002). *Ucinet 6 for Windows: Software for Social Network Analysis*. Harvard, MA: Analytic Technologies.
- Calderón Rodríguez, J. (2015). Programas de vivienda social nueva y mercados de suelo urbano en el Perú. *EURE (Santiago)*, *41*(122), 27–47. <https://doi.org/10.4067/S0250-71612015000100002>
- Coca Carasila, A. M., & Molina Higuera, P. I. (2012). Análisis de la Demanda de Vivienda: un enfoque de Marketing. *Revista Perspectivas*, *29*, 7–29.
- Cortés Cortés, M., & Iglesias León, M. (2005). *Generalidades sobre Metodología de la Investigación*.
- Durán, C. (2004). Evaluación microeconómica de las políticas públicas de empleo: aspectos metodológicos. *Hacienda Pública Española*, (3), 107–133.
- Goepel, K. . (2018). Implementation of an Online Software Tool for the Analytic Hierarchy Process (AHP-OS). *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*, *10*(3), 469–487. <https://doi.org/10.13033/ijahp.v10i3.590>
- Janarthanan, R., Balamurali, R., Annapoorani, A., & Vimala, V. (2021). Prediction of rainfall using fuzzy logic. *Material Today:Proceedings*, *37*, 959–963. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.06.179>
- Langroodi, R. R. P., & Amiri, M. (2016). A system dynamics modeling approach for a multi-level, multi-product, multi-region supply chain under demand uncertainty. *Expert Systems with Applications*, *51*, 231–244. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2015.12.043>
- Martínez Curbelo, G., Feitó Cespón, M., & Medina León, A. (2021). Factores socioeconómicos que influyen en la demanada de construcción de viviendas en la provincia de Cienfuegos. *GECONTEC*, *9*(1), 18–38. ISSN 2255-5684
- Reyes Vintimilla, P. A. (2015). Análisis económico de la industria de la construcción residencial y su impacto en la generación de empleo en el Cantón Cuenca, periodo: 2001 - 2012. *Economista*.
- Sanghi, S. (2006). Determining the Membership Values to Optimize Retrieval in a Fuzzy Relational Database. *Proceedings of the 44th Annual Southeast Regional Conference*, 537–542.
- Stumpf González, M. A., & Torres Formoso, C. (2006). Mass appraisal with genetic fuzzy rule-based systems. *Property Management*, *24*(1), 20–30. <https://doi.org/10.1108/02637470610643092>
- Wu, C., Zhang, Y., Pun, H., & Lin, C. (2020). Construction of partner selection criteria in sustainable supply chains: A systematic optimization model. *Expert Systems with Applications*, *185*, 113–643. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113643>