



**BUAP**

**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

Facultad de Ingeniería

Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado

**TAXONOMÍA NUMÉRICA EN VALUACIÓN DE  
INMUEBLES HABITACIONALES  
(CASO PRÁCTICO LOMAS DE ANGELÓPOLIS)**

**TESIS**

para obtener el grado de:  
**Maestro en valuación**

Presenta:

**Guillermo Augusto Mijares Mastretta**

Director de tesis:

**Mtro. David Antonio Sánchez Jiménez**



Oficio No. 4320/2013

**C. GUILLERMO AUGUSTO MIJARES MASTRETTA**

Pasante de la Maestría en Valuación  
Facultad de Ingeniería, BUAP.  
Presente

Por medio del presente, el suscrito M.I. Edgar Iram Villagrán Arroyo, Director de la Facultad de Ingeniería, de acuerdo a su solicitud de aprobación de Tema de Tesis, le autoriza desarrollar el tema intitulado: **Taxonomía numérica en valuación de inmuebles habitacionales (caso práctico Lomas de Angelópolis)**. Para obtener el grado de Maestro en Valuación. Asignándose como Asesor al Mtro. David Antonio Sánchez Jiménez.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E

"PENSAR BIEN, PARA VIVIR MEJOR"

H. Puebla de Zaragoza, noviembre 20 de 2013.



M. en I. EDGAR IRAM VILLAGRAN ARROYO

DIRECTOR

C.c.p. Mtro. David A. Sánchez Jiménez, Asesor del Tema de Tesis

C.c.p. Archivo

GJS/sco\*

**Mtro. Edgar Iram Villagrán Arroyo**  
**Director de la Facultad de Ingeniería**  
**de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla**  
**P r e s e n t e**

El suscrito Mtro. David Antonio Sánchez Jiménez, Director del Tema de Tesis denominado: “Taxonomía Numérica en Valuación de Inmuebles Habitacionales ( Caso Práctico Lomas de Ángelopolis )”.”, que presenta el C. Guillermo Augusto Mijares Mastretta, egresado de la Maestría en Valuación, se permite informarle que después de haber revisado la tesis correspondiente, no existe inconveniente en **autorizar la impresión** de la misma, ya que cumple con el formato establecido en el reglamento de titulación de la Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado. Por lo que se extiende la presente para los fines que convengan al interesado.

**A T E N T A M E N T E**

Puebla, Pue. a 11 de Septiembre del 2015



**Mtro. David Antonio Sánchez Jiménez**  
**Director de Tesis**

ccp Mesa de Exámenes Profesionales  
ccp Interesado  
ccp Archivo

## Dedicatoria

### A Renata, mi hija:

Princesa, especialmente para ti, con todo el amor del mundo. Desde el día en que supe que tu mamá estaba embarazada, soy la persona más feliz del universo. Eres el regalo más grande que Dios me ha dado. ¡Llenas mis días de felicidad! Gracias también, pues es por ti que hoy termino esto.

### A mis papás:

Chaparritos, con todo cariño para ustedes. Muchas gracias por todo. Gracias por su apoyo, su entusiasmo, su motivación y su ayuda para lograrlo. Ah, y lo más importante, gracias también por su paciencia, ja, ja, ja...

### A Héctor, mi tío:

Criaturita, con mucho cariño. Mil gracias por todo. Gracias por tus consejos, tu apoyo, tu persistencia y toda tu ayuda siempre. Además, gracias por tus insistentes regaños y sarcasmo sincero, digo, tu motivación, ja, ja, ja...

### A Gloria y Regina:

Gracias por su apoyo, cariño y compañía.

## Índice

Introducción.....	4
Capítulo 1. Antecedentes de la Valuación Profesional .....	6
1.1. La Valuación Profesional.....	6
1.2. Métodos tradicionales de valuación para bienes inmuebles habitacionales .....	9
1.2.1. Método Físico (o de Costos) .....	11
1.2.2. Método de Ingresos .....	14
1.2.3. Método de Mercado.....	15
1.3. Herramientas para obtener el valor por el enfoque de mercado.....	20
Capítulo 2. Taxonomía Numérica .....	23
2.1. Métodos multivariados .....	23
2.2. Taxonomía Numérica.....	25
2.3. Etapas del análisis en la Taxonomía Numérica .....	25
2.4. Estructura de los datos en la Taxonomía Numérica.....	26
2.5. Selección de variables .....	26
2.6. Escala de medición de variables .....	28
2.7. Elección de la medida de asociación.....	28
2.8. Elección de la técnica de cluster .....	30
2.9. Representación gráfica de las técnicas de cluster .....	32

2.10. Construcción del modelo.....	34
Capítulo 3. Desarrollo del modelo de Taxonomía Numérica.....	35
3.1. Bases para el desarrollo del modelo.....	35
3.1.1. Lomas de Angelópolis .....	35
3.1.2. Determinación de las condiciones necesarias .....	38
3.1.3. Determinar las variables requeridas .....	39
3.2. Estudio de mercado .....	42
3.2.1. Requisitos para la obtención del estudio de mercado .....	42
3.2.2. Estructura de las variables .....	43
3.2.3. Obtención del estudio de mercado .....	48
Capítulo 4. Aplicación del modelo de Taxonomía Numérica .....	50
4.1. Preliminares.....	50
4.2. Selección de variables .....	51
4.3. Modelo para el análisis por Taxonomía Numérica .....	51
4.4. Propuesta de un segundo modelo .....	69
4.5. Propuesta de un tercer modelo .....	77
Conclusiones.....	79
Anexo 1. Comparables .....	81
Anexo 2. Sujetos .....	94

Bibliografía ..... 98

## **Introducción**

La valuación es una actividad de gran importancia, ya que permite la toma de decisiones para muchos aspectos de la vida cotidiana.

Como todo, se ha hecho necesaria la implementación de nuevas herramientas y reglas para su correcta aplicación, puesto que es la base para muchos quehaceres de gran impacto.

Un problema que enfrenta es la subjetividad con que se hace normalmente, puesto que la herramienta de homologación, que es la más utilizada, depende completamente del criterio del valuador. Por lo tanto, se han desarrollado nuevas herramientas que ayudan a solucionar estos aspectos.

Se ha demostrado que diversas herramientas multicriterio y estadísticas sirven para resolver avalúos de bienes inmuebles.

La Taxonomía Numérica es una herramienta que actualmente se emplea en estudios científicos, como son los químicos y biológicos, y ha demostrado ser de gran ayuda. Consiste en agrupar las muestras o las variables, para encontrar los que son más significativos, para posteriormente darles solución por algún método estadístico.

Se pretende saber si esta herramienta serviría para resolver el problema de la subjetividad en la elaboración de avalúos de bienes inmuebles.



Se selecciona la zona de Lomas de Angelópolis por ser la zona con más demanda y con mayor diferencia en precios de las casas habitación.

Por otro lado, se ha demostrado en diversos estudios que los diferentes métodos multicriterio funcionan para dar solución a avalúos de bienes inmuebles.

Por lo tanto, es de interés conocer si estas herramientas funcionarán en un mercado tan irregular como es el de la zona de Lomas de Angelópolis.

El objetivo de esta tesis es demostrar si funcionan o no estos métodos, en particular el de Taxonomía Numérica, aplicada a bienes inmuebles habitacionales en Lomas de Angelópolis, Puebla.

Por lo tanto, en el primer capítulo se tratan los antecedentes de la valuación así como las herramientas que actualmente se emplean.

En el capítulo dos se dan a conocer los métodos multivariados, en específico el de Taxonomía Numérica, además de dar a conocer los requisitos, características y proceso del mismo.

En el tercer capítulo se desarrolla el modelo empleado, se hace un análisis para conocer el caso, la zona de estudio y se establecen las bases necesarias.

El capítulo cuatro trata del desarrollo del modelo. Se analizan resultados y se proponen modificaciones y/o mejoras que permitan obtener mejores conclusiones.

## **Capítulo 1. Antecedentes de la Valuación Profesional**

En este capítulo se tratan los temas sobre los generales de la valuación profesional, los métodos tradicionales de valuación para bienes inmuebles habitacionales, así como las herramientas para obtener el valor por el enfoque de mercado.

### **1.1. La Valuación Profesional**

Para el valuador Ricardo Lujambio González, la necesidad de darle valor a las cosas es tan antigua, como cuando el hombre decide llevar una vida sedentaria y convivir en comunidad. Por lo tanto, el hombre se da cuenta de que la tierra adquiere un verdadero significado en cuanto a su valor y cada familia empieza a determinar los límites de sus propiedades, así como de la posesión de los objetos.

Por tal razón, se da la necesidad de intercambiar bienes. Es decir, el hombre tiene el deseo o la necesidad de tener un bien que debe entregar por otro a cambio. Por esta situación, era necesario darles un valor a los bienes para su intercambio. Esto fue lo que dio origen a la importancia de conocer el valor de un bien u objeto.

Poco a poco, en la sociedad, se fue dando la necesidad de dar un tratamiento más técnico y profesionalizado a los problemas de valuación de bienes. Esto se debió, en gran medida, a dos factores: la aparición de empresas y la riqueza dejó de radicar en la propiedad

de la tierra. Por lo tanto, la riqueza empezó a concentrarse en los activos creados por el mismo hombre. Cuando esto sucedió, hubo importantes desplazamientos en los precios, ya que los montos de los impuestos se vieron afectados. Esto se debió a que habían permanecido estáticos, a lo largo de los siglos, y ahora estaban ligados al valor de los activos.

Toda esta serie de fenómenos nuevos crearon la necesidad de contar con nuevas técnicas y procedimientos, para la valuación en general, sobre todo en lo referente a:

- Bienes físicos, tales como terrenos, construcciones y maquinarias
- Ideas o jurídicos, como son patentes, diferentes tipos de licencias, negocios en marcha y proyectos.
- Derechos legales y/o intangibles, como son los valores de contratos, garantías y derechos, entre otros.

Para el valuador Ricardo Lujambio, el proceso de valorar o asignar valor a un bien tiene su origen en la existencia misma del ser humano. Actualmente, la valuación es una actividad que ha sido indispensable en el progreso social y económico de México. Según el mismo autor, algunos valuadores dejan, en segundo plano, el enfoque adecuado para tomar una decisión correcta. Esto se debe a que le dan más importancia a los aspectos técnicos de la práctica de la valuación profesional.

Sin embargo, muchos profesionales han desarrollado con mucho esfuerzo la actividad valuatoria, a través de muchas décadas. Por lo tanto, se ha logrado evolucionar ampliamente esta actividad, ya que se deben atender diferentes necesidades económicas y financieras de la población. Esto ha permitido pasar de Avalúos sin tecnología a Avalúos mucho mejor fundamentados y con bases más sólidas, ya que, hoy en día, muchos valuadores se han actualizado y capacitado.

En la actualidad, la valuación es una actividad profesional que adquiere cada vez mayor importancia en nuestro país. Ha evolucionado y tenido cambios profundos, con la incorporación de técnicas y elementos multidisciplinarios, que se reflejan y se interrelacionan cada vez más en todas las actividades que realiza el hombre.

La valuación evoluciona junto con todos los factores que inciden sobre su campo, como son físicos, sociales, económicos y políticos. Esto incorpora técnicas y métodos que reflejan, cada vez más, la certeza de los dictámenes de valor emitidos por los profesionales de esta actividad. La necesidad de esta evolución, en técnicas, métodos, conceptos, leyes y ordenamientos, permite ofrecer mayor calidad en el problema de estimación de valores de mercado.

En México, la valuación es de gran importancia, ya que forma parte de muchas actividades económicas, como compra, venta y renta de bienes inmuebles; en la determinación de impuestos por compra-venta de bienes muebles o inmuebles; para el otorgamiento de créditos bancarios; garantías fiscales; el aseguramiento de bienes; la determinación de la base del impuesto predial; conocer el valor de

bienes de empresas, industrias, coleccionables, libros raros y manuscritos, títulos, franquicias, patentes y derechos de autor, finanzas y negocios, desarrollos urbanos, inversiones bursátiles, reexpresión de estados financieros, industrias, entre otros, y todo lo que tenga un valor.

## **1.2. Métodos tradicionales de valuación para bienes inmuebles habitacionales**

Para el Especialista en Valuación, Julio E. Torres Coto Mazier, en el “Proceso de Valuación”, (que se ha llamado así desde hace varios lustros, tanto en la literatura inglesa como en la mexicana), se ha establecido una secuencia lógica, a la cual los profesionales de la valuación se han apegado en el desarrollo de los trabajos que les son encomendados. Los primeros pasos de este proceso, cuando se tiene un trabajo encargado, son definir la solicitud de trabajo, hacer el análisis, seleccionar y recolectar datos preliminares y realizar el análisis de uso mejor y más productivo. Con el análisis de esta información, se procede a la estimación del valor de la tierra, de acuerdo a lo establecido y con los datos previamente estudiados.

Una vez hecho esto, se procede a la aplicación de los enfoques (o métodos) de valuación. Estos enfoques son, generalmente, el enfoque de costo (o enfoque físico), el enfoque de comparación de ventas (o enfoque de mercado) y el enfoque de capitalización de ingresos (o enfoque de capitalización de rentas).

Con los resultados de estos enfoques analizados, el Valuador procede a analizar los valores obtenidos, con el objeto de llegar a

una conclusión final de valor. Con esto, el perito puede realizar su informe del valor obtenido, tomando en cuenta las instrucciones y/o necesidades de cliente. Es importante que también se tomen en cuenta las exigencias legales que existan.

El proceso descrito es el que han seguido la mayoría de los Valuadores en México, desde hace muchos años. Asimismo, los tres enfoques de valuación, antes mencionados, son los que se aplican la mayoría de las veces, para realizar el avalúo de bienes inmuebles. Sin embargo, a pesar de que se tienen por entendidos estos enfoques, es necesario dar una breve explicación de cada uno.

- **Enfoque físico o de costos.** Es un método que se aplica en la valuación de bienes. Éste se fundamenta en el costo actual de la reproducción o reposición del inmueble. En este cálculo, el valor del bien se reduce por los deméritos propios del mismo. En el caso de un bien inmueble, se adiciona el valor de la tierra (Torres Coto, 2005: 19).
- **Enfoque de capitalización o de ingresos.** Es un método que considera las rentas producidas y/o beneficios generados por el sujeto de la valuación. La capitalización es un procedimiento con el cual se obtiene el valor de un bien o derecho. Se basa en la cantidad de las rentas o beneficios netos futuros que se obtienen durante la vida económica del bien y en una tasa que involucra la productividad. Además, se consideran todos los riesgos asociados

con el bien o derecho que se trate. Este enfoque refleja el principio de anticipación.

- **Enfoque de mercado o comparativo.** Es el método que se fundamenta en el empleo de datos estadísticos de transacciones de mercado y razonamientos que reflejan el pensamiento de los participantes en el mercado. Utiliza procesos que incluyen la comparación y considera el uso de listas de precios y ofertas publicadas.

### **1.2.1. Método Físico (o de Costos)**

Según el M.V. Ing. Mario Rafael Marqués Tapia, el enfoque de costos es el método más conocido en nuestro país, dado que es el que tradicionalmente se ha aplicado en la mayoría de los trabajos. A continuación, se presenta la definición del Método de costos que da el Ing. Marqués.

**Método del Costo.** Este enfoque de valor se fundamenta en el **principio de sustitución**, que establece que ningún comprador enterado de las características generales de un bien, estaría dispuesto a pagar por él más de lo que le costaría sustituirlo con otro que le brinde una utilidad semejante o equivalente; en otras palabras, que el Valor del mismo dependerá del costo necesario para reponer un bien sustituto de características semejantes, y puede ser estimado con relativa facilidad a través de un presupuesto (14).

En la práctica, este método consiste en estimar el costo de reponer un inmueble de similares condiciones y características. Además, considera el estado de conservación en que se encuentre el bien analizado al momento de la inspección. Se puede decir que un buen analista de costos, no debería tener ningún problema al desarrollar esta metodología, en lo referente a las construcciones y a los elementos accesorios que integran un bien inmueble.

Para obtener el valor de un inmueble por este método, es necesario realizarlo o calcularlo en dos etapas. Por una parte, se estima el valor del terreno y, por otra, el valor de las construcciones y de los elementos accesorios. Una vez hecho esto, ambos valores obtenidos se suman para dar como resultado el Valor Físico o de Costos.

Existen un par de mecanismos o corrientes para estimar el costo de reposición de un terreno, que permiten la obtención de dicho valor. El primer mecanismo consiste en estimar el costo de reposición de un terreno de forma similar al que se usa para estimar el costo de reposición de cualquier tipo de construcción. Para esto, se deberá hacer un análisis de los costos de urbanización requeridos, para agregar, al valor de un terreno en breña, todos los costos de urbanización y mejoras.

El segundo mecanismo es la forma más común de obtener el valor de un terreno. Consiste en estimar el valor de un bien, mediante el método de mercado. Por lo tanto, el valor está sujeto a la oferta y la demanda de la zona donde se ubique el inmueble. De ahí



que exista una interrelación muy fuerte entre el método físico y el método de mercado. Con esto se puede confirmar que todos los enfoques de valuación se complementan entre sí.

Para estimar el valor de las construcciones, es necesario conocer el Valor de Reposición Nuevo de las Construcciones. Para esto, existen tres alternativas, cada una con sus ventajas y desventajas.

La primera alternativa es un método basando en la obtención del presupuesto. En ésta, es necesario identificar cada concepto y/o elemento involucrado en la construcción, además de determinar tanto el precio de venta como las cantidades de cada concepto y/o elemento. La ventaja de hacerlo de esta manera es la alta precisión obtenida en el cálculo del valor; las desventajas son la lentitud en el proceso de cálculo y su elevado costo.

La segunda alternativa es un método basado en parámetros. Consiste en identificar los tipos de construcción existentes y en investigar construcciones similares presupuestadas por tipo. Con esta información se determina el costo promedio, dividiendo la inversión total entre la superficie construida. En la práctica, esta alternativa se aplica identificando y cuantificando los tipos de construcción existentes en la propiedad. La ventaja de esta alternativa es su rapidez, con la desventaja que tiene poca precisión y no es aplicable a construcciones atípicas.

La tercera alternativa consiste en identificar los componentes que representan el 80% del valor de la propiedad, así como el valor de estos componentes. Una vez identificada la participación de los componentes significativos, se extrapolan los resultados. La ventaja

de este método es que ofrece una solución equilibrada, con precisión y rapidez.

### **1.2.2. Método de Ingresos**

Según el M.V. Ing. Mario Rafael Marqués Tapia, el enfoque de ingresos establece que el valor de un bien es equivalente al valor presente (a la fecha en que se realiza el avalúo) de los ingresos y beneficios futuros que producirá el mismo durante su vida útil de producción económica. Por lo tanto, se puede decir que este método guarda cierta relación con el principio de anticipación. También es conocido como método de productividad o de capitalización de rentas. Se fundamenta básicamente en un análisis de la capacidad que tiene un bien para producir utilidades, en función del riesgo que la inversión represente en comparación con otras alternativas posibles.

Para poder realizar un buen avalúo de capitalización de rentas, es necesario contar con información fidedigna del mercado de rentas en la zona en la que se localiza el inmueble. Esta información obtenida, deberá ser homologada al igual que se hace en el enfoque de mercado, por lo que se puede decir que estos dos métodos se complementan.

Otro aspecto importante en la realización de este método, es la selección de la tasa de capitalización. Para esto, se parte de que la inversión en bienes raíces puede ser también tomada como una alternativa de inversión desde el punto de vista financiero. Se plantea también, que en cualquier país del mundo, las inversiones de

menor riesgo son las efectuadas en valores gubernamentales. Por tanto, existen varias alternativas de inversión, como son: los CETES o Certificados de la Tesorería de la Federación, los TESOBONOS, los BONDES o Bonos de Desarrollo, y algunas otras como son los Ajustabonos y los Udibonos.

Cabe destacar que algunos de estos no son accesibles al público en general, ya que se requieren grandes sumas de dinero para poder invertir en ellos.

Sin embargo, la tasa líder que se ha tomado normalmente como referencia para este tipo de operaciones, es la de los CETES a plazo de 28 días. Esto, ya que representan un buen instrumento de liquidez, puesto que se puede disponer del capital cada 28 días en caso de ser necesario.

Para la valuación, el procedimiento de capitalización es una simple división de la renta neta entre la tasa de capitalización. Lo cual nos da por resultado el valor del inmueble por capitalización de rentas. Sin embargo, esta división de la renta entre la tasa, que es común entre los valuadores, parece no ajustarse a lo que la ingeniería económica nos marca, ya que básicamente partimos de la formula general de que valor presente es igual a valor futuro multiplicado por  $(1+i)^n$ , en donde, para despejar el valor futuro, tendríamos que dividir el capital o valor presente entre  $1+i$  a la  $n$ . Sin embargo, esto lo tenemos que considerar como una anualidad perpetua.

### **1.2.3. Método de Mercado**

El método de mercado, es otro enfoque que se aplica en la valuación de bienes inmuebles y es por este método que obtenemos el valor comercial de un inmueble.

El M.V. Ing. Mario Rafael Marqués Tapia define el método de mercado como un enfoque de valor que se basa en la comparación de operaciones realizadas de artículos o propiedades similares entre sí, estableciendo las diferencias cualitativas que pudieran existir entre estos y el sujeto analizado, y determinando como influyen éstas sobre el valor del bien en estudio.

También define que el valor de mercado es el valor expresado en términos monetarios a una fecha determinada, en la que un comprador y un vendedor enterados de las características particulares y principales de un bien, así como de las condiciones del mercado que lo rodean, estarían dispuestos a intercambiarlo, estando ambos libres de presiones externas y realizando la operación de intercambio en un tiempo razonable.

El valor de mercado debe contar con las siguientes características:

- Es una cantidad (precio probable de venta) expresada en términos monetarios.
- Está determinado para una fecha y condiciones específicas a las que se encuentra sujeto el bien analizado.

- Tanto el comprador como el vendedor están perfectamente enterados de las características del bien a intercambiar. Ambos conocen también las características del mercado en que el bien a intercambiar se encuentra comprendido y tienen suficientes conocimientos de los usos diversos a los que la propiedad puede estar sujeta.
- El intercambio del bien se realiza libre de presiones de cualquier naturaleza, es decir, no hay compras ni ventas forzadas por ninguna causa.
- Se permite suficiente tiempo para negociar la transacción, a fin de que pueda haber en perspectiva un número razonable de compradores interesados.

Por otro lado, el valor de mercado está fuertemente relacionado con la ley de la oferta y la demanda.

La curva de la demanda, nos indica que a menor precio mayor será la cantidad demandada. Y la curva de la oferta indica que a mayor precio resulta más atractiva la producción de un bien.

Al intercalar ambas curvas, se observa que éstas se cruzan, es en donde se encuentra el Punto de Equilibrio, que define al Valor de Mercado de un bien.

En el enfoque de mercado es muy importante hacer una buena investigación de mercado, ya que de ello dependerá la confiabilidad del valor que se obtiene. Para ello, es necesario poner atención a las siguientes características a la hora de la investigación:

- El tipo de construcción debe ser similar.
- Las características de las zonas deben ser homogéneas.
- Las características físicas de los inmuebles también deben ser similares.
- El nivel socioeconómico de las zonas debe ser el mismo.
- Y el uso predominante en la zona debe ser igual.

Por otro lado, también al realizar la investigación de mercado, es muy importante tomar en cuenta la fuente de la que se obtienen los datos para el análisis, ya que muchas de las ocasiones no es información confiable. Es decir, la mayoría de las veces los precios publicados en periódicos y otros medios, están alterados, esto lo hacen los vendedores con el fin de lograr mayores utilidades y tener un margen más amplio a la hora de negociar.

Una vez realizada nuestra investigación de mercado, es importante también la selección de comparables que se utilizarán para el análisis, ya que no todas las propiedades investigadas son útiles para efectuar el estudio de un bien inmueble en particular.

Por tal motivo, es necesario conocer los principios econométricos de la valuación, ya que de su correcta aplicación depende la confiabilidad del valor concluido. Estos son:

- Principio de cambio. Indica que el valor de los bienes raíces está cambiando constantemente por diversos factores, como son económicos, políticos y sociales.

- Principio de conformidad. El valor máximo de un bien raíz, se logra cuando está presente un grado razonable de homogeneidad social y económica. En la comercialización de desarrollos inmobiliarios, el máximo valor se observa cuando los inmuebles en una colonia son relativamente similares en tamaño, estilo, calidad, uso y/o tipo.
- Principio de uso consistente. Este principio también es conocido como del mayor y mejor uso. Se refiere a que el valor de las construcciones debe ser acorde al valor de la tierra, es decir, una casa de buena calidad deberá estar en una zona donde la tierra tiene un alto valor.
- Principio de contribución. Se refiere a que no siempre el costo de las mejoras contribuye en la misma medida al valor final de un bien inmueble.
- Principio de equilibrio. Refleja una armonía entre la oferta y la demanda, es decir, un cambio súbito entre la oferta y la demanda afectará el valor de los inmuebles.
- Principio de balance entre terreno y edificaciones. Establece que el valor máximo de un bien raíz se logra cuando está presente un balance razonable entre los valores del terreno y de las edificaciones.
- Principio de progresión y regresión. Se refiere a que entre dos propiedades de calidad semejante, la de valor inferior sacará ventaja de su asociación con la de mayor valor. Y a la inversa,

una propiedad de mayor valor se demeritará por la asociación con una de valor inferior.

### **1.3. Herramientas para obtener el valor por el enfoque de mercado**

Para la mayoría de los valuadores, al menos en México, es al enfoque al que se le da mayor importancia, dado que es el que se aplica más en las transacciones comerciales, además de ser el valor con el que se concluye la mayoría de los avalúos.

Para obtener el valor por este enfoque, existen diversas herramientas que ayudan, como son:

- **Homologación.** Es la herramienta que se emplea con mayor frecuencia para la obtención del valor por el método de mercado. Consiste en asignar un valor a cada característica del inmueble, como son: intensidad de construcción, edad, conservación, calidad, entre otros. Lo más deseable es que estos valores sean lo más cercanos a la unidad, dado que un valor de uno representa la mayor compatibilidad (igualdad) entre las características de los bienes comparados. Actualmente se dice que para que un bien sea similar a otro, el valor asignado a cada característica debe estar en el rango de 0.8 a 1.2, lo que representa una diferencia de más/menos 20%. Para la obtención del valor por esta herramienta, se multiplican entre sí esta serie de factores, lo que dará un factor resultante. Esta es la forma utilizada comúnmente por la mayoría de los



formatos aquí en Puebla. La desventaja de este método es que implica mucha subjetividad, además de que no es un método que tenga bases científicas.

- **Regresión simple.** Esta herramienta es un análisis que se hace de dos variables. La ventaja es que al ser el análisis de solo dos variables, es muy sencillo y rápido de realizar. La desventaja es que la ecuación resultante no es muy representativa, por lo que el valor obtenido no es muy confiable.
- **Regresión múltiple.** Esta herramienta es un análisis que se hace con varias variables, similar a la regresión simple. La ventaja es que tiene mucha mayor exactitud, pero la desventaja es que la solución de la ecuación resultante es muy compleja.
- **Multicriterio.** Es un método relativamente nuevo. Actualmente está demostrando que ofrece buenos resultados, pero solo bajo ciertas circunstancias en que ha sido probado, pues desafortunadamente aún falta la comprobación de los valores que propone para otros casos. Este método trata de eliminar la subjetividad, por lo que se supone que debe ofrecer resultados muy apegados a la realidad
- **Otras herramientas.** Una herramienta a destacar, es la que ha desarrollado el Mtro. Rafael Arellano, llamada Valuación por puntos, que consiste en el análisis de sólo ciertas características (puntos) de un bien inmueble. Posteriormente se emplea una tabla de valores para los puntos y multiplicarlos por el valor de un inmueble de tipo medio.

El objetivo de esta tesis es la obtención del valor por el enfoque de mercado de un bien inmueble cualquiera ubicado en Lomas de Angelópolis, Puebla, empleando la herramienta de Taxonomía Numérica.

## **Capítulo 2. Taxonomía Numérica**

En este capítulo se habla sobre los métodos multivariados, la Taxonomía Numérica, las etapas del análisis en la Taxonomía Numérica, la selección de variables, la escala de medición de variables, la elección de la medida de asociación, la elección de la técnica de cluster, la representación gráfica de las técnicas de cluster y la construcción del modelo.

### **2.1. Métodos multivariados**

Los métodos multivariados, es decir, que emplean muchas variables, permiten la obtención de muy buenos resultados, pues pueden manejar más información que algunas otras herramientas de valuación.

Estos métodos multivariados se hacen mediante software especializado generalmente, pues requieren muchos cálculos matemáticos y estadísticos, aunque también es posible resolverlos manualmente mediante fórmulas.

Para poder dar solución a un ejercicio de forma manual, es necesario emplear conocimientos de álgebra, álgebra lineal, cálculo y estadística. Suelen ser necesarios varios procedimientos de estas áreas de la ciencia, por lo que existen hoy en día programas de computadora que ahorran mucho tiempo y trabajo. Ejemplo de

algunos son el Statgraphics, el IBM SPSS Statistics, el Minitab, entre otros.

Uno de los objetivos de esta tesis es la solución sencilla a problemas de valuación inmobiliaria, que además, puedan realizarse de manera rápida y eficiente, por lo que se empleará un software estadístico en el proceso.

Como comenta de Nezahualcoyotl Flores Lázaro, dentro de los métodos multivariados existen una serie de opciones (herramientas) para solucionar los diferentes tipos de problemas que se presenten, dependiendo el tipo, teniendo las siguientes alternativas:

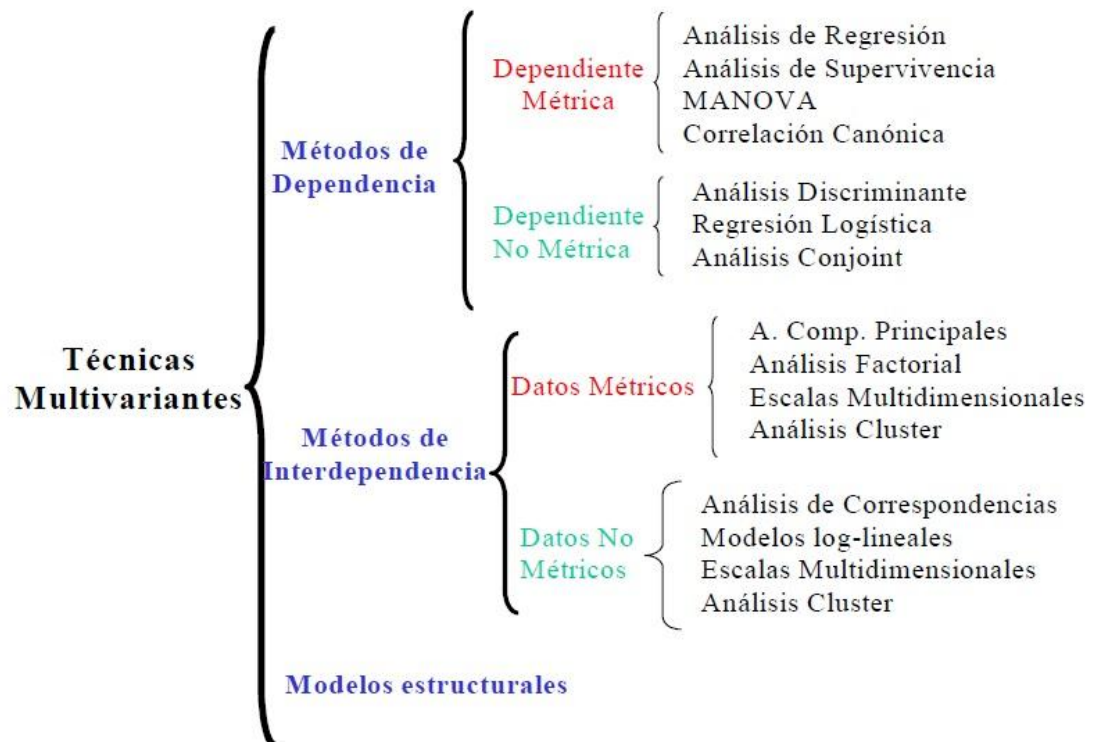


Figura 2.1 – Tesis de Nezahualcoyotl Flores Lázaro

## **2.2. Taxonomía Numérica**

Para el caso de la presente tesis, se empleará el método de Taxonomía Numérica, también conocida como Análisis de Cluster, Análisis de Grupos, Análisis de Conglomerados o Reconocimiento de Patrones.

El Análisis de Cluster es una herramienta estadística que permite agrupar variables o muestras.

El objetivo es crear varios grupos (clusters), de tal manera que todas las muestras de un mismo grupo sean lo más similares posibles pero diferentes a las muestras de los otros grupos.

En este método, la solución no es una sola, ya que depende del número de grupos que se formen, por lo que en el proceso se pueden tomar muchas decisiones que alterarán el resultado. Esto se logra al disminuir o aumentar el número de grupos, pues al hacerlo se varía la unidad de distancia entre los grupos.

Otro de los aspectos importantes que pueden afectar el resultado final, es el número de variables seleccionadas, ya que al aumentarlas o disminuirlas impactará en el modelo.

Se puede decir, por tanto, que el análisis de cluster es una técnica basada en las medidas de proximidad entre variables o muestras que han sido agrupadas.

## **2.3. Etapas del análisis en la Taxonomía Numérica**

Como todo proceso, debe realizarse con un cierto orden y considerando los aspectos importantes.



comprobar, pues de ello también dependerá si se seleccionan ciertas variables o no.

Es importante conocer el tipo de variables y las características que éstas pueden tener.

Los tipos de variables son dos, William Mendenhall y Terry Sincich las definen como:

- **Variable dependiente:** Es la variable por predecir o por modelar, se denota con el símbolo  $Y$ .
- **Variables independientes:** Son las variables que se utilizan para predecir o modelar  $Y$ , se denotan con los símbolos  $X_1, X_2$ , etc.

Pueden tener dos características según el valor que toman, William W. Hines y Douglas C. Montgomery las explican como:

- **Variables discretas:** Están asociadas al conteo. Los valores que toman este tipo de variables tienen saltos infinitos.
- **Variables continuas:** El valor en este tipo de variables puede ser cualquiera en un rango específico, es decir, en un tramo continuo.

## **2.6. Escala de medición de variables**

Otro factor importante es la escala de medición de las variables, puesto que en un estudio no solo las variables pueden tomar valores de mediciones, sino también valores que representen otro tipo de información. Para este caso, se debe tener una regla de asignación de

valores, es decir, que se asignará un valor diferente a cada respuesta diferente.

## **2.7. Elección de la medida de asociación**

Un análisis de clusters se puede realizar de dos maneras:

- Análisis de cluster por variables
- Análisis de cluster por individuos (muestras)

Es decir, se puede agrupar a los individuos (muestras) en grupos para hacer un análisis de cluster de los individuos, o bien, agrupar a las variables más parecidas para hacer un análisis de cluster de las variables.

Para el caso de un análisis de un problema de valuación, que es el caso de esta tesis, se realizará un agrupamiento de comparables, es decir, de individuos o muestras.

Una vez establecido si se agruparán las muestras o las variables, es necesario establecer una medida de proximidad o distancia entre ellos que cuantifique el grado de similaridad entre los objetos del grupo.

Estas son medidas numéricas que caractericen las relaciones entre las variables o los individuos. Cada una de estas medidas refleja la asociación en un sentido particular y es necesario seleccionar una medida apropiada para cada problema en concreto.



Esta medida de asociación puede ser una distancia o una similitud.

Cuando se elige una distancia como medida de asociación, los grupos formados contendrán individuos parecidos, de forma que la distancia entre ellos ha de ser pequeña.

Cuando se elige una medida de similitud, los grupos formados contendrán individuos con una similitud alta entre ellos.

Dependiendo del tipo de análisis que se realiza, ya sea por variables o por individuos, existen distintas medidas de asociación, aunque técnicamente, todas las medidas pueden utilizarse en ambos casos. Se mencionarán algunas de ellas:

Medidas de asociación para variables:

- Coseno del ángulo de dos vectores
- Coeficiente de correlación
- Medidas para datos dicotómicos (Ochiai, Medida  $\phi$ , Medida de Russell y Rao, Medida de Parejas Simples, Medida de Jaccard, Medida de Dice, Medida de Rogers-Tanimoto).

Medidas de asociación para muestras o individuos:

- Distancia euclídea
- Distancia de Minkowski
- Distancia City Block (o bloque)
- Distancia de Tchebychev o del máximo
- Distancia de Mahalanobis

- Distancia  $\chi^2$

El propósito de esta tesis no es explicar cada una de estas medidas, puesto que existen muchas y sus cálculos son complicados. Ya que se empleará un software estadístico, en su momento se analizará la mejor opción que brinde el programa.

## **2.8. Elección de la técnica de cluster**

Otro aspecto importante a considerar, es la elección de la técnica de agrupamiento que se empleará, ya que también existen muchas opciones. Esto se refiere a la manera en que se irán formando los grupos.

Existen técnicas jerárquicas y no jerárquicas:

- **Jerárquicas.** Su objetivo es agrupar individuos o clusters para formar uno nuevo, o separar alguno ya existente para dar origen a otros dos de forma que se maximice una medida de similaridad o se minimice alguna distancia. Permiten construir árboles de clasificación, también llamados dendogramas.
- **No Jerárquicos.** Están diseñados para la clasificación de individuos (no de variables) en K grupos. El procedimiento es elegir una partición de los individuos en K grupos e intercambiar los miembros de los clusters para tener una partición mejor.

Un artículo del departamento de Estadística e I.O. de la Universidad de Granada, agrupa las técnicas de agrupamiento de la siguiente manera:

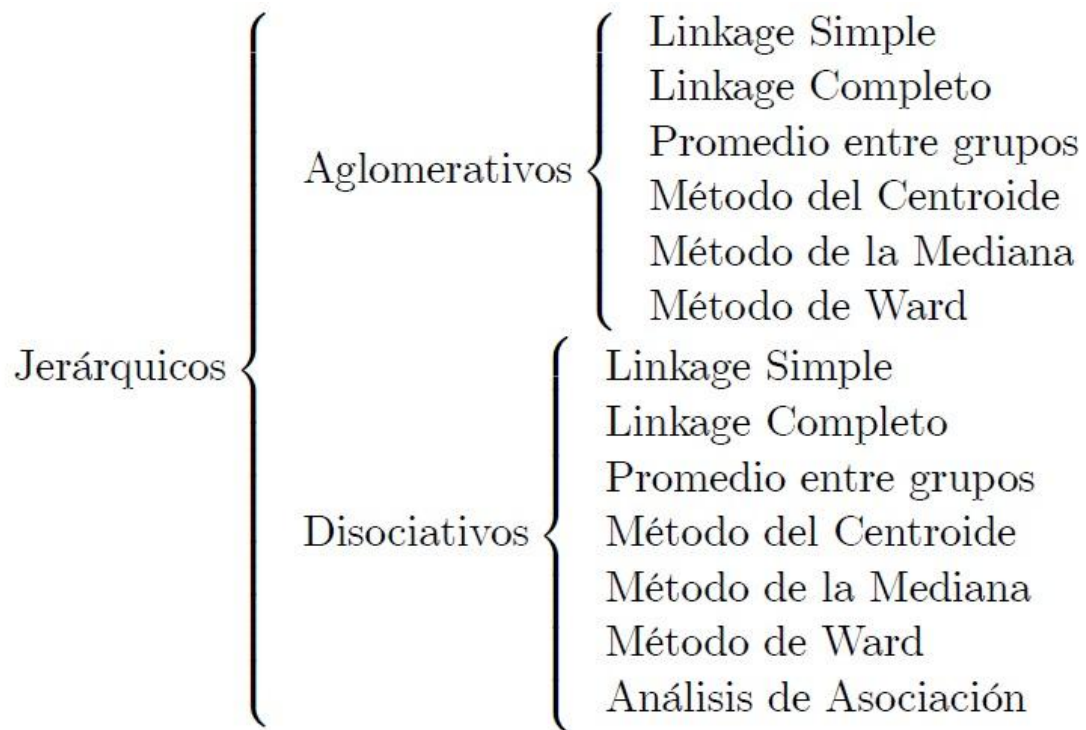


Figura 2.2. (<http://www.ugr.es/~bioestad/>)

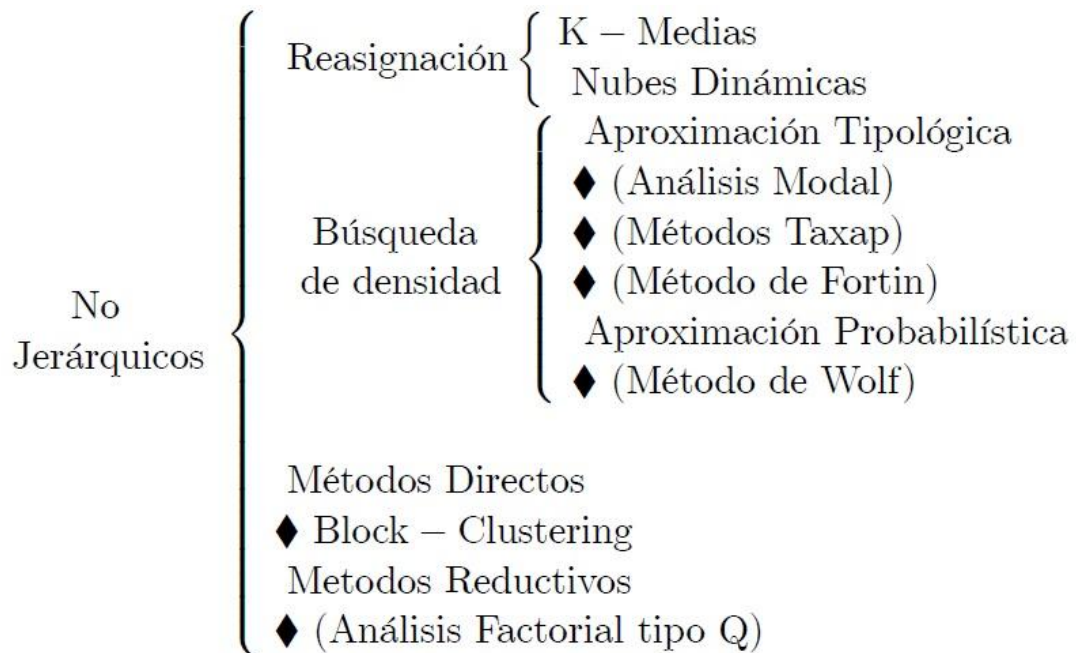


Figura 2.3. (<http://www.ugr.es/~bioestad/>)

Cada uno de estos métodos tiene bases matemáticas y resultan complicados de analizar y desarrollar. Al emplear el software estadístico se ahorrará mucho tiempo y trabajo.

Por tal motivo, más adelante se analizará con dicho software la mejor opción para resolver el caso que a esta tesis compete.

## 2.9. Representación gráfica de las técnicas de cluster

Una vez realizada la técnica de agrupamiento, se procede a la elaboración de una gráfica que permita analizar mejor el comportamiento de los datos. Este tipo de gráfica se conoce como dendogramas:

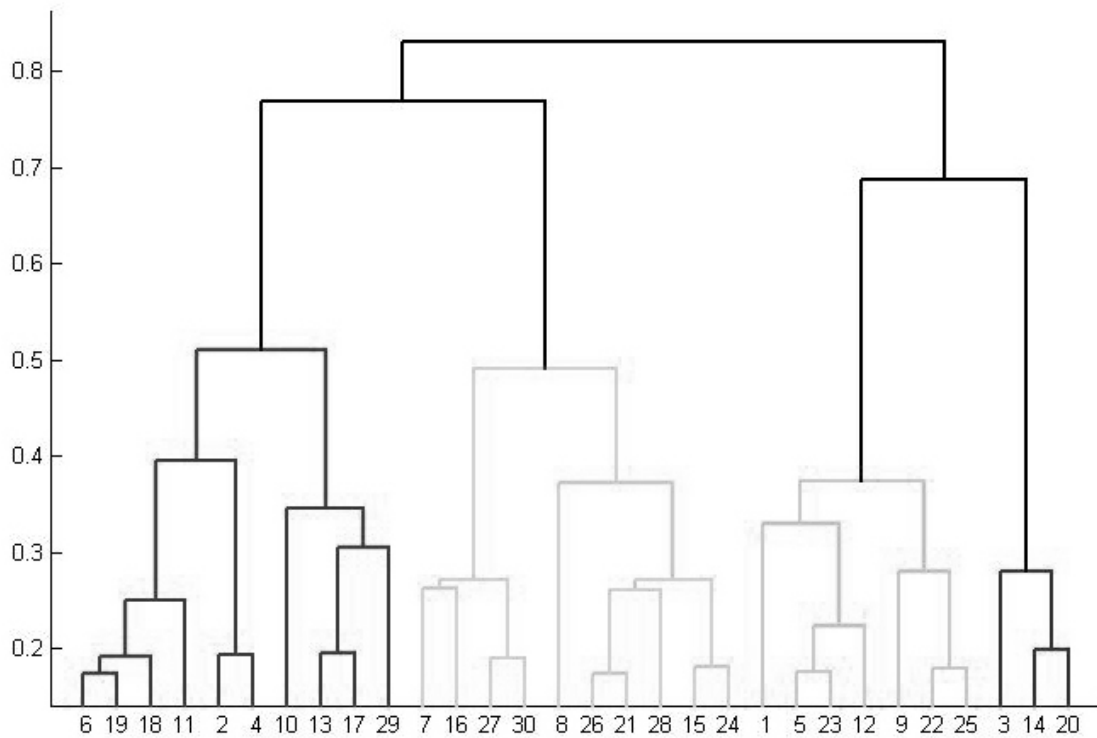


Figura 2.4. ([http://www.mathworks.com/cmsimages/62107\\_wl\\_stat\\_fig8\\_wl.jpg](http://www.mathworks.com/cmsimages/62107_wl_stat_fig8_wl.jpg))

En los dendogramas se pueden apreciar los datos y como se agrupan. Las ramas inferiores muestran diferencias pequeñas y las superiores diferencias grandes generalmente, sin embargo, las ramas inferiores pueden mostrar grandes diferencias y las ramas superiores pequeñas diferencias, lo que permite deducir que no es un agrupamiento muy eficiente, por lo que habría que tomar precauciones como comenta Netzahualcoyotl Flores Lázaro.

También menciona que es un gran problema seleccionar el número de grupos, pues no existe un proceso objetivo para esto. Así mismo comenta, la mejor opción es calcular diferentes maneras para agrupar las muestras, para así poder posteriormente decidir la mejor opción.

## 2.10. Construcción del modelo

Como comenta Netzahualcoyotl Flores Lázaro, el modelo se construye de manera similar al de un modelo de regresión. Sin embargo, deben considerarse en el proceso las siguientes cuestiones:

- **Variable de confusión.** La “confusión” se presenta cuando la relación entre dos variables se altera de forma importante si se considera una tercera.
- **Interacción.** Se dice que existe “interacción” en la relación entre dos variables cuando los valores de una tercera la afectan, es decir, la magnitud de la relación es diferente según los niveles de la tercera variable.
- **Valores anómalos.** Son datos que parecen extraños y parecen no seguir el patrón de los demás. Si se graficaran estos datos, los datos anómalos estarían lejos de los demás. Algunas veces son errores de captura y otras veces información inservible, puesto que de emplearlo alteraría los resultados. Una manera sencilla de saberlo, es haciendo un análisis de regresión.
- **Validación del modelo.** Los modelos pueden ser validados con el fin de evaluar su fiabilidad. Una forma de hacerlo es calculando el coeficiente de correlación.

## **Capítulo 3. Desarrollo del modelo de Taxonomía Numérica**

Este capítulo habla sobre las bases para el desarrollo del modelo y el estudio de mercado.

### **3.1. Bases para el desarrollo del modelo**

Para poder realizar un buen trabajo, es importante conocer y determinar todas las características que se requieren, como son:

- Conocer la zona (Lomas de Angelópolis)
- Determinar las condiciones necesarias
- Determinar las variables requeridas

#### **3.1.1. Lomas de Angelópolis**

Lomas de Angelópolis es un fraccionamiento que desarrolló el Grupo Proyecta hace algunos años y que actualmente es la zona con mayor crecimiento, demanda y plusvalía de la ciudad.

Se encuentra ubicado al surponiente de la ciudad de Puebla. Se llega por las vialidades más importantes, como son la Vía Atlixcayotl y el Periférico Ecológico.

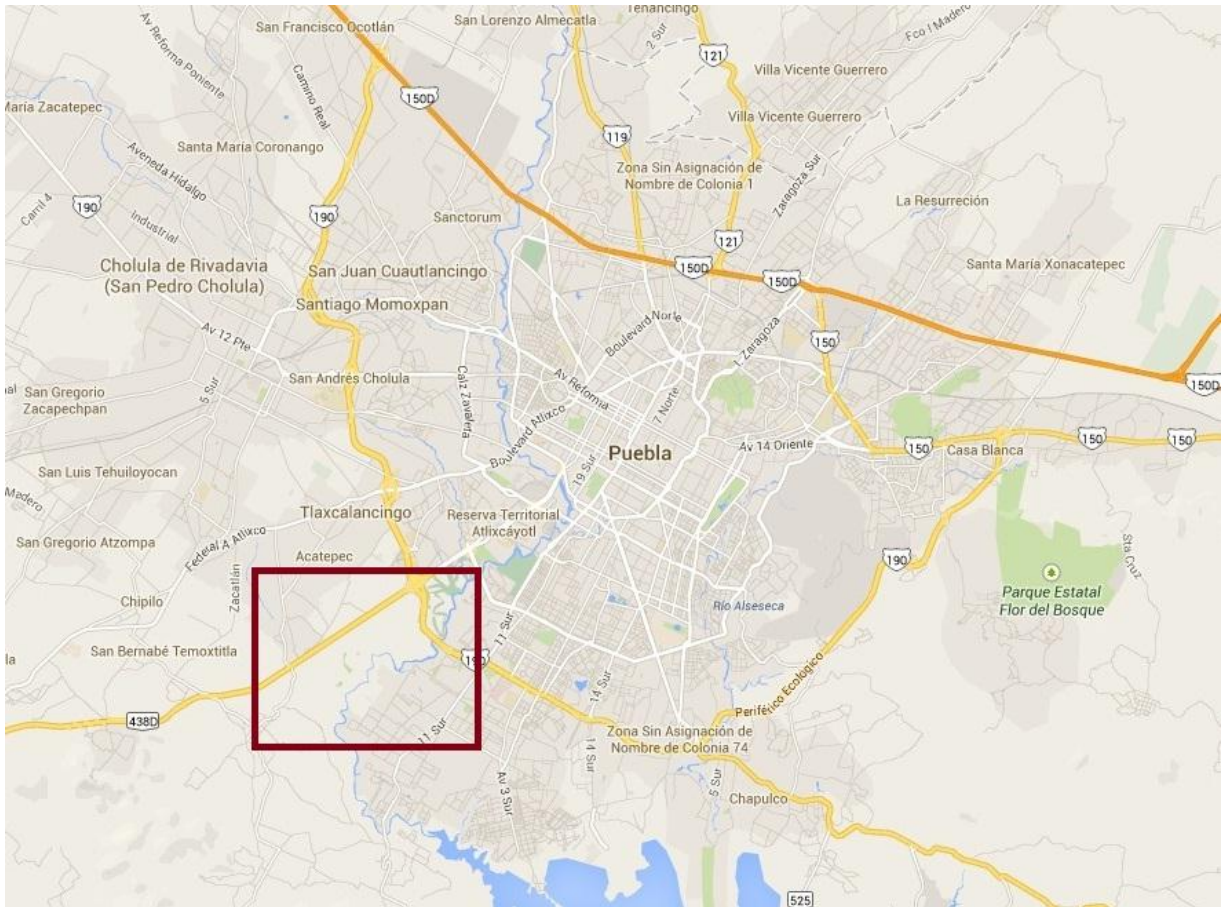


Figura 3.1 - <https://maps.google.com>

Comenzó siendo un desarrollo de uso habitacional para la clase media y media-alta, con casas de tipo medio y semilujo. Pronto se convirtió en el fraccionamiento más buscado por la gente de la ciudad, dando paso a la ampliación del mismo. Se construyeron, por tanto, nuevas etapas.

El crecimiento tan repentino se debió a la infraestructura que ofrece, la calidad de servicios, a la imagen y a los planes de financiamiento que manejaron desde el principio, además de manejar campañas publicitarias que lo ubicaban como el desarrollo de moda y el que ofrecía cierto status social.



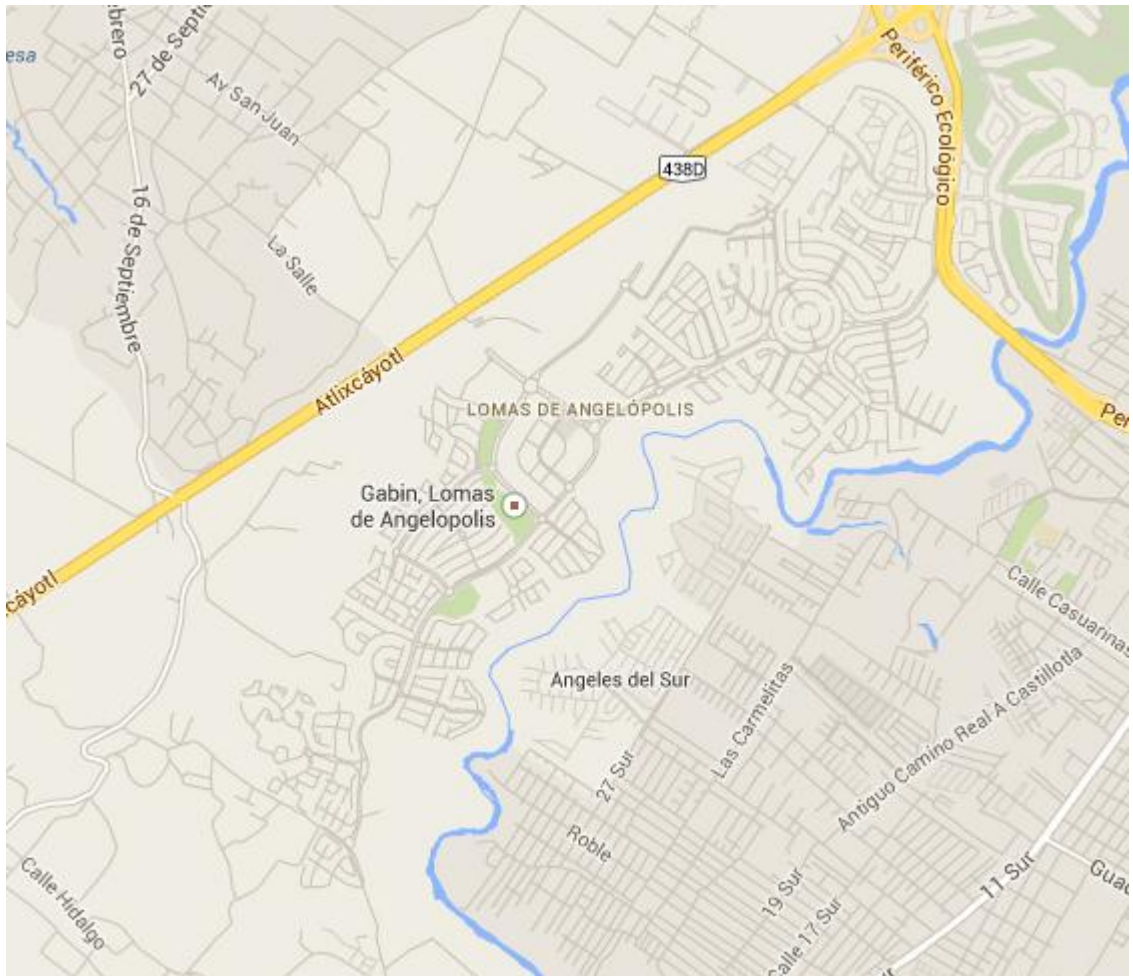


Figura 3.2 - <https://maps.google.com>

Actualmente cuenta con cuatro etapas, la última aún en desarrollo: Lomas de Angelópolis I, Lomas de Angelópolis II, Lomas de Angelópolis Zona Azul (III) y Lomas de Angelópolis Cascatta (IV).

Cada nueva etapa ha dado paso a casas habitación de menor tamaño, menor calidad y menor costo, en general, aunque hay excepciones.

Dado el crecimiento que ha tenido, también se han creado más espacios, como son: diversas áreas verdes, áreas de juegos, andadores, áreas comerciales, hoteles, áreas para escuelas, entre otros, ofreciendo una propuesta de status, comodidad y buena calidad de vida.

A la fecha, con sus cuatro etapas, cuenta con cientos de hectáreas y lotes, que van desde pequeños de aproximadamente 128 m<sup>2</sup> hasta 500 m<sup>2</sup> o más.

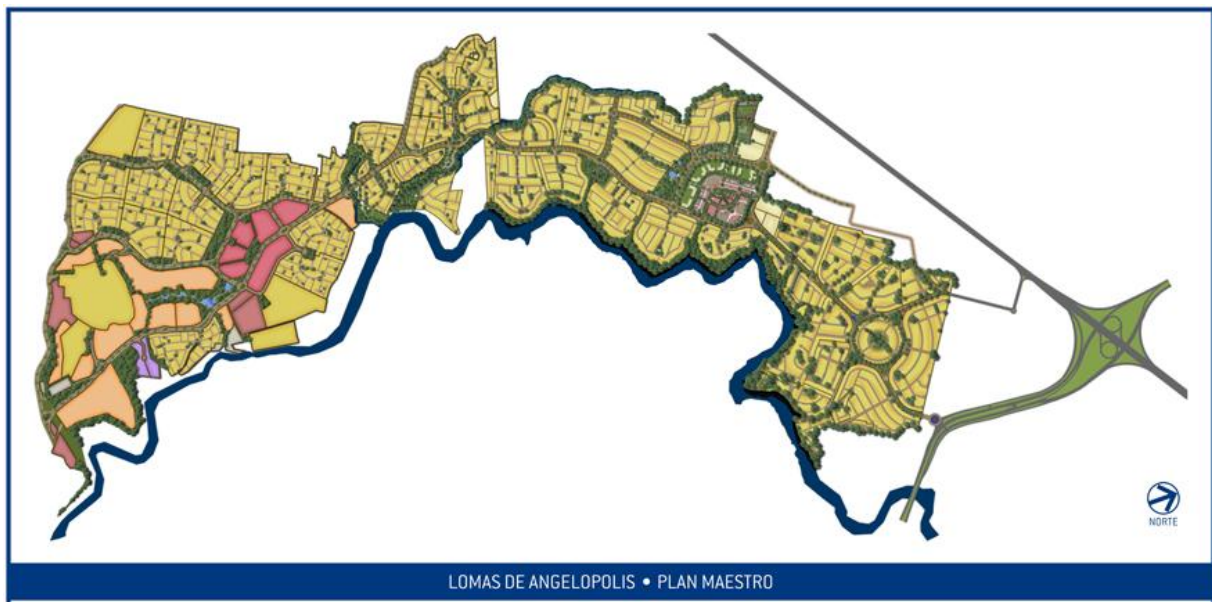


Figura 3.3 - <http://www.cascatta.com/img/int/mapa.jpg>

### **3.1.2. Determinación de las condiciones necesarias**

Es importante destacar, que lo que se pretende es eliminar la subjetividad que conlleva la determinación del valor de mercado por la herramienta de homologación, que es, como se mencionó

anteriormente, la más utilizada en los avalúos comerciales aquí en Puebla.

Por tanto, es indispensable hacer un buen estudio de mercado, sobretodo, obtenerlo de fuentes confiables, pues existen páginas de internet o en medios escritos, dónde se ofertan inmuebles con información errónea y/o manipulada.

Afortunadamente existen también páginas o publicaciones donde se venden casas habitación en esta zona, que ofrecen muy buena información.

Por otro lado, es de suma importancia conocer el inmueble a valorar, así como hacer una buena cuantificación de los metros cuadrados de construcción del mismo sobre el plano proporcionado, pues algunas constructoras suman superficies como volados o incluso el área de la losa de la cisterna, como área vendible o habitable.

Una ventaja que existe hoy en día, es la obtención de información de páginas de internet, pues además de conocer los datos necesarios de los inmuebles comparables, como son superficies y ubicación, también es posible ver imágenes con la calidad de acabados que poseen. Esto nos puede ayudar a la hora de elegir qué comparables emplear para cada caso.

### **3.1.3. Determinar las variables requeridas**

La herramienta de regresión múltiple permite el análisis de muchas variables. Sin embargo, lo que se pretende es obtener un modelo que sea fácil de emplear para cualquier valuador, lo que

significa también que la información necesaria sea sencilla de obtener así como confiable, por lo que es importante determinar que variables se utilizarán.

Hay unidades de valuación que consideran importante la obtención de datos de cada comparable como longitud del frente, pendiente del terreno, entre otros, pero dado que es difícil obtener esta información, no se considerarán este tipo de variables.

Existen otras unidades de valuación que incluso emplean factores de homologación para el número de recámaras, baños o número de lugares de estacionamiento. Esta información es posible obtenerla casi siempre, sin embargo, no es una práctica que se lleve a cabo en todos los formatos de avalúos.

Por otro lado, si se tuviera un inmueble atípico para valorar, como por ejemplo, que no tuviera cochera, resultaría complicado encontrar comparables que no la tuvieran. Por tanto, lo más sencillo es obtener el valor de mercado por alguna herramienta y multiplicarlo por un factor de demérito. Esto es posible y justificable, ya que habrá menos gente interesada en un inmueble atípico, lo que lo hará menos comercial. De cualquier manera, esta variable, de los lugares de estacionamiento, se considerará para ver si existe alguna relación con el valor de un inmueble.

Por tanto, la información de las variables útiles que se pueden obtener generalmente de un inmueble en venta son:

- **Ubicación.** Dado que el valor unitario de terreno varía tanto entre cada etapa del fraccionamiento, es importante analizarlo.

- **Metros cuadrados de terreno.** El valor de esta variable representa una buena parte del valor de un bien inmueble.
- **Metros cuadrados de construcción.** El valor de esta variable generalmente representa la mayor parte del valor de un bien inmueble.
- **Edad.** Aunque la mayoría de los inmuebles en venta son nuevos, existen avalúos de casas ya usadas. Generalmente el factor de edad tiene un impacto importante en el valor del inmueble.
- **Ubicación del lote (Lote).** Siempre tiene mayor valor un lote y/o construcción mientras tenga más frentes a la calle. Los más comunes son los medianeros. A los ubicados en esquina siempre se les premia. Los ubicados en cabecera de manzana y manzana completa también son premiados con un factor, sin embargo, por ser poco comunes en la zona quedarán fuera para la elaboración de esta tesis.
- **Número de recámaras.** Puede que exista una relación importante con el precio del bien inmueble.
- **Número de baños.** Los baños son de las áreas de una casa que tienen mayor costo, junto con la cocina, dado que requieren muchas instalaciones y accesorios que elevan el valor.
- **Estacionamiento.** Espacio disponible para alojar un determinado número de vehículos dentro del área privativa de la vivienda. No se consideran los espacios que queden fuera de esta área, como por ejemplo, cajones de estacionamiento comunes o en la calle frente al inmueble.

- **Roof garden.** Actualmente muchas casas cuentan con este espacio, que si bien no se contempla en los metros cuadrados de construcción, si representa un costo extra, lo que seguramente representa un incremento en el precio de venta.
- **Precio.** Es una de las variables más importantes de conocer.

Se pudieran analizar otro tipo de variables, como son si el comparable cuenta con cocina equipada (cocina integral) y si tiene closets, entre otros, pero dado que en este tipo de inmuebles y en la zona todos los comparables los tienen, se hace innecesario el análisis de estos aspectos.

Cabe destacar, que la variable estado de conservación, a pesar de ser comúnmente utilizada en muchos (o la mayoría) formatos de avalúos, se omitirá para el presente análisis, debido a que todos los comparables encontrados para el estudio de mercado son en su mayoría nuevos y, los usados, especificaban muy buen estado de conservación, tanto en la descripción como en las fotografías. Además, al existir tanta oferta en la zona, los inmuebles usados en venta deben ser reparados o recibir mantenimiento al menos.

### **3.2. Estudio de mercado**

Es de suma importancia conocer los requisitos y elementos necesarios para obtener un buen estudio de mercado, ya que éste debe ser tanto útil como confiable.

### **3.2.1. Requisitos para la obtención del estudio de mercado**

Para poder llevar a cabo una base de datos apropiada con el estudio de mercado, es importante determinar las características que esta debe tener, así como los valores posibles que pueden tomar cada una de las variables.

Se puede emplear inicialmente una hoja de cálculo para la base de datos, pues de esta manera es sencillo el uso y manipulación de la información.

Por otro lado, dado que existe mucha oferta en la zona, es posible la obtención de un gran número de comparables. Sin embargo, el propósito es la obtención de un modelo que brinde buenos resultados con un modelo sencillo de elaborar. No serviría un proceso largo y complicado de desarrollar, pues no sería redituable la elaboración de avalúos con esta herramienta.

Por tanto, se obtendrán doce comparables. De esta manera será posible la eliminación de algunos a la hora de analizarlos por si llegaran a ser incompatibles con el sujeto. La SHF, pide se empleen seis comparables para la obtención del valor de mercado como mínimo, por lo que se deberá cumplir también para este caso.

### **3.2.2. Estructura de las variables**

Es importante determinar los valores que las diferentes variables puedan tomar, pues de ello depende hacer una base de datos con información confiable y estandarizada, que permita la obtención de resultados confiables.

Variables:

**Ubicación.** Esta característica es importante, pues aunque todo el estudio de mercado será de la misma zona (Lomas de Angelópolis), existen grandes diferencias de valores de terreno en cada cluster, principalmente entre cada una de las etapas de desarrollo del fraccionamiento. Por lo tanto, se presenta a continuación en forma de tabla los diferentes clusters que existen en el conjunto:

Valor	Etapas	Clusters
1	Lomas de Angelópolis I	La Isla, 222, 333, 444, 555, 777, 888, 999, 10-10, 10-10A, 11-11-11, 1212 y Privanza
2	Lomas de Angelópolis II	Sonata, Parque Veneto, El Deseo, Vista Marques Residencial, Parque Victoria, Parque Terranova, Puebla Blanca, Parque de La Plata, Parque Castellana, Parque del Cairo y Parque del Nilo
3	Lomas de Angelópolis Zona Azul (III)	Parque Santiago, Parque San Juan, Parque Santo Domingo, Jardines de Las Lomas, Parque Habana y Parque Lima
4	Lomas de Angelópolis Cascatta (IV)	Parque Durango, Parque Nuevo León, Parque Coahuila, Parque Chihuahua, Parque Sonora, Parque Baja California Sur, Parque Provenza, Parque Querétaro, Parque



	<p>Zacatecas, Parque Guanajuato, Parque Michoacán, Parque Jalisco, Parque Potosí, Parque Colima, Parque Nayarit, Parque Tlaxcala, Parque Anáhuac, Gran Reserva, Isla Cedros, Isla Blanca, Parque Campeche, Parque Yucatán, Jardines de Las Lomas Cascatta, Parque Hidalgo, RUBA, Parque Quintana Roo, Parque Cuernavaca y los nuevos clusters que aún se encuentran en desarrollo.</p>
--	--

Gráficamente se ubican:

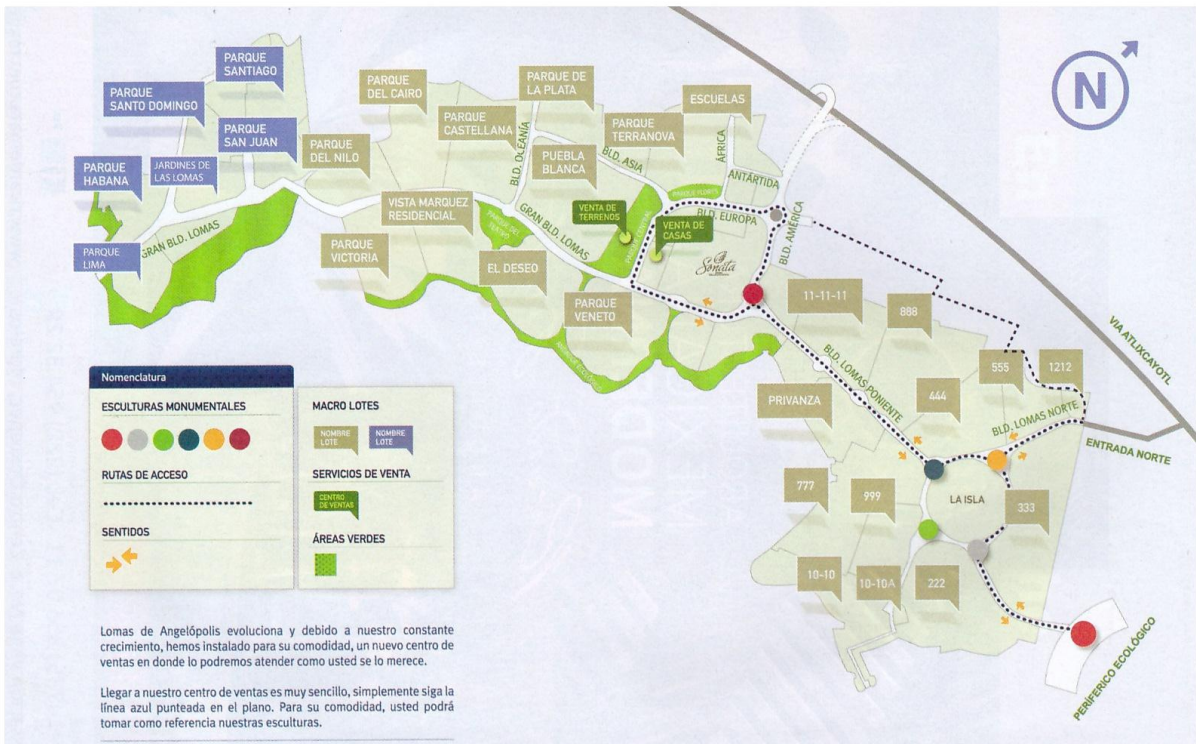


Figura 3.4 – Lomas de Angelópolis I, II y Zona Azul (Mi Casa en Lomas No. 25, Sept-Nov 12)



Figura 3.5 – Lomas de Angelópolis Cascatta  
 (<http://www.lomasdeangelopolis.mx/terrenoslomas.php>)

**Metros Cuadrados de Terreno.** Número de hasta dos decimales. Este valor se refiere al área de terreno privativo de la vivienda. No se deberán contemplar las áreas comunes de terreno (la del cluster ni la de todo el conjunto).

**Metros Cuadrados de Construcción.** Numero de hasta dos decimales. Representa los metros cuadrados cubiertos de construcción de la vivienda.

**Edad.** Número entero. Edad en años que el inmueble ha sido habitado. Para el caso de viviendas nuevas el valor es de cero.

**Ubicación del lote (Lote).** Número entero. Con dos posibles valores, uno (1) para un lote medianero y dos (2) para un lote en esquina. Se dejan fuera los tipos de lote de interiores por no existir en el conjunto, y los ubicados en cabeceras de manzana y en manzana completa por ser poco comunes o atípicos en la zona.

**Número de recámaras.** Número entero.

**Número de baños.** Número de hasta un decimal. Los baños completos se cuentan como unidad y los medios baños como media unidad (0.5).

**Estacionamiento.** Número entero. Se refiere al número de vehículos que es posible estacionar dentro del área privativa de la vivienda. Quedan excluidos los espacios ubicados en áreas comunes o en la calle, frente al inmueble.

**Roof Garden.** Número entero. Dos posibles valores: cero (0) para el caso de las viviendas que no cuenten con este espacio y uno (1) para las que si lo tengan.

**Precio.** Número entero. Valor en que el bien inmueble es ofertado.

### **3.2.3. Obtención del estudio de mercado**

Una vez que se han delimitado los requisitos, se procede a la obtención de los comparables bajo los lineamientos que anteriormente se han mencionado.

Se anexan fichas de los comparables con información más detallada en los anexos.

La base de datos con toda la información se muestra a continuación:

Comparable	Precio	Terreno	Construcción	S/m <sup>2</sup>	Ubicación	Edad	Lote	Recámaras	Baños	Estacio- namiento	Roof Garden
1	2,150,000.00	128.00	178.00	12,078.65	4	0	1	3	2.5	2	0
2	3,530,000.00	200.00	255.00	13,843.14	3	0	1	3	3.5	2	0
3	2,440,000.00	147.00	179.00	13,631.28	3	0	1	3	2.5	2	0
4	2,150,000.00	128.00	177.00	12,146.89	4	0	1	3	2.5	2	0
5	6,500,000.00	430.00	315.00	20,634.92	2	0	1	4	6.0	4	1
6	2,090,000.00	127.00	185.00	11,297.30	3	0	1	3	3.5	2	1
7	3,600,000.00	193.44	338.00	10,650.89	1	0	1	3	4.5	2	0
8	2,224,000.00	136.00	174.00	12,781.61	3	0	1	3	2.5	2	0
9	2,390,000.00	145.00	185.00	12,918.92	4	0	1	3	3.5	2	0
10	4,150,000.00	204.00	314.00	13,216.56	1	0	2	3	4.5	2	1
11	3,860,000.00	263.50	260.97	14,790.97	2	0	2	3	4.5	2	1
12	4,100,000.00	278.00	304.00	13,486.84	2	0	2	3	3.5	2	0

Figura 3.6 - Concentrado del Estudio de Mercado (Base de Datos)

## **Capítulo 4. Aplicación del modelo de Taxonomía Numérica**

Este capítulo trata sobre la aplicación del modelo, de los preliminares, de la selección de variables, del modelo para el análisis por Taxonomía Numérica, una propuesta de un segundo modelo y la propuesta de un tercer modelo.

### **4.1. Preliminares**

Los métodos multivariados han demostrado ser una buena herramienta para el cálculo del valor de un bien inmueble por el método del enfoque de mercado. Existen diversos artículos y estudios que así lo demuestran.

Para el caso de la presente tesis, se estudia la zona de Lomas de Angelópolis, como anteriormente se mencionó.

Al ser una zona relativamente nueva y de moda, existen infinidad de comparables que pueden servir para el estudio.

Sin embargo, el problema principal radica en la gran diferencia que existe en los precios de las casas habitación, pues se pueden ver casos que empiezan en los 11,000 pesos por metro cuadrado de construcción, hasta 14,000 pesos o más. Por este motivo, es de interés ver si la herramienta de Taxonomía Numérica funciona para la solución de avalúos de bienes inmuebles en la zona.

Un punto importante a considerar, es que debe ser una herramienta que permita obtener un resultado confiable. Sin

embargo, debe ser también una herramienta sencilla y rápida de desarrollar, pues de lo contrario no sería factible su uso en cualquier despacho de valuación y/o unidad de valuación.

#### **4.2. Selección de variables**

El primer paso para desarrollar propiamente el modelo de Taxonomía Numérica, es la selección de variables. Estas han sido seleccionadas y explicadas en el capítulo anterior, sin embargo, es importante destacar:

- La columna \$/m<sup>2</sup> (precio por metro cuadrado de construcción) no será utilizada para el presente estudio, puesto que esta variable es obtenida de otras dos, que son el precio y los metros cuadrados de construcción. Por tal motivo, no se empleará, pues puede llegar a interferir en el resultado.
- La variable edad también será eliminada. Al no encontrar comparables con información confiable sobre esto, todos fueron de casas habitación nuevas, y dado que el sujeto también es nuevo, se eliminará esta columna de datos.

#### **4.3. Modelo para el análisis por Taxonomía Numérica**

Una vez que se conocen todos los requisitos, se procede a la captura de la información en el software estadístico para que puedan ser analizados.

Para la presente tesis se ocupará el programa Statgraphics Centurion XVI.I.



Se captura la información del sujeto también, que se muestra como la muestra 13.

Los datos capturados en el software se ven de la siguiente manera:

	Precio	Terreno	Construcción	Ubicación	Lote	Recámaras	Baños	Estacionamiento	Roof Garden	Etiqueta
	Y	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	
1	2150000.00	128.00	178.00	4	1	3	2.5	2	0	Comparable 1
2	3530000.00	200.00	255.00	3	1	3	3.5	2	0	Comparable 2
3	2440000.00	147.00	179.00	3	1	3	2.5	2	0	Comparable 3
4	2150000.00	128.00	177.00	4	1	3	2.5	2	0	Comparable 4
5	6500000.00	430.00	315.00	2	1	4	6.0	4	1	Comparable 5
6	2090000.00	127.00	185.00	3	1	3	3.5	2	1	Comparable 6
7	3600000.00	193.44	338.00	1	1	3	4.5	2	0	Comparable 7
8	2224000.00	136.00	174.00	3	1	3	2.5	2	0	Comparable 8
9	2390000.00	145.00	185.00	4	1	3	3.5	2	0	Comparable 9
10	4150000.00	204.00	314.00	1	2	3	4.5	2	1	Comparable 10
11	3860000.00	263.50	260.97	2	2	3	4.5	2	1	Comparable 11
12	4100000.00	278.00	304.00	2	2	3	3.5	2	0	Comparable 12
13	2077000.00	200.08	155.00	4	2	2	2.5	2	0	Sujeto

Figura 6.1 – Base de datos en el programa Statgraphics

A continuación se procede con el análisis de grupos, para ello se puede ejecutar la opción del StatWizard, que muestra un menú con los comandos y análisis que ofrece el programa. Otra manera de realizar la función es directamente con el ícono en la barra de herramientas.

Se selecciona, por tanto, el “Análisis de Conglomerados”, que es el objetivo. El programa muestra el siguiente cuadro de diálogo, donde permite seleccionar tanto el método que aplicará, como la distancia.



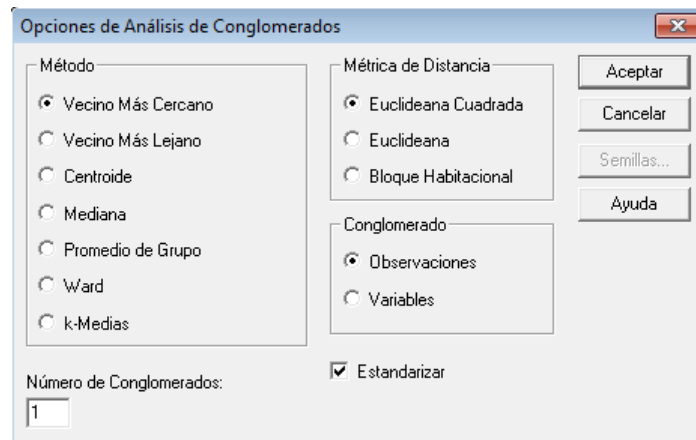


Figura 6.2 – Opciones de Análisis de Conglomerados

Se selecciona las opciones que tiene preestablecidas (método del vecino más cercano y la distancia euclídeana cuadrada). El dendograma que ofrece el programa es el siguiente:

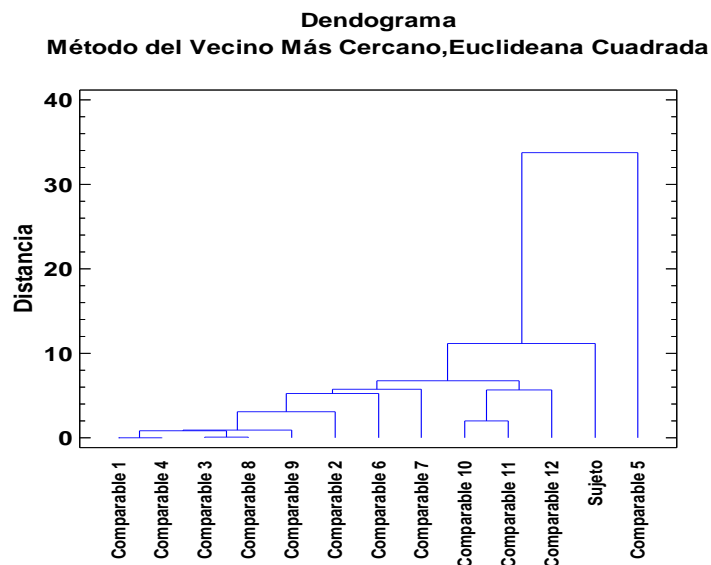


Figura 6.3 – Dendograma

Dado que es muy sencillo de operar, es posible ejecutar otros análisis, de tal manera que se puedan apreciar mejor las diferentes soluciones.

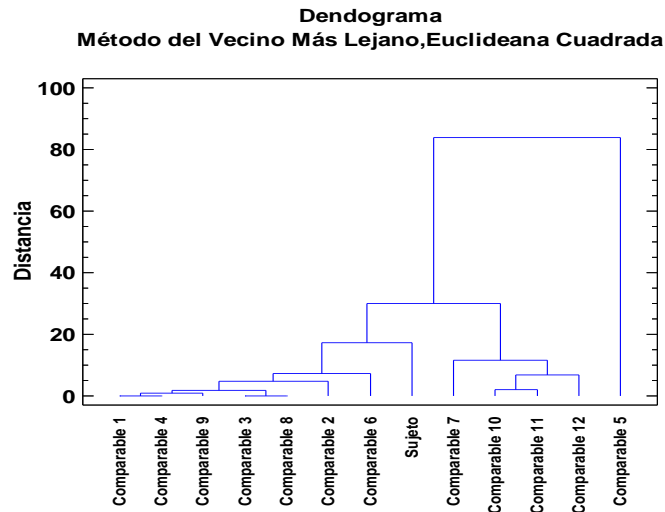


Figura 6.4 – Dendograma

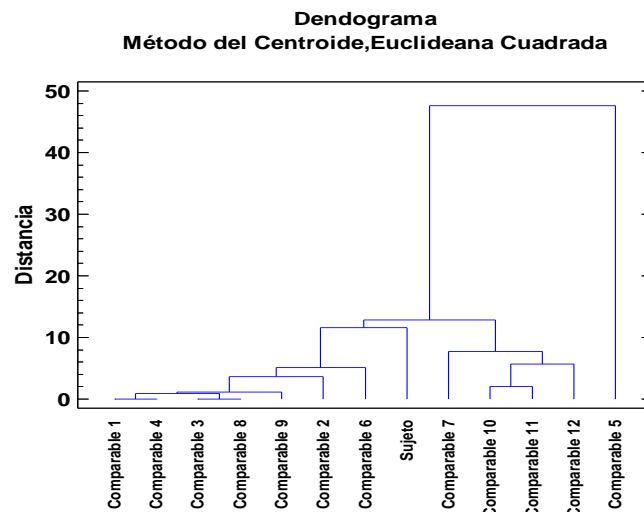


Figura 6.5 – Dendograma

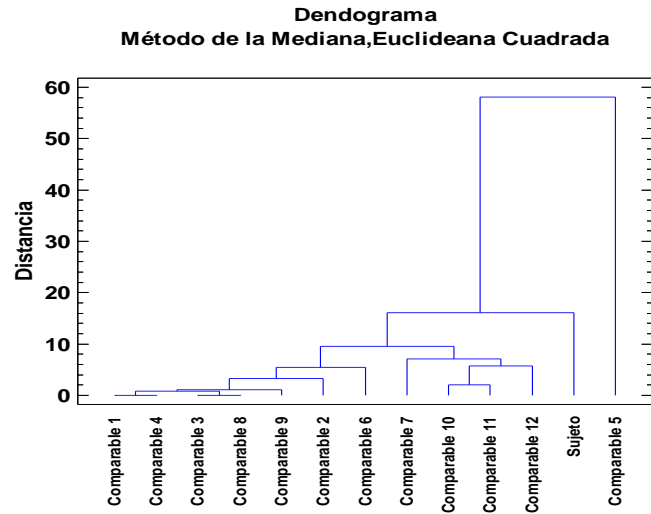


Figura 6.6 – Dendograma

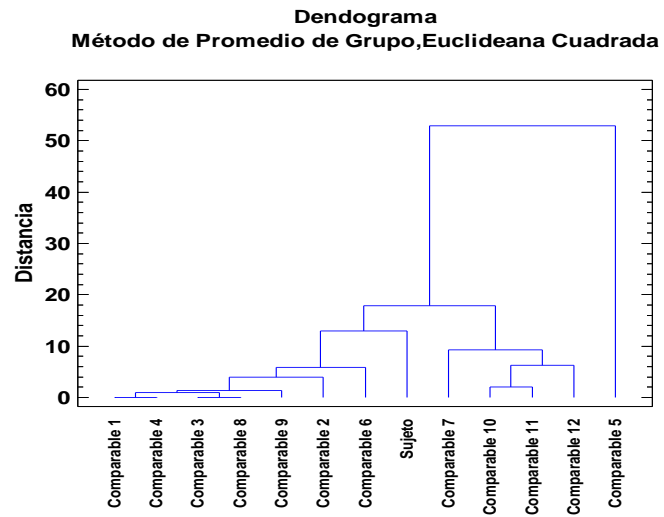


Figura 6.7 – Dendograma

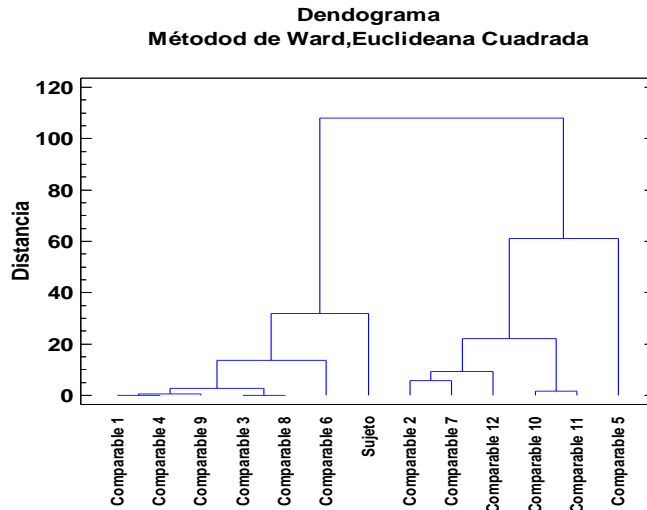


Figura 6.8 – Dendograma

No fue posible la elaboración del dendograma por el método de las k-medias.

Los dendogramas realizados por los diferentes métodos permiten hacer las siguientes observaciones:

- Todos los dendogramas tienen una forma similar, excepto el del método de Ward.
- El comparable 5 forma un grupo diferente en todos los casos, es decir, no se agrupa con ningún otro comparable, por lo que deberá ser eliminado. Además, en un avalúo realizado por la herramienta de homologación, este comparable también debería ser eliminado dado que se sale del rango, tanto del precio como de las superficies.

Según la información consultada en la bibliografía, el método de Ward es el más utilizado, pues maximiza la homogeneidad dentro de los grupos. Esto porque plantea todas las posibles fusiones en cada etapa y elige la que maximiza la homogeneidad.

Por lo tanto, se elimina el comparable 5 y se vuelve a hacer una corrida del modelo. La base de datos en el software queda de la siguiente manera:

	Precio	Terreno	Construcción	Ubicación	Lote	Recámaras	Baños	Estacionamiento	Roof Garden	Etiqueta
	Y	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	
1	2150000.00	128.00	178.00	4	1	3	2.5	2	0	Comparable 1
2	3530000.00	200.00	255.00	3	1	3	3.5	2	0	Comparable 2
3	2440000.00	147.00	179.00	3	1	3	2.5	2	0	Comparable 3
4	2150000.00	128.00	177.00	4	1	3	2.5	2	0	Comparable 4
5	2090000.00	127.00	185.00	3	1	3	3.5	2	1	Comparable 6
6	3600000.00	193.44	338.00	1	1	3	4.5	2	0	Comparable 7
7	2224000.00	136.00	174.00	3	1	3	2.5	2	0	Comparable 8
8	2390000.00	145.00	185.00	4	1	3	3.5	2	0	Comparable 9
9	4150000.00	204.00	314.00	1	2	3	4.5	2	1	Comparable 10
10	3860000.00	263.50	260.97	2	2	3	4.5	2	1	Comparable 11
11	4100000.00	278.00	304.00	2	2	3	3.5	2	0	Comparable 12
12	2077000.00	200.08	155.00	4	2	2	2.5	2	0	Sujeto

Figura 6.9 – Base de datos

Nuevamente se procede con la ejecución del análisis de conglomerados, nuevamente por el método de Ward. Esta vez se seleccionan diferentes formas de calcular las distancias.

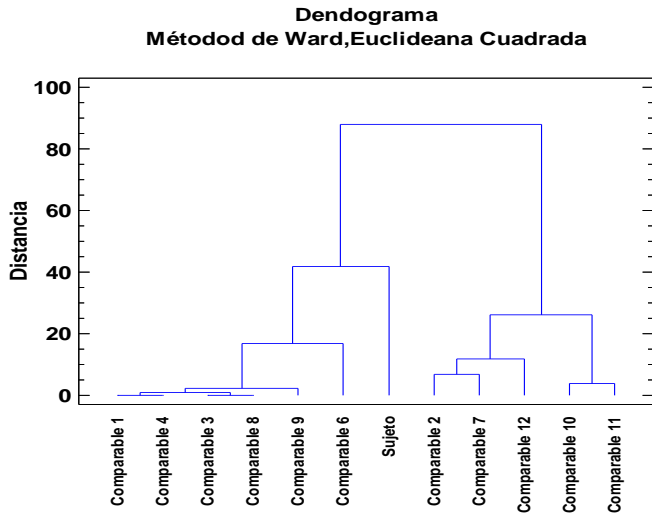


Figura 6.10 – Dendograma

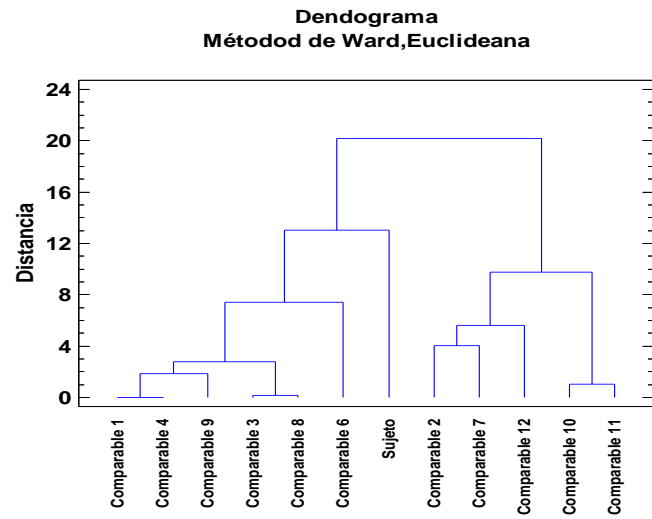


Figura 6.11 – Dendograma

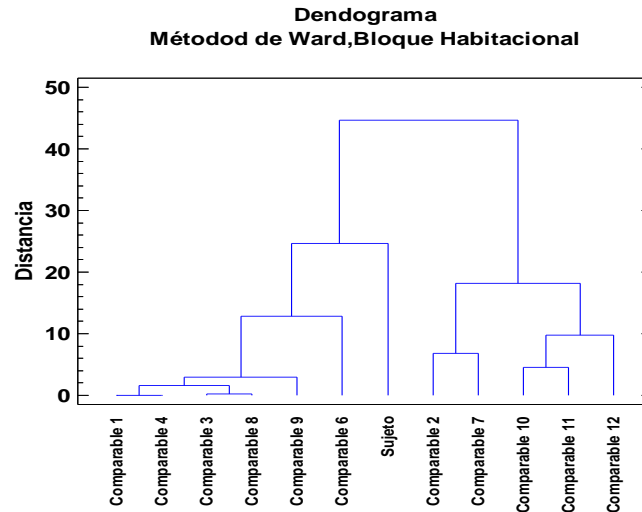


Figura 6.12 – Dendograma

Al analizar los dendogramas se aprecia que los comparables 6, 9 y 12 forman grupos individuales en esta ocasión. A pesar de que las distancias no son tan grandes, se pueden eliminar estos para ver su comportamiento, además de que aún se cuenta con suficiente información.

Al eliminarlos, se puede apreciar que han desaparecido los valores mínimos y máximos del rango, lo que muchas veces también se hace en otros análisis estadísticos.

Sin estos comparables se vuelve a hacer la corrida. Se emplea nuevamente el método de Ward, pero esta vez con la distancia Euclideana, que es la combinación que muestra distancias más pequeñas.

El resultado es el siguiente:

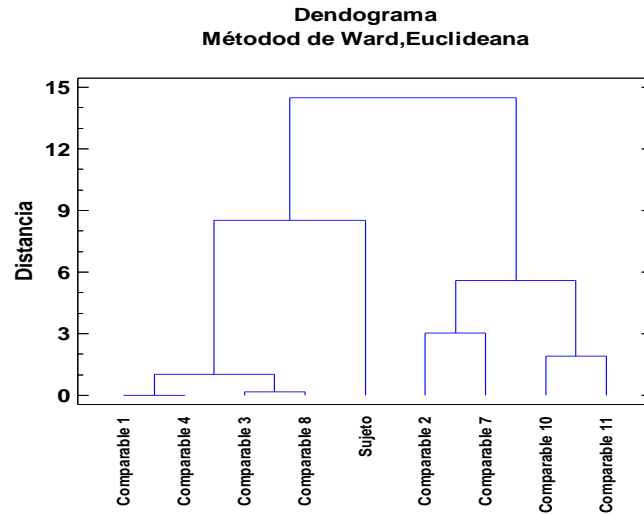


Figura 6.13 – Dendograma

El dendograma muestra grupos perfectamente bien formados, además de tener distancias pequeñas entre los comparables. Por esto, es esta información la que se empleará para seguir con el análisis.

Posteriormente se elimina al sujeto de la base de datos, pues no debe ser incluido en la regresión que se realizará.

	Precio	Terreno	Construcción	Ubicación	Lote	Recámaras	Baños	Estacionamiento	Roof Garden	Etiqueta
	Y	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	
1	2150000.00	128.00	178.00	4	1	3	2.5	2	0	Comparable 1
2	3530000.00	200.00	255.00	3	1	3	3.5	2	0	Comparable 2
3	2440000.00	147.00	179.00	3	1	3	2.5	2	0	Comparable 3
4	2150000.00	128.00	177.00	4	1	3	2.5	2	0	Comparable 4
5	3600000.00	193.44	338.00	1	1	3	4.5	2	0	Comparable 7
6	2224000.00	136.00	174.00	3	1	3	2.5	2	0	Comparable 8
7	4150000.00	204.00	314.00	1	2	3	4.5	2	1	Comparable 10
8	3860000.00	263.50	260.97	2	2	3	4.5	2	1	Comparable 11

Figura 6.14 – Base de datos



Al analizar la base de datos, se observa que las columnas (variables) “Recámaras” y “Estacionamiento” tienen los mismos valores en todos los comparables. Esto es un problema, ya que un análisis de regresión no funcionaría. Por lo tanto, se procede con la eliminación de dichas variables. La base de datos se muestra a continuación.

	Precio	Terreno	Construcción	Ubicacion	Lote	Baños	Roof Garden	Etiqueta
	Y	X1	X2	X3	X4	X6	X8	
1	2150000.00	128.00	178.00	4	1	2.5	0	Comparable 1
2	3530000.00	200.00	255.00	3	1	3.5	0	Comparable 2
3	2440000.00	147.00	179.00	3	1	2.5	0	Comparable 3
4	2150000.00	128.00	177.00	4	1	2.5	0	Comparable 4
5	3600000.00	193.44	338.00	1	1	4.5	0	Comparable 7
6	2224000.00	136.00	174.00	3	1	2.5	0	Comparable 8
7	4150000.00	204.00	314.00	1	2	4.5	1	Comparable 10
8	3860000.00	263.50	260.97	2	2	4.5	1	Comparable 11

Figura 6.15 – Base de datos

Con la base de datos depurada se procede con la corrida del análisis de regresión múltiple. De la misma manera, se ocupan los comandos para tal efecto.

En este paso, una vez seleccionado el comando de Regresión Múltiple, se deben especificar los siguientes aspectos:

- Variable dependiente: Precio (Y).
- Variables independientes: Terreno (X1), Construcción (X2), Ubicación (X3), Lote (X4), Baños (X6) y Roof Garden (X8).

Cuando se hace esto, el programa arroja el siguiente informe de error:

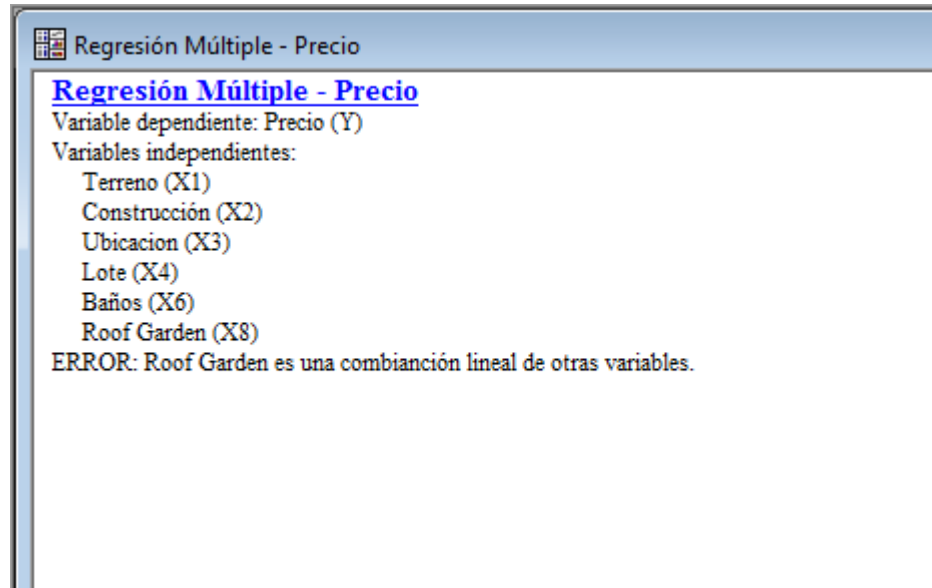


Figura 6.16 – Error

Para solucionarlo, es necesario eliminar la columna (variable) “Roof garden” y hacer nuevamente la corrida. La asignación de variables en este caso quedará:

- Variable dependiente: Precio (Y).
- Variables independientes: Terreno (X1), Construcción (X2), Ubicación (X3), Lote (X4) y Baños (X6).

Al hacerlo y ejecutar la corrida, el software muestra el siguiente resultado:

## Regresión Múltiple - Precio

Variable dependiente: Precio (Y)

Variables independientes:

- Terreno (X1)
- Construcción (X2)
- Ubicacion (X3)
- Lote (X4)
- Baños (X6)

		<i>Error</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimación</i>	<i>Estándar</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
CONSTANTE	-1.09943E6	323351.	-3.40011	0.0767
Terreno	17207.2	1655.66	10.393	0.0091
Construcción	25207.0	2449.13	10.2922	0.0093
Ubicacion	35151.4	46632.7	0.753793	0.5296
Lote	956341.	110842.	8.62795	0.0132
Baños	-1.80662E6	239591.	-7.54044	0.0171

### **Análisis de Varianza**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	5.05639E12	5	1.01128E12	335.02	0.0030
Residuo	6.03711E9	2	3.01856E9		
Total (Corr.)	5.06242E12	7			

R-cuadrada = 99.8807 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 99.5826 por ciento

Error estándar del est. = 54941.4

Error absoluto medio = 21143.8

Estadístico Durbin-Watson = 2.59572 (P=0.8746)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0.335205

### **El StatAdvisor**

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre Precio y 5 variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es

$$\text{Precio} = -1.09943E6 + 17207.2 * \text{Terreno} + 25207.0 * \text{Construcción} + 35151.4 * \text{Ubicacion} + 956341. * \text{Lote} - 1.80662E6 * \text{Baños}$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0.05, existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo así ajustado explica 99.8807% de la variabilidad en Precio. El estadístico R-Cuadrada ajustada, que es más apropiada para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 99.5826%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 54941.4. Este valor puede usarse para construir límites para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Reportes del menú de texto. El error absoluto medio (MAE) de 21143.8 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se presentan en el archivo de datos. Puesto que el valor-P es mayor que 0.05, no hay indicación de una autocorrelación serial en los residuos con un nivel de confianza del 95.0%.

Para determinar si el modelo puede simplificarse, note que el valor-P más alto de las variables independientes es 0.5296, que corresponde a Ubicacion. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, ese término no es estadísticamente significativo con un nivel de confianza del 95.0% ó mayor. Consecuentemente, debería considerarse eliminar Ubicacion del modelo.

De los resultados se pueden hacer las siguientes observaciones:

- Indica que tiene un nivel de confianza del 95%, lo cual es muy bueno.
- Muestra que el coeficiente de determinación tiene un valor de 99.8807%, el cual indica que tanto se ajustan los datos al modelo, lo que también es muy bueno.
- Hace una observación sobre la variable “Ubicación”, mencionando que se debería considerar eliminar.

Aunque los estadísticos muestran que el modelo tiene un resultado satisfactorio, se procede a realizar la sugerencia del software.

Para esto se elimina la variable “Ubicación” y se procede a correr nuevamente el análisis.

	Precio	Terreno	Construcción	Lote	Baños	Etiqueta
	Y	X1	X2	X4	X6	
1	2150000.00	128.00	178.00	1	2.5	Comparable 1
2	3530000.00	200.00	255.00	1	3.5	Comparable 2
3	2440000.00	147.00	179.00	1	2.5	Comparable 3
4	2150000.00	128.00	177.00	1	2.5	Comparable 4
5	3600000.00	193.44	338.00	1	4.5	Comparable 7
6	2224000.00	136.00	174.00	1	2.5	Comparable 8
7	4150000.00	204.00	314.00	2	4.5	Comparable 10
8	3860000.00	263.50	260.97	2	4.5	Comparable 11

Figura 6.17 – Base de datos

El resultado es el siguiente:

## Regresión Múltiple - Precio

Variable dependiente: Precio (Y)

Variables independientes:

Terreno (X1)

Construcción (X2)

Lote (X4)

Baños (X6)

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	-873886.	113431.	-7.70413	0.0045
Terreno	17391.6	1515.06	11.4791	0.0014
Construcción	24753.5	2196.6	11.269	0.0015
Lote	936487.	99618.0	9.40078	0.0026
Baños	-1.81681E6	221326.	-8.20875	0.0038

### **Análisis de Varianza**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	5.05467E12	4	1.26367E12	489.02	0.0001
Residuo	7.75227E9	3	2.58409E9		
Total (Corr.)	5.06242E12	7			

R-cuadrada = 99.8469 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 99.6427 por ciento

Error estándar del est. = 50833.9

Error absoluto medio = 23699.3

Estadístico Durbin-Watson = 3.23799 (P=0.9449)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0.621879

### **El StatAdvisor**

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre Precio y 4 variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es

$$\text{Precio} = -873886. + 17391.6 * \text{Terreno} + 24753.5 * \text{Construcción} + 936487. * \text{Lote} - 1.81681\text{E}6 * \text{Baños}$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0.05, existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo así ajustado explica 99.8469% de la variabilidad en Precio. El estadístico R-Cuadrada ajustada, que es más apropiada para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 99.6427%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 50833.9. Este valor puede usarse para construir límites para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Reportes del menú de texto. El error absoluto medio (MAE) de 23699.3 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se presentan en el archivo de datos. Puesto que el valor-P es mayor que 0.05, no hay indicación de una autocorrelación serial en los residuos con un nivel de confianza del 95.0%.

Para determinar si el modelo puede simplificarse, note que el valor-P más alto de las variables independientes es 0.0038, que corresponde a Baños. Puesto que el valor-P es menor que 0.05, ese término es estadísticamente significativo con un nivel de confianza del 95.0%. Consecuentemente, probablemente no quisiera eliminar ninguna variable del modelo.

De los resultados se puede deducir:

- El coeficiente de determinación es del 99.8469%, lo cual es excelente, indica que los datos se ajustan perfectamente al modelo.
- Se puede eliminar la variable “Baños” para simplificar el modelo.
- Se presenta la ecuación para solucionar el problema del sujeto.

A pesar de estas observaciones y de que parece que el modelo se ajustara perfectamente, las constantes a las variables no parecen lógicas.

Además, si se soluciona la ecuación se obtiene como resultado: 3,773,574.85 pesos, lo cual no es nada lógico.

Se procede por lo tanto a la eliminación de la variable “Baños” como sugiere el software, solo con el fin de saber si el resultado se ajusta más a la realidad.

	Precio	Terreno	Construcción	Lote	Etiqueta
	Y	X1	X2	X4	
1	2150000.00	128.00	178.00	1	Comparable 1
2	3530000.00	200.00	255.00	1	Comparable 2
3	2440000.00	147.00	179.00	1	Comparable 3
4	2150000.00	128.00	177.00	1	Comparable 4
5	3600000.00	193.44	338.00	1	Comparable 7
6	2224000.00	136.00	174.00	1	Comparable 8
7	4150000.00	204.00	314.00	2	Comparable 10
8	3860000.00	263.50	260.97	2	Comparable 11

Figura 6.18 – Base de datos

El resultado es el siguiente:

### **Regresión Múltiple - Precio**

Variable dependiente: Precio (Y)

Variables independientes:

Terreno (X1)

Construcción (X2)

Lote (X4)

		<i>Error</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimación</i>	<i>Estándar</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
CONSTANTE	-182708.	318825.	-0.573067	0.5973
Terreno	6641.68	3195.82	2.07824	0.1062
Construcción	7049.76	1748.38	4.03216	0.0157
Lote	304259.	265028.	1.14802	0.3149

### **Análisis de Varianza**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	4.88055E12	3	1.62685E12	35.78	0.0024
Residuo	1.81877E11	4	4.54693E10		
Total (Corr.)	5.06242E12	7			

R-cuadrada = 96.4073 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 93.7128 por ciento

Error estándar del est. = 213235.

Error absoluto medio = 129577.

Estadístico Durbin-Watson = 1.99626 (P=0.5033)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0.0808535

### **El StatAdvisor**

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre Precio y 3 variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es

$$\text{Precio} = -182708. + 6641.68 * \text{Terreno} + 7049.76 * \text{Construcción} + 304259. * \text{Lote}$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0.05, existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo así ajustado explica 96.4073% de la variabilidad en Precio. El estadístico R-Cuadrada ajustada, que es más apropiada para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 93.7128%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 213235.. Este valor puede usarse para construir límites para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Reportes del menú de texto. El error absoluto medio (MAE) de 129577. es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se presentan en el archivo de datos. Puesto que el valor-P es mayor que 0.05, no hay indicación de una autocorrelación serial en los residuos con un nivel de confianza del 95.0%.

Para determinar si el modelo puede simplificarse, note que el valor-P más alto de las variables independientes es 0.3149, que corresponde a Lote. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, ese término no es estadísticamente significativo con un nivel de confianza del 95.0% ó mayor. Consecuentemente, debería considerarse eliminar Lote del modelo.

De los resultados se puede deducir:

- El coeficiente de determinación es del 96.4073%, lo cual es bueno. A pesar de que disminuye un poco en comparación con el modelo anterior, aún indica que los datos se ajustan muy bien al modelo.
- Se presenta la ecuación para solucionar el problema del sujeto, la cual presenta coeficientes un poco más lógicos.

Al resolver la ecuación, se obtiene un precio de: 2,847,387.94 pesos, el cual también es incorrecto.

Diversos estudios han demostrado que los métodos estadísticos y en especial el de regresión múltiple, funcionan bastante bien para resolver este tipo de problemas. Por lo tanto, se hace necesario un análisis del sujeto y de los comparables para conocer las posibles causas que están ocasionando este error.

Para esto se parte haciendo un análisis del precio por metro cuadrado de construcción. Puede que exista una diferencia muy grande entre estos valores.

Otra alternativa es hacer un análisis del CUS (Coeficiente de Uso del Suelo). Se supone que al introducir en la base de datos las superficies de terreno y de construcción, el modelo debería reflejar cualquier cambio, pero no está de más hacer esta revisión.

En la figura siguiente se muestran ambos análisis.



Comparable	Precio	Terreno	Construcción	S/m <sup>2</sup>	CUS
1	2,150,000.00	128.00	178.00	12,078.65	1.39
2	3,530,000.00	200.00	255.00	13,843.14	1.28
3	2,440,000.00	147.00	179.00	13,631.28	1.22
4	2,150,000.00	128.00	177.00	12,146.89	1.38
5	6,500,000.00	430.00	315.00	20,634.92	0.73
6	2,090,000.00	127.00	185.00	11,297.30	1.46
7	3,600,000.00	193.44	338.00	10,650.89	1.75
8	2,224,000.00	136.00	174.00	12,781.61	1.28
9	2,390,000.00	145.00	185.00	12,918.92	1.28
10	4,150,000.00	204.00	314.00	13,216.56	1.54
11	3,860,000.00	263.50	260.97	14,790.97	0.99
12	4,100,000.00	278.00	304.00	13,486.84	1.09
<b>Sujeto</b>	2,077,000.00	200.08	155.00	13,400.00	0.77
<b>Mínimos</b>				10,650.89	0.73
<b>Máximos</b>				20,634.92	1.75
<b>Promedios</b>				13,452.15	1.24

Figura 6.19 – Análisis de datos

El análisis muestra que aunque hay mucha diferencia en el rango de precios por metro cuadrado, el valor del sujeto está en el promedio del valor de los comparables, por lo que se cree que este no sea el problema.

En cuanto al análisis por el CUS, el sujeto presenta el segundo valor más bajo. Esta puede ser la causa del problema con el modelo propuesto. El valor más bajo lo tiene el comparable número 5, pero dado que éste fue eliminado en la selección por Taxonomía Numérica, puede que no ayude al modelo a reflejar la realidad.

#### 4.4. Propuesta de un segundo modelo

Dados los resultados anteriores, se propone realizar nuevamente el análisis de un segundo modelo con un comparable diferente

(Sujeto 2). En el anexo correspondiente se incluye la información del mismo.

Aunque se cree que no es necesaria la ejecución del modelo desde el inicio, es decir, que se podría emplear la ecuación del resultado del modelo anterior en cualquiera de sus pasos, se hace desde los pasos iniciales para conocer si existe alguna diferencia en los resultados que propone el método de Taxonomía Numérica al emplear este nuevo sujeto.

Por lo tanto, se elabora la base de datos y se hace un análisis previo de las características del sujeto:

Comparable	Precio	Terreno	Construcción	S/m <sup>2</sup>	CUS
1	2,150,000.00	128.00	178.00	12,078.65	1.39
2	3,530,000.00	200.00	255.00	13,843.14	1.28
3	2,440,000.00	147.00	179.00	13,631.28	1.22
4	2,150,000.00	128.00	177.00	12,146.89	1.38
5	6,500,000.00	430.00	315.00	20,634.92	0.73
6	2,090,000.00	127.00	185.00	11,297.30	1.46
7	3,600,000.00	193.44	338.00	10,650.89	1.75
8	2,224,000.00	136.00	174.00	12,781.61	1.28
9	2,390,000.00	145.00	185.00	12,918.92	1.28
10	4,150,000.00	204.00	314.00	13,216.56	1.54
11	3,860,000.00	263.50	260.97	14,790.97	0.99
12	4,100,000.00	278.00	304.00	13,486.84	1.09
<b>Sujeto 2</b>	2,075,000.00	128.69	208.23	9,964.94	1.62
<b>Mínimos</b>				9,964.94	0.73
<b>Máximos</b>				20,634.92	1.75
<b>Promedios</b>				13,187.92	1.31

Figura 6.20 – Análisis de datos

Se puede observar que el precio por metro cuadrado de construcción del sujeto es el más bajo del grupo. Esto se debe a que

fue calculado tomando en cuenta el precio de la operación, es decir, es un precio que ya estuvo pactado en una negociación con el cliente. Aun así, se cree que pueda ser una buena referencia para la ejecución del modelo. Se estima que el precio de venta fue de aproximadamente 12,000 a 13,000 pesos por metro cuadrado de construcción, dado el estudio de mercado.

También se puede ver que el CUS del Sujeto 2 está dentro del rango. Ahora es un poco elevado pero hay otros comparables con valores similares.

Se procede, por tanto, con el desarrollo del nuevo modelo. La base de datos en el software se muestra a continuación.

	Precio	Terreno	Construcción	Ubicacion	Lote	Recámaras	Baños	Estacionamiento	Roof Garden	Etiqueta
	Y	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	
1	2150000.00	128.00	178.00	4	1	3	2.5	2	0	Comparable 1
2	3530000.00	200.00	255.00	3	1	3	3.5	2	0	Comparable 2
3	2440000.00	147.00	179.00	3	1	3	2.5	2	0	Comparable 3
4	2150000.00	128.00	177.00	4	1	3	2.5	2	0	Comparable 4
5	6500000.00	430.00	315.00	2	1	4	6.0	4	1	Comparable 5
6	2090000.00	127.00	185.00	3	1	3	3.5	2	1	Comparable 6
7	3600000.00	193.44	338.00	1	1	3	4.5	2	0	Comparable 7
8	2224000.00	136.00	174.00	3	1	3	2.5	2	0	Comparable 8
9	2390000.00	145.00	185.00	4	1	3	3.5	2	0	Comparable 9
10	4150000.00	204.00	314.00	1	2	3	4.5	2	1	Comparable 10
11	3860000.00	263.50	260.97	2	2	3	4.5	2	1	Comparable 11
12	4100000.00	278.00	304.00	2	2	3	3.5	2	0	Comparable 12
13	2075000.00	128.69	208.23	4	1	3	4.5	2	1	Sujeto 2

Figura 6.21 – Base de datos

Una vez capturada la base de datos en el programa estadístico, se procede con la corrida del análisis de grupos o análisis por Taxonomía Numérica.

Ya que anteriormente se hizo el proceso paso a paso, a continuación se omiten los procesos obvios, mostrando solo el resultado.

Se emplea el método de Ward con la distancia Euclideana para el análisis.

- En la primera corrida se elimina el comparable 5.
- En la segunda corrida se elimina el comparable 12.
- En la tercera corrida se elimina el comparable 9.

El dendograma resultante es el siguiente:

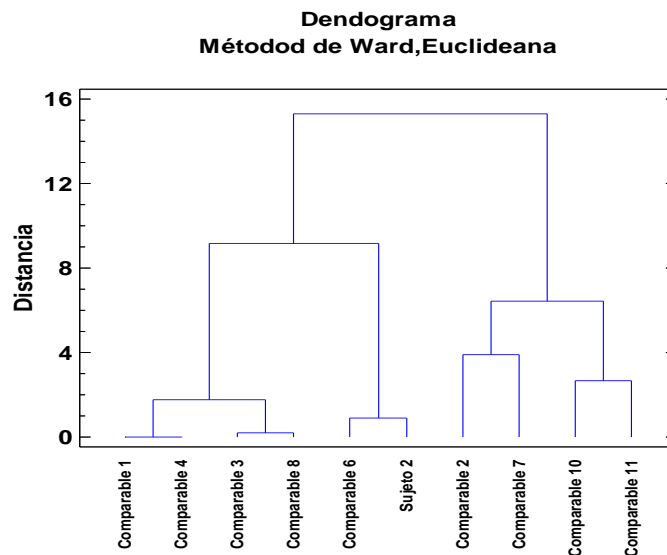


Figura 6.22 – Dendograma

El dendograma muestra grupos perfectamente bien formados y agrupados, además de indicar diferencias pequeñas entre las

muestras (comparables). Por lo tanto, se procede con la Regresión Múltiple.

- Se elimina al Sujeto 2 de la base de datos.
- Se elimina la variable (columna) “Recámaras”, por tener todos los mismos valores.
- Se elimina la variable (columna) “Estacionamiento”, por tener también todos los mismos valores.

La base de datos que se obtiene es:

	Precio	Terreno	Construcción	Ubicación	Lote	Baños	Roof Garden	Etiqueta
	Y	X1	X2	X3	X4	X6	X8	
1	2150000.00	128.00	178.00	4	1	2.5	0	Comparable 1
2	3530000.00	200.00	255.00	3	1	3.5	0	Comparable 2
3	2440000.00	147.00	179.00	3	1	2.5	0	Comparable 3
4	2150000.00	128.00	177.00	4	1	2.5	0	Comparable 4
5	2090000.00	127.00	185.00	3	1	3.5	1	Comparable 6
6	3600000.00	193.44	338.00	1	1	4.5	0	Comparable 7
7	2224000.00	136.00	174.00	3	1	2.5	0	Comparable 8
8	4150000.00	204.00	314.00	1	2	4.5	1	Comparable 10
9	3860000.00	263.50	260.97	2	2	4.5	1	Comparable 11

Figura 6.23 – Base de datos

Se procede con la corrida de la Regresión Múltiple. El resultado es:

## Regresión Múltiple - Precio

Variable dependiente: Precio (Y)

Variables independientes:

- Terreno (X1)
- Construcción (X2)
- Ubicacion (X3)
- Lote (X4)
- Baños (X6)
- Roof Garden (X8)

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	502775.	336901.	1.49235	0.2741
Terreno	17207.2	1655.66	10.393	0.0091
Construcción	25207.0	2449.13	10.2922	0.0093
Ubicacion	35151.4	46632.7	0.753793	0.5296
Lote	-645861.	180460.	-3.57896	0.0700
Baños	-1.80662E6	239591.	-7.54044	0.0171
Roof Garden	1.6022E6	242186.	6.61558	0.0221

### Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	5.81366E12	6	9.68943E11	321.00	0.0031
Residuo	6.03711E9	2	3.01856E9		
Total (Corr.)	5.81969E12	8			

R-cuadrada = 99.8963 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 99.5851 por ciento

Error estándar del est. = 54941.4

Error absoluto medio = 18794.5

Estadístico Durbin-Watson = 2.57829 (P=0.8895)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0.32649

### El StatAdvisor

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre Precio y 6 variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es

Precio = 502775. + 17207.2\*Terreno + 25207.0\*Construcción + 35151.4\*Ubicacion - 645861.\*Lote - 1.80662E6\*Baños + 1.6022E6\*Roof Garden

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0.05, existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo así ajustado explica 99.8963% de la variabilidad en Precio. El estadístico R-Cuadrada ajustada, que es más apropiada para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 99.5851%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 54941.4. Este valor puede usarse para construir límites para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Reportes del menú de texto. El error absoluto medio (MAE) de 18794.5 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se presentan en el archivo de datos. Puesto que el valor-P es mayor que 0.05, no hay indicación de una autocorrelación serial en los residuos con un nivel de confianza del 95.0%.

Para determinar si el modelo puede simplificarse, note que el valor-P más alto de las variables independientes es 0.5296, que corresponde a Ubicacion. Puesto que el valor-P es mayor o igual que 0.05, ese término no es estadísticamente significativo con un nivel de confianza del 95.0% ó mayor. Consecuentemente, debería considerarse eliminar Ubicacion del modelo.

El coeficiente de determinación indica que los datos se ajustan muy bien al modelo.

El software hace la recomendación de eliminar la variable “Ubicación”, pero solo para simplificar el modelo.

Resolviendo la ecuación, da un resultado de 933,166.35 pesos, lo cual es ilógico.

Se procede, por tanto, a la eliminación de la variable “Ubicación” por recomendarlo el software.

Se hace una nueva corrida de regresión en el software y se resuelve nuevamente la ecuación resultante. El valor es de 877,605.27 pesos. Sigue siendo un valor incorrecto.

Por tal motivo, haciendo un análisis de la última ecuación resultante, se aprecia que las variables “Lote” y “Baños”, presentan coeficientes negativos, además de ser algo ilógicos.

Se eliminan del modelo las variables “Lote”, “Baños” y “Roof Garden”, para simplificarlo lo más posible.

Se hace una corrida nuevamente con los datos y variables depurados.

Se obtiene como resultado:

## Regresión Múltiple - Precio

Variable dependiente: Precio (Y)

Variables independientes:

Terreno (X1)

Construcción (X2)

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
CONSTANTE	-247842.	287199.	-0.862963	0.4213
Terreno	9393.69	2288.56	4.10464	0.0063
Construcción	6832.21	1694.71	4.03149	0.0069

### Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	5.55993E12	2	2.77996E12	64.21	0.0001
Residuo	2.59766E11	6	4.32943E10		
Total (Corr.)	5.81969E12	8			

R-cuadrada = 95.5364 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 94.0486 por ciento

Error estándar del est. = 208073.

Error absoluto medio = 129468.

Estadístico Durbin-Watson = 1.96246 (P=0.4502)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0.0255896

### El StatAdvisor

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre Precio y 2 variables independientes. La ecuación del modelo ajustado es

$$\text{Precio} = -247842. + 9393.69 * \text{Terreno} + 6832.21 * \text{Construcción}$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0.05, existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo así ajustado explica 95.5364% de la variabilidad en Precio. El estadístico R-Cuadrada ajustada, que es más apropiada para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 94.0486%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 208073.. Este valor puede usarse para construir límites para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Reportes del menú de texto. El error absoluto medio (MAE) de 129468. es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se presentan en el archivo de datos. Puesto que el valor-P es mayor que 0.05, no hay indicación de una autocorrelación serial en los residuos con un nivel de confianza del 95.0%.

Para determinar si el modelo puede simplificarse, note que el valor-P más alto de las variables independientes es 0.0069, que corresponde a Construcción. Puesto que el valor-P es menor que 0.05, ese término es estadísticamente significativo con un nivel de confianza del 95.0%. Consecuentemente, probablemente no quisiera eliminar ninguna variable del modelo.



El coeficiente de determinación muestra que el modelo se ajusta lo suficientemente bien a los datos.

Resolviendo la ecuación resultante se obtiene un precio del Sujeto 2 de 2,383,702.86 pesos. Si se calcula el valor unitario por metro cuadrado de construcción, arroja 11,447.45 pesos, lo cual es bastante congruente con la información que se tiene.

#### 4.5. Propuesta de un tercer modelo

Dado que hasta ahora se ha obtenido un resultado malo para el primer Sujeto y uno favorable para el segundo, se hace el cálculo para un tercer caso.

Primero se hace el análisis por CUS para no caer en error como en el primer modelo propuesto.

Comparable	Precio	Terreno	Construcción	S/m <sup>2</sup>	CUS
1	2,150,000.00	128.00	178.00	12,078.65	1.39
2	3,530,000.00	200.00	255.00	13,843.14	1.28
3	2,440,000.00	147.00	179.00	13,631.28	1.22
4	2,150,000.00	128.00	177.00	12,146.89	1.38
5	6,500,000.00	430.00	315.00	20,634.92	0.73
6	2,090,000.00	127.00	185.00	11,297.30	1.46
7	3,600,000.00	193.44	338.00	10,650.89	1.75
8	2,224,000.00	136.00	174.00	12,781.61	1.28
9	2,390,000.00	145.00	185.00	12,918.92	1.28
10	4,150,000.00	204.00	314.00	13,216.56	1.54
11	3,860,000.00	263.50	260.97	14,790.97	0.99
12	4,100,000.00	278.00	304.00	13,486.84	1.09
Sujeto 3	2,200,000.00	148.03	180.77	12,170.16	1.22
Mínimos				10,650.89	0.73
Máximos				20,634.92	1.75
Promedios				13,357.55	1.28

Figura 6.24 – Análisis de datos

Se puede apreciar que todos los valores se encuentran dentro del rango que tienen los comparables, por lo que se cree que no existirán problemas.

Para resolver el caso, esta vez se emplearán las ecuaciones resultantes de alguno de los pasos de las corridas de los modelos anteriores.

Del caso del primer Sujeto, se emplea la última ecuación que se obtuvo:

$$\text{Precio} = -182708.00 + 6641.68 * \text{Terreno} + 7049.76 * \text{Construcción} + 304259.00 * \text{Lote}$$

Calculándola, se obtiene un valor de 2,379,104.01 pesos y como unitario 13,160.94 pesos por metro cuadrado de construcción.

Ahora bien, si se emplea la última ecuación del segundo modelo propuesto:

$$\text{Precio} = -247842.00 + 9393.69 * \text{Terreno} + 6832.21 * \text{Construcción}$$

Al resolverla, nos arroja un precio del tercer Sujeto de 2,377,764.53 pesos y 13,153.54 pesos por metro cuadrado de construcción.

## Conclusiones

Una vez realizados los modelos anteriores e interpretados los resultados, es posible determinar si la herramienta de Taxonomía Numérica funciona para la solución a problemas de valuación de bienes inmuebles habitacionales, particularmente ubicados en la zona de Lomas de Angelópolis, Puebla.

Del primer modelo se puede deducir que no funcionó del todo. A pesar de haber ayudado en la selección de los comparables, la regresión múltiple arrojó valores erróneos. Sin embargo, se puede deducir que no funcionó por ser el sujeto un tanto diferente a los comparables.

Con la herramienta de homologación, este problema hubiera sido fácil y sencillo de resolver, específicamente con los factores de superficie y/o el Fic (Factor de Intensidad de Construcción), que hace poco la Sociedad Hipotecaria Federal implementó.

Por tal motivo, se concluyen dos cosas: Esta herramienta no funciona para inmuebles atípicos y la regresión múltiple empleada en la segunda parte del proceso, parece ser muy sensible a los valores ingresados.

Del segundo modelo se puede determinar que esta herramienta puede ser de utilidad, sin embargo, parece tener inestabilidad, por lo que resultaría complicada su aplicación en un despacho de valuación.

Del tercer caso o modelo, se concluye que el método funciona bien y pudiera ser empleado fácilmente, esto claro, teniendo ya la ecuación para la obtención del valor del bien inmueble.

Por lo tanto, se puede concluir:

- Que la herramienta de Taxonomía Numérica es útil para la selección de comparables, por lo que podría llegar a ser utilizada parcialmente, es decir, cambiando la etapa de la regresión múltiple final.
- Funciona bien siempre y cuando no se trata de valorar bienes inmuebles atípicos.
- Presenta mucha sensibilidad a la información proporcionada de los comparables y/o sujeto, proporcionando valores erróneos.
- Mediante el software estadístico, es de fácil aplicación, sin embargo, es necesario conocer el programa y su funcionamiento a fondo para evitar errores humanos.
- No sería factible emplearlo en un despacho de valuación por dos razones, requiere de mayor cantidad de comparables que cualquier otra herramienta y el desarrollo completo puede llegar a ser complicado y tardado. Esto se traduce a que sería poco rentable hacer un avalúo mediante esta herramienta.

## **Anexo 1. Comparables**

Se presentan las fichas de los comparables con la información detallada de los mismos.

## Comparable 1

Precio	2,150,000.00	\$/m <sup>2</sup>	12,078.65
Ubicación	4	Parque Campeche	
Terreno	128.00		
Construcción	178.00		
Edad	0		
Lote	1	Medianero	
Recámaras	3		
Baños	2.5		
Estacionamiento	2		
Roof Garden	0		

Fuente [www.inmuebles24.com](http://www.inmuebles24.com)

Fotos



## Comparable 2

Precio	3,530,000.00	\$/m <sup>2</sup>	13,843.14
Ubicación	3	Parque Santiago	
Terreno	200.00		
Construcción	255.00		
Edad	0		
Lote	1	Medianero	
Recámaras	3		
Baños	3.5		
Estacionamiento	2		
Roof Garden	0		

Fuente [www.inmuebles24.com](http://www.inmuebles24.com)

Fotos

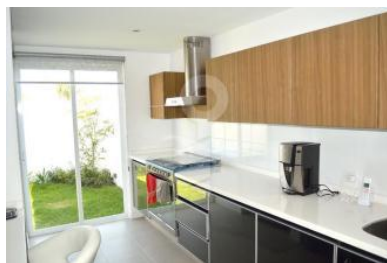


### Comparable 3

Precio	2,440,000.00	\$/m <sup>2</sup>	13,631.28
Ubicación	3	Parque Lima	
Terreno	147.00		
Construcción	179.00		
Edad	0		
Lote	1	Medianero	
Recámaras	3		
Baños	2.5		
Estacionamiento	2		
Roof Garden	0		

Fuente [www.inmuebles24.com](http://www.inmuebles24.com)

Fotos





## Comparable 4

Precio	2,150,000.00	\$/m <sup>2</sup>	12,146.89
Ubicación	4	Zona Cascatta	
Terreno	128.00		
Construcción	177.00		
Edad	0		
Lote	1	Medianero	
Recámaras	3		
Baños	2.5		
Estacionamiento	2		
Roof Garden	0		

Fuente [www.inmuebles24.com](http://www.inmuebles24.com)

Fotos



## Comparable 5

Precio	6,500,000.00	\$/m <sup>2</sup>	20,634.92
Ubicación	2	Parque Cairo	
Terreno	430.00		
Construcción	315.00		
Edad	0		
Lote	1	Medianero	
Recámaras	4		
Baños	6.0		
Estacionamiento	4		
Roof Garden	1		

Fuente [www.inmuebles24.com](http://www.inmuebles24.com)

Fotos

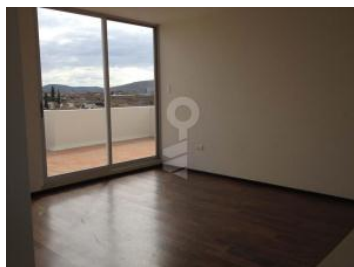


## Comparable 6

Precio	2,090,000.00	\$/m <sup>2</sup>	11,297.30
Ubicación	3	Parque Habana	
Terreno	127.00		
Construcción	185.00		
Edad	0		
Lote	1	Medianero	
Recámaras	3		
Baños	3.5		
Estacionamiento	2		
Roof Garden	1		

Fuente [www.inmuebles24.com](http://www.inmuebles24.com)

Fotos



## Comparable 7

Precio	3,600,000.00	\$/m <sup>2</sup>	10,650.89
Ubicación	1	Zona Lomas de Angelópolis I	
Terreno	193.44		
Construcción	338.00		
Edad	0		
Lote	1	Medianero	
Recámaras	3		
Baños	4.5		
Estacionamiento	2		
Roof Garden	0		

Fuente Mi casa en lomas No. 32

Fotos



## Comparable 8

Precio	2,224,000.00	\$/m <sup>2</sup>	12,781.61
Ubicación	3	Lomas de Angelópolis Zona Azul	
Terreno	136.00		
Construcción	174.00		
Edad	0		
Lote	1	Medianero	
Recámaras	3		
Baños	2.5		
Estacionamiento	2		
Roof Garden	0		

Fuente Mi casa en lomas No. 32

Fotos



## Comparable 9

Precio	2,390,000.00	\$/m <sup>2</sup>	12,918.92
Ubicación	4	Parque Yucatán	
Terreno	145.00		
Construcción	185.00		
Edad	0		
Lote	1	Medianero	
Recámaras	3		
Baños	3.5		
Estacionamiento	2		
Roof Garden	0		

Fuente Mi casa en lomas No. 32

Fotos





## Comparable 10

Precio	4,150,000.00	\$/m <sup>2</sup>	13,216.56
Ubicación	1	Cluster 888	
Terreno	204.00		
Construcción	314.00		
Edad	0		
Lote	2	Esquina	
Recámaras	3		
Baños	4.5		
Estacionamiento	2		
Roof Garden	1		

Fuente [www.inmuebles24.com](http://www.inmuebles24.com)

Fotos



## Comparable 11

Precio	3,860,000.00	\$/m <sup>2</sup>	14,790.97
Ubicación	2	Puebla Blanca	
Terreno	263.50		
Construcción	260.97		
Edad	0		
Lote	2	Esquina	
Recámaras	3		
Baños	4.5		
Estacionamiento	2		
Roof Garden	1		

Fuente [www.guiadinmuebles.com](http://www.guiadinmuebles.com)

Fotos





## Comparable 12

Precio	4,100,000.00	\$/m <sup>2</sup>	13,486.84
Ubicación	2	Parque del Nilo	
Terreno	278.00		
Construcción	304.00		
Edad	0		
Lote	2	Esquina	
Recámaras	3		
Baños	3.5		
Estacionamiento	2		
Roof Garden	0		

Fuente [www.inmuebles24.com](http://www.inmuebles24.com)

Fotos



## **Anexo 2. Sujetos**

Se presentan las fichas de los sujetos con la información detallada de los mismos.

## Sujeto 1

Precio de venta	2,077,000.00	\$/m <sup>2</sup>	13,400.00
Precio operación	?????		
Precio avalúo	2,083,000.00	(Autorizado por la entidad financiera)	
Ubicación	4	Lomas de Angelópolis Cascatta	
Terreno	200.08		
Construcción	155.00		
Edad	0		
Lote	2	Esquina	
Recámaras	2		
Baños	2.5		
Estacionamiento	2		
Roof Garden	0		

### Foto



## Sujeto 2

Precio de venta	?????	\$/m <sup>2</sup>	9,964.94 (Operación)
Precio operación	2,075,000.00		
Precio avalúo	2,078,000.00		(Autorizado por la entidad financiera)
Ubicación	4		Lomas de Angelópolis Cascatta
Terreno	128.69		
Construcción	208.23		
Edad	0		
Lote	1		Medianero
Recámaras	3		
Baños	4.5		
Estacionamiento	2		
Roof Garden	1		

Foto



### Sujeto 3

Precio de venta	2,200,000.00	\$/m <sup>2</sup>	12,170.16
Precio operación	?????		
Precio avalúo	2,204,000.00	(Autorizado por la entidad financiera)	
Ubicación	3	Lomas de Angelópolis Zona Azul	
Terreno	148.03		
Construcción	180.77		
Edad	0		
Lote	1	Medianero	
Recámaras	3		
Baños	3.5		
Estacionamiento	2		
Roof Garden	0		

Foto



## Bibliografía

Lujambio, R. (2004). La Valuación Profesional. Valuador Profesional, 17.

Torres, J. (2005). Enfoques de Valuación ¿Cuáles son? Valuador Profesional, 18.

Diario Oficial de la Federación, Lunes 27 de septiembre de 2004.

Flores Lázaro, N. (2004). Taxonomía Numérica, su aplicación al enfoque de mercado en la valuación agropecuaria. Tesis de Maestría en Valuación. Universidad del Valle de Atemajac. Guadalajara, Jal.

Mendenhall, W. & Sincich, T. (1997). Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias (4a. ed.). México: Prentice Hall.

Burden, R. & Douglas, J. (1985). Análisis Numérico. México: Grupo Editorial Iberoamérica.

Hines, W. & Montgomery, D. (1997). Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Administración (2a. ed.). México: Compañía Editorial Continental.

Aznar, J. (2005). Nuevos métodos de valoración, modelos multicriterio. España.

Hernández, J. (2005). Modelos Econométricos de valoración de la tierra. México.

Hernández Plascencia, J. (2001). Apuntes de la materia de Valuación de Predios Rústicos en la maestría de Valuación. México.

Martínez, I. (1996) Los modelos econométricos aplicados a la valoración de bienes inmuebles rústicos.

Varela, C. Estudio econométrico sobre el mercado de la tierra en las provincias de Sevilla y Córdoba. España.

Páginas web:

<http://tgrajales.net/estagrup.pdf>

<http://ciberconta.unizar.es/leccion/cluster/inicio.html>

[http://www.uam.es/personal\\_pdi/economicas/rmc/documentos/cluster.PDF](http://www.uam.es/personal_pdi/economicas/rmc/documentos/cluster.PDF)

[http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/09\\_13\\_25\\_sesion\\_8.pdf](http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/09_13_25_sesion_8.pdf)

<http://www.uv.es/ceaces/multivari/cluster/CLUSTER2.htm>

<http://www.fuenterrebollo.com/Economicas/ECONOMETRIA/SEGMENTACION/CONGLOMERADOS/conglomerados.pdf>

[http://es.wikipedia.org/wiki/Estad%C3%ADstica\\_multivariante](http://es.wikipedia.org/wiki/Estad%C3%ADstica_multivariante)

<http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/Cluster.pdf>

<http://halweb.uc3m.es/esp/Personal/personas/jmmarin/esp/DM/tema6dm.pdf>