



BUAP

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

Facultad de Ingeniería

Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado

**ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE VENTA
DEL SECTOR INMOBILIARIO EMPLEANDO
REGRESIÓN LINEAL**

TESIS

Que para obtener el grado de

MAESTRA EN VALUACIÓN

Presenta:

ARQ. MARÍA DEL PILAR MARTÍNEZ SOTO

Asesor

Dr. Enrique Montiel Piña

Puebla, Pue.

Septiembre de 2014



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

Facultad de Ingeniería

Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado

**ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE VENTA DEL
SECTOR INMOBILIARIO EMPLEANDO REGRESIÓN LINEAL**

TESIS

Que para obtener el grado de

MAESTRA VALUACIÓN

Presenta:

ARQ. MARÍA DEL PILAR MARTÍNEZ SOTO

Asesor

Dr. Enrique Montiel Piña

Puebla, Pue.

Septiembre de 2014



Oficio No. 0846/2014

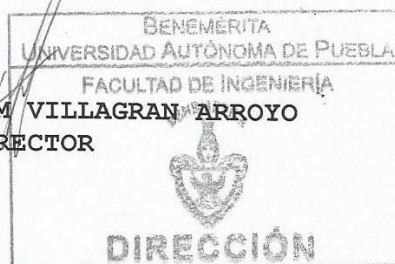
C. MARÍA DEL PILAR MARTÍNEZ SOTO
Pasante de la Maestría en Valuación
Facultad de Ingeniería, BUAP.
Presente

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: **Análisis de regresión lineal del comportamiento inmobiliario en la zona sur-poniente de la ciudad de Puebla.** Requisito para obtener el grado de Maestro en Valuación. Asignándose como Asesor al Dr. Enrique Montiel Piña.

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, a 10 de marzo de 2014.

M.I. EDGAR IRAM VILLAGRAN ARROYO
DIRECTOR



C.c.p. Dr. Enrique Montiel Piña, Asesor del Tema de Tesis

C.c.p. Archivo

GJS/DSJ/sco*

M. I. Edgar Iram Villagrán Arroyo
Director de la Facultad de Ingeniería, BUAP
P R E S E N T E:

El suscrito, Dr. Enrique Montiel Piña, Asesor del tema de Tesis titulado **"Análisis del comportamiento de venta del sector inmobiliario empleando Regresión Lineal"**, presentado por la C. Arq. **María del Pilar Martínez Soto**, con matrícula **204700512** y pasante de la **Maestría en Valuación**, me permito informar a Usted que después de haber revisado la tesis antes mencionada, no tengo inconveniente alguno en autorizar la impresión de la misma.

Hago de su conocimiento lo anterior para los efectos **y fines** académicos a que haya lugar.



ATENTAMENTE
"PENSAR BIEN PARA VIVIR MEJOR"
H. Puebla de Z., a 11 de Julio de 2014.

Dr. Enrique Montiel Piña Asesor
de Tesis

- c. c. p. Dr. Gabriel Jiménez Suárez.- Secretario de Investigación y Estudios de Posgrado.- P. s. c.
- c. c. p. Mtro. David Antonio Sánchez Jiménez.- Coordinador de la Maestría en Valuación.- P. s. c.
- c. c. p. Arq. María del Pilar Martínez Soto.- Estudiante. P. s. c.
- c. c. p. Archivo

Dedicatoria

A mis padres, por su impecable ejemplo y su incondicional apoyo en la realización de mis sueños.

Con todo mi amor a mis hijas Pilar y Andrea, por su comprensión y tolerancia para llegar a esta meta.

Agradecimientos

A mi cuñado Roberto Reyes Aguilar, por haberme internado a la disciplina de la de la Valuación, y brindarme su constante confianza.

A esta Universidad, y a sus profesores, por compartir sus conocimientos en las aulas. Al Coordinador, Mtro. David Sánchez Jiménez, por el apoyo para realizar mi tesis.

Y a mi asesor, el Dr. Enrique Montiel Piña, que con su profesionalismo, dedicación, entrega y gentileza, logro hacer lo difícil, fácil. No solo por darme tutoria sino formar un equipo de trabajo.

Índice

Dedicatoria	i
Agradecimientos	ii
Índice de Figuras	v
Índice de Tablas	vii
Resumen	ix
Introducción	1
Capítulo 1: Conceptos Fundamentales	5
1.1 Concepto de Valor y Precio	6
1.2 Principales Métodos de Valuación	10
1.2.1 Enfoque Físico o Directo	10
1.2.2 Enfoque de Mercado	14
1.2.3 Capitalización de Rentas	16
1.3 Contexto de Valuación	20
1.4 Código de Conducta en la Valuación	23
Capítulo 2: Método de Investigación de Mercado en la Valuación ...	30
2.1 Mercado Inmobiliario	31
2.1.1 Método de Investigación de Mercado	32
2.2 Encuesta, delimitación de la Zona de Estudio y Base de Datos ...	36
2.2.1 Encuesta	37
2.2.2 Delimitación de la Zona de Estudio	38

2.2.3 Base de Datos	42
Capítulo 3: Aplicación del Método de Regresión	
Lineal Múltiple a la Valuación de Inmuebles	52
3.1 Conceptos Generales del Análisis de Regresión Múltiple	53
3.1.1 Análisis de Regresión Múltiple	53
3.1.2 Método de Mínimos Cuadrados para la RM	56
3.1.3 Coeficiente de Determinación Múltiple	57
3.1.3.1 Relación entre <i>SST</i> , <i>SSR</i> y <i>SSE</i>	57
3.1.4 Coeficiente de Correlación	58
3.1.5 Pruebas de Significancia (<i>F</i> y <i>t</i>)	62
3.1.5.1 Prueba <i>F</i>	63
3.1.5.2 Prueba <i>t</i>	65
3.1.6 Uso de la Ecuación Estimada para Predecir y Evaluar	65
3.1.7 Análisis de Residuales	66
3.2 Aplicación del Método de Regresión	
Lineal Múltiple a la Base de Datos	68
3.3 Presentación de Resultados	71
3.4 Interpretación de Resultados	80
Conclusiones	84
Bibliografía	86
Apéndice	

Índice de Figuras

Figura 1.1. Gráfica que muestra media aritmética de los valores dados por los métodos de línea recta, Kuentzle y Ross-Heidecke	13
.....	
Figura 1.2. Proceso del Método Físico o Directo para los factores del demérito de un bien inmueble	15
.....	
Figura 1.3. Proceso del Método de Mercado para los factores del demérito de un bien inmueble	17
.....	
Figura 1.4. Proceso del Método de Capitalización de Rentas	21
.....	
Figura 2.1. Encuesta aplicada para recolectar la información de la muestra empleada para el desarrollo del trabajo	38
.....	
Figura 2.2. Área de estudio que muestra la localización de los treinta elementos de la muestra	39
.....	
Figura 2.3. Zona que abarca la Colonia "1ª. Sección Gabriel Pastor" y calles limítrofes	40
.....	
Figura 2.4. Zona que abarca la Colonia "Chula Vista" y calles limítrofes	41
.....	
Figura 3.1. Proceso de Estimación para la RM	55
.....	
Figura 3.2. Gráfica de la Ecuación de Regresión para el Análisis de	

Regresión Múltiple con dos variables independientes	60
.....	
Figura 3.3. Prueba de F para significancia general	64
.....	
Figura 3.4. Prueba t de significancia individual	65
.....	
Figura 3.5. Patrón adecuado de residuales para un estudio de regresión	67
..	
Figura 3.6. Gráfica de probabilidad normal correcta en un estudio de Regresión	68
.....	
Figura 3.7. Gráfica normal de residuales para la variable respuesta PRECIO DE VENTA	73
.....	
Figura 3.8. Gráfica normal de residuales para la variable respuesta PRECIO DE VENTA cuando se ha eliminado del modelo la variable CUS	75
Figura 3.9. Gráfica normal de residuales para la variable respuesta PRECIO DE VENTA cuando se ha eliminado del modelo la variable NIVELES	76
.....	
Figura 3.10. Gráfica normal de residuales para la variable respuesta PRECIO DE VENTA cuando se ha eliminado del modelo la variable RECAMARAS	77
.....	
Figura 3.11. Gráfica normal de residuales para la variable respuesta PRECIO DE VENTA cuando se ha eliminado del modelo la variable BAÑOS	78
.....	
Figura 3.12. Gráfica normal de residuales para la variable respuesta PRECIO DE VENTA cuando se ha eliminado del modelo la variable AUTOS	79
.....	
Figura 3.13. Gráfica normal de residuales para la variable respuesta PRECIO DE VENTA cuando se ha eliminado del modelo la variable CONSTRUCCIÓN y se consideran todas las variables del proyecto constructivo, además de la variable TERRENO	80
.....	

Índice de Tablas

Tabla 2.1. Investigación de Mercado: a) comparable 1, b) comparable 2 y c) comparable 3	42
Tabla 2.2. Investigación de Mercado: a) comparable 4, b) comparable 5 y c) comparable 6	43
Tabla 2.3. Investigación de Mercado: a) comparable 7, b) comparable 8 y c) comparable 9	44
Tabla 2.4. Investigación de Mercado: a) comparable 10, b) comparable 11 y c) comparable 12	45
Tabla 2.5. Investigación de Mercado: a) comparable 13, b) comparable 14 y c) comparable 15	46

Tabla 2.6. Investigación de Mercado: a) comparable 16, b) comparable 17	y	c)	comparable	18	47
.....					
Tabla 2.7. Investigación de Mercado: a) comparable 19, b) comparable 20	y	c)	comparable	21	48
.....					
Tabla 2.8. Investigación de Mercado: a) comparable 22, b) comparable 23	y	c)	comparable	24	49
.....					
Tabla 2.9. Investigación de Mercado: a) comparable 25, b) comparable 26	y	c)	comparable	27	50
.....					
Tabla 2.10. Investigación de Mercado: a) comparable 28, b) comparable 29	y	c)	comparable	30	51
.....					
Tabla 3.1.	Base	de	datos	concentrada	69
.....					
Tabla 3.2. Información que el programa de cómputo Minitab despliega al realizar un Análisis de Regresión Múltiple (en nuestro caso para los valores de PRECIO DE VENTA de un inmueble en términos de las diferentes				predictores)	71
.....					

Resumen

La actividad valuatoria moderna se enfrenta a un nuevo desafío al buscar la manera óptima de estimar el valor de los bienes, sin tener grandes sesgos en la información y encontrar la mejor estimación del valor.

En la actualidad la oferta y demanda de inmuebles en la ciudad de Puebla, presenta mayor movimiento en el en el cuadrante delimitado como objeto de éste estudio. Las nuevas tecnologías de la información desarrolladas a partir de

sistemas de cómputo más capaces, han creado la posibilidad de cambiar el paradigma de análisis de datos.

Debido a la posibilidad de almacenar y procesar grandes cantidades de datos de manera rápida y eficaz, se pueden responder con mayor facilidad interrogantes que antes era complicado, cambiando con esto incluso el modo de ejercer la práctica del análisis valuatorio.

En este trabajo de tesis se presenta, mediante el uso de un programa de cómputo, el **Análisis del Comportamiento de venta del sector inmobiliario empleando Regresión Lineal**, aplicando el modelo obtenido a una base de datos de la Ciudad de Puebla, que al final nos proporciona una mayor precisión en la dictaminación de valor de un bien inmueble.

Introducción

La actividad valuatoria constantemente se enfrenta a un nuevo desafío al buscar la manera óptima de estimar el valor (y por valor nos referimos a precio, pese a que en realidad el concepto de valor es, en el contexto de la valuación, diferente al de precio) de los bienes, sin tener grandes sesgos en la información. Lo anterior se potencia debido a la globalización que hoy en día vivimos, de modo tal que la estimación óptima del valor de un bien en ocasiones debe ajustarse a estándares internacionales para evitar confusiones y choques entre diferentes puntos de vista [1]. Sabemos que la asignación o estimación de valor es, en términos generales, un proceso directamente relacionado con la valuación, de carácter técnico metodológico que permite mediante la investigación económica, normativa, social e incluso física, conocer tanto las variables cualitativas como las cuantitativas que inciden en el valor de un bien, mueble o inmueble, tangible o intangible, estimando entonces su valor,

Introducción

en medida monetaria, para una fecha dada y bajo la aplicación ética de los conocimientos técnicos, normas y procedimientos generalmente aceptados que avalen la confiabilidad de la valoración [2].

Entonces el valor de un bien, y particularmente de un inmueble, depende de muchas variables. Tomar la decisión sobre cuáles son las variables que más influyen es en realidad un paradigma, pues habitualmente consideramos como variables de peso la superficie del terreno, la superficie de construcción, la antigüedad de la misma, el número de recámaras, de baños, etc. Sin embargo, es posible que al momento de realizar el cálculo del precio, algunas de estas variables se estén sobreestimando o considerando más de una vez o bien no se les tome en cuenta el peso adecuado que ejercen en el valor del inmueble.

Por tal motivo, la intención en este trabajo consiste en la aportación al ejercicio de la valuación de inmuebles de un estudio para el Método de Mercado (porque este método ejerce un gran peso en la decisión final del dictamen) que emplea un diferente enfoque en la manipulación de la base de datos obtenidos en la investigación para este fin. El enfoque al que nos referimos es el uso del Análisis de Regresión Lineal Múltiple, que nos permita sustentar, desde un punto de vista estadístico, el uso de las variables más influyente que pueden ser empleadas en el avalúo.

Para la realización del trabajo es menester recopilar un número de operaciones de compra-venta y estimar un parámetro determinado con el nivel de confianza deseado para el análisis estadístico de Regresión Múltiple.

Anteriormente este proceso de recolección de datos se realizaba visitando a los vendedores de inmuebles, sin embargo en la actualidad esta actividad se puede seguir realizando de este modo o bien por internet, siendo esta una herramienta de fundamental importancia, pues representa posiblemente uno de los mejores medios para recolectar información.

La motivación para la realización de este trabajo se ha cubierto de forma satisfactoria, de manera que la contribución de esta tesis al ejercicio valuatorio

Introducción

consiste en una expresión matemática que nos determina, en términos generales, cuáles son las variables más influyentes en la estimación del valor de un bien inmueble, resaltando que el sustento de nuestra propuesta es de carácter estadístico y considera únicamente variables aleatorias cuantitativas. Esto no quiere decir que las variables cualitativas no sean de importancia, simplemente en el estudio que se presenta no se consideraron debido a que este tipo de variables no son fácil de encajar en el Análisis de Regresión Lineal (ni en el simple ni en el múltiple). Así, la estructura del trabajo se describe a continuación.

En el Capítulo I se tratan los conceptos fundamentales de la Valuación, diferenciando valor y precio, y las características que dan valor a un bien. Se enumeran los tres principales Métodos de Valuación, explicando someramente el procedimiento para cada uno de ellos. Al final del capítulo se traduce el Código de Conducta en la Valuación, que en el ámbito internacional, el comité inglés “The International Valuation Standards” publica, sobre el comportamiento ético que debe seguir un valuador en el desempeño de su profesión, actuando libre de prejuicios e intereses personales, cuyos informes sean claros y revelen todas las cuestiones esenciales para su comprensión adecuada.

En el Capítulo II se expone el Método de Mercado que se utiliza comúnmente en la Valuación de bienes inmuebles. Adicionalmente se describe la zona de estudio, que es aquella sobre la que se aplicará esta investigación, delimitándola a dos colonias en el cuadrante sur – poniente de esta ciudad. También se presenta la creación de una base de datos, por medio de una propuesta de encuesta, presentando el informe detallado de los datos recabados, cuyo tamaño de la muestra está formado por 30 elementos, la cual incluye los principales parámetros de interés que deben considerarse al realizar una valuación. (La dirección del bien inmueble, las superficies de terreno y construcción, los principales elementos del proyecto como número de baños, de

Introducción

recámaras, tipo y tamaño de cochera, etc., e indicando la fuente de información.)

En el Capítulo III se describen, en las primeras secciones, el Método de Regresión Lineal Múltiple (MRLM), sus principales características y parámetros a considerar en un estudio de este tipo. Posteriormente se resume la información (base de datos) recabada con la encuesta aplicada y se aplica el MRLM, para lo cual se utiliza el programa de cómputo Minitab, para facilitar el manejo de la información. Al final del capítulo se aplica el MRLM a la base de datos, se muestran y explican o interpretan los resultados obtenidos.

En la parte final de la tesis se presentan tanto las conclusiones que surgen del presente trabajo, como las sugerencias y/o consideraciones para la realización de investigaciones posteriores que se desprenden de este trabajo.

Capítulo 1

Conceptos Fundamentales

En este capítulo se mencionan los principios esenciales del ejercicio de la Valuación, se identifican los modelos metodológicos más utilizados en la práctica de la Valuación Inmobiliaria, describiendo el proceso de investigación y desarrollo para elaborar cada uno de ellos, y obtener el resultado deseado. Se enumeran las variables que poseen los inmuebles y que más influyen en su valor. Se concluye con el Código de Conducta para el Valuador que rige el ejercicio de la misma.

1.1. Conceptos de valor y precio

Los rápidos cambios económicos que han tenido lugar en las últimas décadas tanto en nuestro país como en el mundo entero, reconocen la importante participación en el mercado de valuadores profesionales. La globalización, como consecuencia de una de estas modificaciones, requirió la creación de estándares internacionales para evitar confusiones y diferentes puntos de vista en el ejercicio de la Valuación. En respuesta a esta situación, a finales de los años setentas, organizaciones internacionales crean comités con este fin. En 1994 se funda el respectivo Comité Europeo, conocido hasta ahora como "*The International Valuation Standards Committee*" (IVSD, por sus siglas en inglés) [1]. Paulatinamente y en participación a este movimiento, alrededor del mundo se constituyen otros organismos, como la Federación "*Appraisal Institute*", la Unión Panamericana de Asociaciones de Valuación (UPAV), y en nuestro país, como agremiados, está la Federación de Colegio de Valuadores (FECOVAL), entre otras más organizaciones existentes nacional e internacionalmente.

Todas estas asociaciones, comités, uniones, etc., tienen como finalidad seguir los estándares propios de esta disciplina y promover su aceptación mundial, concordar los conceptos para su identificación y la aplicación de las mismas, dado que es frecuente que las leyes locales y las circunstancias económicas, pueden requerir de aplicaciones especiales, pero siempre fundamentadas en los métodos y técnicas de valuación que se han establecido mundialmente.

Así, el concepto de evaluación se refiere a la acción y a la consecuencia de evaluar, un verbo cuya etimología se remonta al francés *évaluer* y que permite indicar, valorar, establecer, apreciar o calcular, la importancia de una determinada cosa o asunto. Se trata de un acto donde debe emitirse un juicio basado en un conjunto de información y tomar una decisión de acuerdo a los resultados que se presenten, de un bien o una persona.

La valuación es un proceso en el que se pretende aportar un valor (diferente de un precio) a un bien mueble o inmueble, tangible o intangible en general.

Capítulo 1

En este sentido, valorar se entiende como el conjunto de premisas y herramientas teórico-prácticas que, sometidas a métodos, cumplen una serie de procedimientos que forman un sistema de análisis para poder inferir el valor del bien sujeto a valorar [2]. De cualquier modo el concepto cúspide y raíz es el valor, por lo que es importante diferenciarlo de los términos precio y costo con los que se suele confundir.

El precio representa la cantidad que determinado comprador acepta pagar y que determinado vendedor está dispuesto a aceptar como pago, de acuerdo con las circunstancias de operación. Una definición más simple de precio dice que es la cantidad de dinero (o su equivalente) que se paga por determinado producto. En esta misma referencia la definición de costo en términos globales, dice: cantidad de dinero que se necesita para fabricar un bien o artículo. En el caso de los bienes raíces, la cantidad de dinero que se necesitó para construir determinado inmueble. Así mismo, el valor, lo describe como la cantidad de dinero que se estima que tiene en el mercado un inmueble (u otro producto) y que puede diferir del precio que se pague por él, ya sea un precio bajo o alto, e independiente al costo, es decir, que haya costado más o menos de la cantidad que podría venderse.

En otro sentido, se define al valor (diferenciándolo del concepto de costo) como el concepto económico que refiere la cantidad expresada en términos monetarios que se le estime al bien objeto de la valuación, en función de su utilidad, demanda y oferta, en una fecha determinada

Así, la valuación es un servicio profesional que tiene como fin fijar (proponer) el valor de un bien a estudiar, de modo imparcial, confidencial y técnicamente sustentado, dando certeza en el resultado del mismo

La práctica de la valuación en nuestro país requiere adquirir estudios a nivel de posgrado para obtener los conocimientos científicos y la preparación requerida en la aplicación de esta disciplina además de estar legalmente facultado.

Capítulo 1

Para efectos de la valuación los peritos quedaran sujetos a los ordenamientos legales que sean aplicables, garantizando la correcta prestación del servicio. Estos mismos se encuentran desglosados en las normas y reglas que corresponden a diferentes instituciones gubernamentales y asociaciones gremiales dedicadas a la disciplina de la Valuación y así ofrecer resultados confiables al solicitante para la toma de decisiones.

El procedimiento de Valuar lleva implícito el comparar el bien de preferencia con sujetos que tengan características similares en sus componentes y analizarlos por uno o más métodos valuatorios, que se mencionaran más adelante.

Las características que le dan valor a un bien es que sea útil, escaso y tenga valor de intercambio. Bajo esta premisa se argumenta que:

- El criterio clave en la valuación de cualquier bien, es su **utilidad**. Los procedimientos tienen en común objetivos que definen y califican el grado de utilidad y mejor uso para la propiedad valuada. La utilidad es relativa y comparativa, más que una condición absoluta.
- La cualidad de **escaso**, en el caso de los inmuebles, es dada por las características que posee por su localización permanente y única.
- El **valor de intercambio** será la cantidad estimada para una propiedad que entre el posible comprador y el posible vendedor, en condiciones de libre competencia, y cada una de las partes, actúen con conocimiento, prudencia y sin presión alguna [1].

Un factor externo en la valuación es el mercado (oferta y demanda). Los costos marcan el límite inferior y los precio de venta el límite superior, siendo los consumidores quienes comparan precios basados en la competencia. Los tres tipos de valores que se manejan en el ejercicio valuatorio son¹:

¹ <http://www.valuaa.net/bdc/normas.php>.

Capítulo 1

- Valor comercial: Es el valor concluyente expresado en términos monetarios que asienta el valuador en el informe de valuación.
- Valor de mercado: Es la cantidad estimada expresada en términos monetarios, por la cual un bien se intercambia entre un comprador y un vendedor actuando por voluntad propia, con un plazo razonable de exposición, donde ambas partes actúan con conocimiento de los hechos.
- Valor distinto al de mercado: También llamado valor de no mercado. Es aquel valor específico para condiciones particulares que no atienden a las de mercado abierto y observable, como pueden ser, entre otros: valor catastral, valor asegurable (en su caso), valor de rescate, valor de uso y valor de remanente.

El resultado final del proceso de valuar se muestra en un escrito conocido como dictamen pericial valuatorio. Éste es un documento que representa la conclusión del análisis, cuyo contenido debe incluir los siguientes puntos:

1. Características urbanas.
2. Terreno: Medidas, colindancias y superficie, así como el área de construcción (en su caso). Dentro de este mismo punto se mencionarán los documentos que sustenten dicha información. Y se incluirá un croquis de ubicación del inmueble.
3. Descripción general del inmueble.
4. Consideraciones previas al avalúo.
5. Consideraciones previas a la conclusión.
6. Conclusión.
7. Anexos: De acuerdo al criterio del perito podrá incluir un reporte fotográfico, planos, métodos de valuación u otra información pertinente.

Capítulo 1

El solicitante determinara el uso y destino del avalúo según sus necesidades y propósitos, los cuales puede ser el valor comercial y de cambio, ya sea en dación de pago, fianza, compra-venta u otro fin.

Se pueden valorar (o tasar, como también se le suele referir) empresas, bienes intangibles, negocios en marcha, bienes agropecuarios o rurales, bienes muebles como maquinaria y equipo, obras de arte, alhajas y bienes inmuebles; siendo estos últimos la razón del presente estudio.

Partiendo de esta base se describen en la siguiente sección los principales Métodos de Valuación utilizados para tasar los bienes inmuebles.

1.2. Principales Métodos de Valuación

Existen diferentes métodos para la valuación de inmuebles, los cuales se emplean de acuerdo a las necesidades particulares de cada caso. Los principales enfoques de valuación aplicables para bienes inmuebles (y que se describen en las siguientes subsecciones) son:

- Físico
- De Mercado
- De capitalización de rentas

1.2.1. Enfoque Físico o Directo

Es un análisis aplicable en la valuación que se fundamenta en el costo actual de reproducción, reposición o reemplazo de un bien inmueble². Para analizar la valuación bajo este esquema, se emplean costos actuales y depreciaciones marcadas por el mercado; esto es porque se fundamenta en el “Principio de Sustitución”, fijando el precio de reemplazo y sustrayendo el tiempo requerido

²Concepto de valuación - Definición, Significado y Qué es <http://definicion.de/evaluacion/#ixzz2zGBKJJYx>. Abril/2014.

Capítulo 1

para la construcción de un inmueble con las mismas características y funcionalidad del bien a valorar, aplicando el demérito sufrido por su edad ya transcurrida y el estado de conservación en que se encuentre.

Para este fin se podrán emplear datos de las fuentes de información propias del perito o los reportes que se encuentran asentados en los Manuales de costos de construcción, por lo que se requiere contextualizar el concepto de costo. Existen diversos conceptos de este tipo entre los que se manejan los siguientes:

- Costo de reproducción nuevo: Es el costo de producir una réplica exacta de una construcción nueva, empleando materiales iguales o similares, así como los mismos diseños y métodos de trabajo. (Es importante hacer hincapié en que los manuales de costo para las construcciones modernas se basan en la reproducción).
- Costo de reposición nuevo: Es el costo de reponer una construcción, empleando materiales, diseños y métodos de trabajos modernos (eliminando estructura excesiva, etc.); esto aplica a construcciones antiguas, las cuales no se pueden reproducir actualmente debido a razones físicas o económicas; en ocasiones no es posible obtener los materiales o los artesanos para realizar el trabajo, y si así fuera, elevarían demasiado los costos.

En lo que respecta a los métodos para estimar costos, existen dos, que son:

- Presupuesto detallado. Los contratistas y constructores aplican el presupuesto detallado, el cual es normalmente preciso y confiable.
- Costo por unidades colocadas. En este método se combinan los costos directos y los indirectos a un precio único para cada unidad trabajada o colocada. Para obtener el costo total para cada elemento de la construcción (indivisos), se multiplica la cantidad de unidades por el costo unitario, que puede ser metro cuadrado o metro cúbico.

Capítulo 1

Actualmente existen empresas dedicadas a la Ingeniería de Costos que investigan y elaboran estimaciones especializadas de precios para la edificación. En ellas se muestran categorías de construcción, número de niveles y altura, elementos del proyecto, importe por partida, precio por metro cuadrado, la delimitación de zonas sísmicas en el país y sus afectaciones en los costos. Los precios incluyen indirectos y utilidad del contratista, costos de proyecto y licencias, los cuales pueden variar en porcentaje. Algunas de tales empresas son Varela, Bimsa y Valor. Para describir la función de estas publicaciones, se reproduce textualmente el objetivo del libro “Costos Paramétricos de Construcción 39”, del 1er. bimestre de este año, de la empresa “Valor”.

“El objetivo principal de la presente publicación, es contar con referencias parametrizadas confiables respecto a los valores de reposición nuevo de diferentes tipos constructivos e instalaciones especiales destinados a uso; habitacional y comercial, comúnmente empleadas en la práctica profesional de la valuación, que permitan dar un mayor sustento a los avalúos realizados para nuestros clientes corporativos, por nuestra plantilla de valuadores. Además, simultáneamente se puede cumplir con la normatividad establecida por la Sociedad Hipotecaria Federal, S.N.C. a las Unidades de Valuación con registro vigente, de contar con bases de datos confiables que permitan respaldar adecuadamente los valores y resultados plasmados en los avalúos realizados respecto a viviendas objeto de créditos garantizados” (ver pie de página 2).

Por su lado, la depreciación es la pérdida de valor derivada por causas múltiples, como el deterioro físico, obsolescencia funcional y externa, por citar algunas. Habitualmente una propiedad sufre algún tipo de depreciación durante su vida económica, por lo que el bien observado será castigado, al analizarlo por los siguientes factores:

1. Factores de demérito en el Enfoque Físico para la construcción: Método Ross-Heidecke [3]. Mientras que algunas teorías dicen que el demérito de

Capítulo 1

un inmueble depende solo del estado de conservación del mismo, por un lado Kuentzle establece que las construcciones se devalúan en forma de parábola, otros consideran que se deprecia en línea recta y Ross-Heidecke que la devaluación se encuentra entre las dos tendencias. Heidecke toma en cuenta la edad y el mantenimiento, que sin él, hay deterioro o viceversa. De esa deducción se enuncia la fórmula para calcular el factor de demérito (FD) para la depreciación de Ross-Heidecke:

$$FD = 1 - \left(\frac{Edad}{Vida} \right)^{1.4} (0.9748). \quad (1.1)$$

En la Ec. (1.1) se describe operacionalmente la forma de determinar el factor de depreciación, mientras que en la Figura 1.1 se muestra el comportamiento de la media aritmética de los valores por los métodos de línea recta, Kuentzle y Ross.

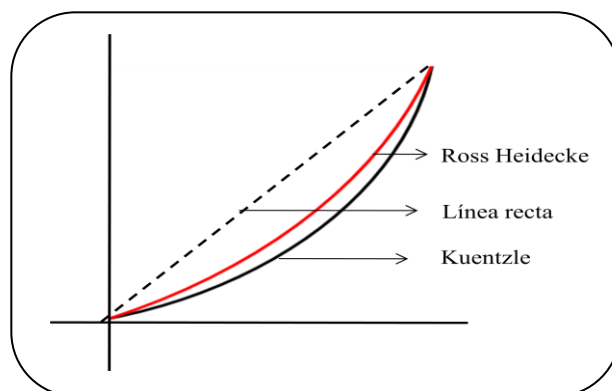


Fig. 1.1 Gráfica que muestra la media aritmética de los valores dados por los métodos de línea recta, Kuentzle y Ross-Heidecke. Fuente: Mtro. Mario Rafael Marqués Tapia. Con edición de Pilar Martínez Soto.

2. Factores de demérito en el Enfoque Físico para las instalaciones especiales: Al final de este proceso están las Instalaciones especiales que también tienen tiempo de uso, vida útil total y vida útil remanente. De acuerdo a su vida útil se podrán depreciar en línea recta, y otros con el método de Ross Heidecke. Los pasos a seguir para este método son:

Capítulo 1

A) Se realiza una estimación del valor del terreno como si fuera baldío o apto para la venta.

B) Se establece el costo de reposición o reproducción de todas las construcciones y mejoras realizadas hasta la fecha del avalúo.

C) Se enumeran las instalaciones especiales con que cuenta y que no sean consideradas en el precio unitario dado para la construcción.

D) Se deduce, del costo de los tres puntos anteriores; terreno, construcción e instalaciones especiales, con la depreciación acumulada.

E) Se suman los tres subtotales para obtener el valor estimado final

El proceso del Método Físico o Directo se representa esquemáticamente en la Figura 2.

1.2.2. Enfoque de Mercado

Para iniciar en la descripción de este método, se definen los conceptos principales que se manejan en su proceso.

- **Valor del mercado:** “Es la cantidad estimada, expresada en términos monetarios, por la cual un bien se intercambia entre un comprador y un vendedor actuando por voluntad propia, con un plazo razonable de exposición, donde ambas partes actúan con conocimiento de los hechos³”.

³ <http://www.valuaa.net/bdc/normas.php>.



Fig. 1.2 Proceso del Método Físico o Directo para los factores del demérito de un bien inmueble. Fuente: Realizada por Pilar Martínez Soto.

- **Justo valor de mercado:** Es la suma de dinero o cambio de la cual podría razonablemente esperarse que un comprador y un vendedor informados, estarían dispuestos a efectuar la transacción de un bien, bajo condiciones equitativas y sin que ninguno estuviera en la necesidad de comprar o vender, y siendo ambos conocedores de toda la información pertinente.

Capítulo 1

- **Estudio de mercado:** Es el análisis comparativo de ventas de bienes inmuebles realizadas u ofertadas recientemente en la zona.

Para la realización del proceso se utilizan conocimientos estadísticos para la abstracción de la información, selección de muestra aleatoria y por la inferencia estadística, regresión y correlación se llegue a la conclusión del valor. La información se divide en dos tipos de datos: aquellos obtenidos en el mercado que muestra el precio en que se ofertan los inmuebles, y los que representan el monto real en que se cierra una operación. La factibilidad de conocer este último resulta casi imposible, ya que es de información clasificada, por lo que en este trabajo nos limitaremos al primer tipo de datos, no olvidando que las fuentes de información pueden ser tan diversas como: publicaciones, anuncios directos, periódicos, revistas especializadas, internet, avalúos bancarios, corredores de bienes raíces e incluso el vendedor o el comprador.

Finalmente, para concluir con este paso del proceso, se deberán cotejar y ampliar todas las referencias recopiladas mediante lo que se denominan factores de homologación. Esto es, a pesar de que la información de inmuebles haya sido una selección de sujetos muy similares en sus características, se tratará de contrarrestar las diferencias, ajustándolas con factores de homologación, de tal manera que se acerque en lo posible al bien valuado, siendo los siguientes factores: de zona, de ubicación, de uso, superficie, de comercialización o negociación y otros que fuesen importantes considerar.

El proceso del Método de Mercado se muestra en la Figura 1.3.

1.2.3. Capitalización de Rentas

“Este enfoque se basa en el principio de que el valor de un bien es equivalente al valor presente de los beneficios futuros que éste es capaz de producir, y su estimación puede obtenerse mediante un análisis de capitalización directa (a perpetuidad), o mediante un análisis de capitalización de flujos de efectivo, en un horizonte de tiempo predeterminado (Principio de Anticipación).

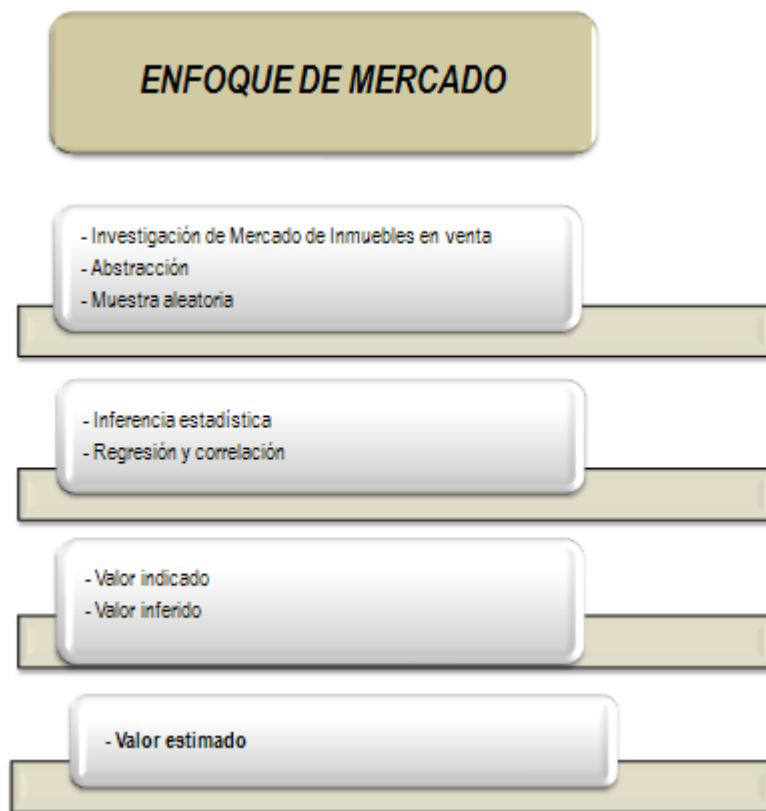


Fig. 1.3 Proceso del Método de Mercado para los factores del demérito de un bien inmueble. Fuente: Realizada por Pilar Martínez Soto.

Los beneficios futuros producidos (rentas en el caso de avalúos inmobiliarios), por el bien que se valuó y la tasa de capitalización correspondientes, deberán sustentarse en una investigación de bienes comparables en el mercado que producen estos beneficios”⁴.

La previa investigación de mercado de arrendamiento en la zona en que se localiza el inmueble, de comparables similares al sujeto, que homologados adecuadamente, permiten obtener el precio unitario de renta por metro cuadrado a utilizar en este procedimiento.

⁴<http://portal.ircep.gob.mx/proceso/index.php?id=3>.

Capítulo 1

Para el caso de rentabilidad de los inmuebles se deben considerar las características observables de los mismos, que son: edad, estado de conservación, calidad de construcción, proyecto, funcionalidad y alguna otra que resulte importante. Sin embargo, existe una característica que a través del tiempo permanecerá sin cambios, su ubicación. (La ubicación es la característica que involucra el análisis del mayor y mejor uso de la propiedad, siendo aquel uso que sea legalmente permisible, técnicamente posible, financieramente factible por ofrecer el mayor rendimiento y que nos brinde mayor beneficio. Los terrenos son capaces de adquirir plusvalía por la circunstancia de su entorno.)

Es así como un bien inmueble que tenga las mismas características de edad, estado de conservación, calidad, proyecto, funcionalidad, dimensiones, etc., no será igualmente deseable si su ubicación es diferente. La zona que lo integra, la calidad de los servicios, de las vialidades, el equipamiento urbano que lo circunda, la ausencia de desechos tóxicos, su cercanía a torres de alta tensión, o condiciones ambientales adversas, sustenta la deseabilidad de dicho bien.

Entre otras primicias que regulan este método están:

- El Principio de Anticipación: El valor se genera en virtud de los beneficios futuros ofrecidos por la propiedad, equivalentes al valor presente de dichos beneficios, descontados a través de la tasa de capitalización o de descuento pertinente al inmueble sujeto.
- El Principio de Contribución: Todo elemento integrante de una propiedad, transfiere valor a la misma, hasta un punto tal que la utilidad marginal contribuida por dicho elemento, disminuye por encima de su punto óptimo.
- Relación entre Utilidad, Ingreso (renta): Donde el valor de un inmueble se proyecta en este método como un activo fijo: El ingreso por concepto

Capítulo 1

de Renta en el retorno de la inversión y la reversión de la propiedad en retorno de la inversión.

Conforme al concepto de valor, existen cuatro elementos básicos que contribuyen a su generación:

- 1 La utilidad: se refiere a la habilidad de generar un deseo de posesión.
- 2 La escases: se refiere a la falta de abundancia, un nivel de poca oferta.
- 3 La demanda: es el deseo de poseer, adicionado a la capacidad de compra, denominada “poder efectivo de compra”.
- 4 La transferibilidad: se refiere a la habilidad de cambiar de propietario.

Para obtener la *Renta Neta Anual*, a la *Renta Bruta* se le restan las deducciones aplicables que son; pago predial, gastos de administración, mantenimiento, seguros, vacíos y otros, igualándose al mismo periodo de tiempo anual, mensual, o viceversa. Este subtotal será la base gravable y sobre el cual se debe calcular la tarifa que le corresponde por impuesto sobre la renta (ISR) que también se sustrae, generando con esta operación la *Renta Neta*.

En lo que respecta al Impuesto sobre arrendamiento de inmuebles, en el Diario Oficial y en la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, se emite la tabla sobre la Ley de impuesto sobre la renta. Según esta tabla se considera una “tarifa integrada” pues tiene incluido el subsidio, y puede ser en periodos trimestrales, anuales o semestrales. En los avalúos utilizamos el trimestral. Se tendrá que igualar el concepto de tiempo si la renta es mensual, etc. En ella se marcan los límites inferior y superior que se refieren a la renta que se percibe.

Por su parte, la *Tasa de Capitalización* nos da el tiempo de recuperación de la inversión (en este caso de bienes raíces), sabiendo que a mayor riesgo, mayor tasa y menor tiempo de recuperación (por ejemplo, en México los CETES⁵

⁵ Certificados de la Tesorería de la Federación que son un instrumento de inversión ofrecido por el gobierno federal de México a través de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) y el Banco de México (Banxico).

Capítulo 1

representan un tipo de inversión gubernamental de bajo riesgo y en particular, los CETES a plazo de 28 días se toman como referencia, y se consideran como tasa bruta).

El concepto que se usa en este sistema valuatorio es la tasa de productividad, y para llegar a él, conceptos como tasa real, tasa nominal y tasa efectiva deben calcularse para obtener la tasa de interés por periodo de capitalización (*i*).

El valor final se da con la renta anual del inmueble. El resultado de dividir la *Renta Neta Anual* entre la *Tasa de Capitalización* determinada, será el *Valor de Capitalización*. En la Ec. (1.2) se describe operacionalmente la forma de determinar el Valor de Capitalización en términos de las variables antes mencionadas.

$$\text{Valor de Capitalización} = \frac{\text{Renta Neta Anual}}{\text{Tasa de Capitalización}} \quad (1.2)$$

El proceso del Método de Capitalización de Rentas se describe a continuación en la Figura 1.4.

1.3. Contexto de Valuación

El proceso del avalúo es en general un conjunto de procedimientos sistematizados empleados por los valuadores para dar una respuesta a la interrogante de un cliente, relativa al valor que se inicia cuando el valuador ha identificado y comprendido a fondo el problema del avalúo en cuestión y se concluye cuando el valuador reporta la conclusión al cliente. El número de pasos que se dan para llegar a la conclusión del problema dependerá de la naturaleza del contrato y la disponibilidad de los datos, es decir, del contexto de la valuación, pues las cosas se pueden valorar para diferentes fines. En sí la

investigación se inicia después de haberse definido el problema del avalúo en cuestión.

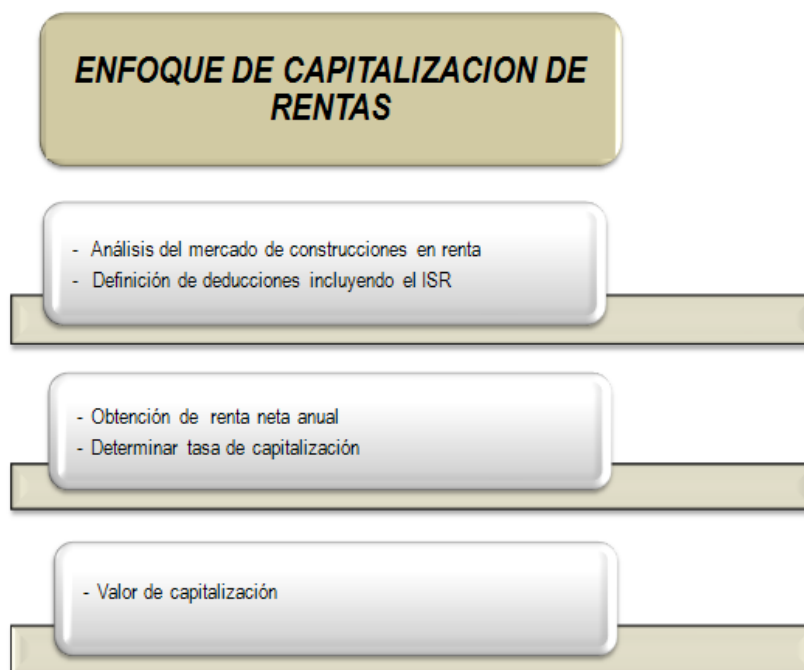


Fig. 1.4 Proceso del Método de Capitalización de Rentas. Fuente: Realizada por Pilar Martínez Soto.

En cualquier asignación de avalúo, la meta del proceso es dar una opinión o dictamen sobre el valor del sujeto de estudio. Así, se pueden clasificar los avalúos en tres tipos:

1. Avalúo verbal. Es el más usado en Estados Unidos, además que se permite una duda razonable, pudiendo dar un rango de valores posibles, utilizando el concepto estadístico de probabilidad de ocurrencia de un evento, dando dos o más opciones de valor. En nuestro país esta opinión no es válida pues jurídicamente puede llegar a una demanda por responsabilidad. Lo anterior debido al hecho que en Estados Unidos la planeación urbanística es más homogénea que en México, donde se detectan excesivas zonas heterogéneas, se mezclan la industria con el

Capítulo 1

comercio y la habitación, provocando obsolescencia funcional, pues por ejemplo, en ocasiones donde había una casa, por razones económicas se establece un comercio.

2. Avalúo Directo. Ese es el método que se usa en valuación siendo el comparativo de Mercado y el Físico.

3. Avalúo Indirecto. Queda incluido el método residual en este rubro que casi no se usa actualmente, pero si el de Capitalización de rentas que entra en esta clasificación.

Con la intención de reconocer todas y cada una de las variables existentes en el contexto de la valuación que influyen en el valor de un bien inmueble, es importante etiquetarlas en el orden de lo general a lo particular. Por un lado, las características urbanas son las siguientes: Clasificación de la zona, tipos de construcción en el entorno, índice de saturación, tipo de población, uso de suelo, nivel socioeconómico, nivel de infraestructura, contaminación ambiental, vías de acceso y su importancia, servicios públicos y equipamiento urbano. Por otro lado, las variables pertenecientes al inmueble son de terreno y de construcción. Las primeras se refieren a medidas y colindancias, topografía y configuración, características panorámicas, intensidad de construcción (coeficiente de uso del suelo), densidad habitacional, porcentaje de área permeable, servidumbres y/o restricciones, medidas de lote "tipo". Por el lado de la construcción se tiene el uso actual, descripción del proyecto y los elementos que lo componen, tipos de construcción apreciados, rango y clase, vida probable nueva, edad aproximada de la construcción, vida útil remanente, estado de conservación, calidad del proyecto, superficie construida y unidades rentables o susceptibles a rentar.

Por último se deberá describir la obra negra o gruesa, los revestimientos y acabados, carpintería, herrería, las instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas, calidad de la ventanería, cancelería, protecciones, vidriería,

cerrajería, los tipos de acabados y las instalaciones especiales, así como las obras complementarias y los elementos accesorios.

1.4. Código de Conducta en la Valuación

Es fundamental que el desempeño de la valuación se realice en el cumplimiento de las normas internacionales con honestidad y competencia profesional, libre de prejuicios e intereses personales, cuyos informes sean claros, no induzcan al error, revele todas las cuestiones esenciales para su comprensión adecuada. Los valuadores deben promover y preservar la confianza en la profesión. Por lo tanto es menester que todo valuador trabaje bajo un Código de Conducta que contiene lo siguiente:

- **Alcances**

Los tasadores deberán cumplir con las normas establecidas, ya sea por elección o por obligación, colocándolas por encima de instrucciones e intereses de los clientes. El código publicado por el Comité “The International Valuation Standards”, no tiene ninguna autoridad legal, ni la intención de ser más que complementario a las normas, estatutos y reglamentos de las sociedades u organizaciones que controlan o monitorean las actividades de los tasadores. De este modo, un avalúo que presuma de ser elaborado bajo las *Normas Internacionales de Valoración* seguirá este código de conducta, estando calificados, utilizando una competencia leal, experiencia y ética. En aquellos países donde aún no existe esta profesión como tal y no esté regulada, la responsabilidad principal recae en los valuadores, siendo los solicitantes del dictamen, quienes se aseguren que cumplan sus expectativas

- **Definiciones**

Las hipótesis son suposiciones adquiridas para ser verdad. Los supuestos implican hechos, condiciones o situaciones que afectan al dictamen y a las conclusiones que se lleguen en él, pero que pueden no argumentarse, ni poder

Capítulo 1

verificarse. Son cuestiones que, una vez declaradas, han de ser aceptadas en la comprensión de la valoración. Todos los supuestos subyacentes a las valoraciones deben ser razonables. Particularmente cuando se analiza el Valor de Mercado de un bien, depende en cierta medida en la utilización de supuestos, que sustenten la coherencia del enfoque del valuador, pudiendo necesitar hacer más suposiciones en relación con hechos que pueden no ser conocidos, o sucesos que pudieran ser muy específicos.

- **Condiciones**

Las condiciones son limitaciones y restricciones que en la valoración pueden ser impuestas por:

- los clientes: cuando no permitan al valuador investigar a fondo uno o más de los factores importantes que pueden afectar significativamente en el avalúo.
- el valuador: cuando el cliente no podrá conocer la totalidad o una parte del informe valuatorio, las cuales deberían estar incluidas en el formato, sin que el cliente esté enterado.
- las leyes y estatutos locales.

- **Valuador**

Es una persona que posee los conocimientos necesarios, habilidades y experiencia para la ejecución de la valoración. En algunos países, la licencia es requerida para que una persona actúe como valuador. El valuador deberá ser una persona de buena reputación que haya obtenido legalmente el grado académico requerido. Tendrá la experiencia y el entendimiento para emplear y dominar los métodos y técnicas necesarias, para lograr credibilidad, y ser reconocido en el medio profesional, siguiendo todos los requerimientos de un código de conducta (ética), en el caso de nuestro país contar con una cédula profesional reconocida por la Secretaria de Educación Pública.

- **Ética**

Los evaluadores deben mantener en todo momento un alto nivel de honestidad e integridad y llevar a cabo sus actividades de una manera que no sea perjudicial para sus clientes, el público, su profesión o sus respectivos órganos de evaluación profesional. Por lo tanto se rigen mediante un código de integridad que contempla lo siguiente:

- Un evaluador no debe actuar de manera fraudulenta ni engañosa.
- Un evaluador no debe elaborar un informe a sabiendas que pueda contener opiniones y análisis falsos, inexactos o tendenciosos.
- Un evaluador no debe contribuir, o participar en un servicio evaluatorio que a juicio de otros evaluadores sensatos, no considerarían que podría justificarse.
- Un evaluador debe actuar legalmente y cumplir con las leyes y reglamentos del lugar en el que ejerce, o donde se lleve a cabo la asignación.
- Un evaluador no debe aceptar efectuar un avalúo, estando consiente que no posee las cualidades profesionales para elaborarlo.
- Un evaluador no debe utilizar con conocimiento de causa, declaraciones falsas, engañosas o exageradas, con la intención de asegurar un trabajo.
- Un evaluador se asegurará de que cualquier miembro del personal o subordinado se adhieran a este Código de Conducta.

- **Conflicto de intereses**

Un evaluador no debe actuar para dos o más partes en el mismo dictamen, excepto con el consentimiento por escrito de los interesados. Asimismo, debe tomar las precauciones pertinentes para no meterse en conflictos entre los

Capítulo 1

intereses de sus clientes u otros clientes, con sus parientes, amigos o socios. Los problemas potenciales deben ser divulgados por escrito antes de aceptar instrucciones. Cualquier tipo de desacuerdo de los cuales el tasador posteriormente tenga conocimiento, deben ser revelados en breve. Si este tipo de problemas llegan a conocimiento del valuador después de la finalización del avalúo, la divulgación debe hacerse dentro de un plazo razonable.

- **Confidencialidad**

El valuador debe siempre tratar a sus clientes con propiedad, discreción y confidencialidad, por lo tanto, no debe utilizar los datos obtenidos del cliente, o los resultados, sin su consentimiento, con excepción de que sean requeridos legalmente y el valuador deba cumplir dentro de procesos judiciales, y si el organismo profesional al que pertenezca, así lo demanda.

- **Imparcialidad**

El valuador debe ejecutar su avalúo con independencia estricta, objetividad e imparcialidad, sin sesgos de intereses personales. En este sentido entonces un valuador no debe aceptar trabajos que incluyan opiniones o conclusiones predeterminadas. Los honorarios relacionados con una asignación deben ser independientes del resultado. Un valuador no debe confiar ciegamente en la información suministrada por el cliente, o cualquier otra parte, sin confirmar que sea correcta, y rectificar si dichos datos pertenecen al sujeto del propio avalúo. Adicionalmente, un valuador no debe aceptar una paga, en caso de que el tiempo de elaboración del dictamen esperado por el cliente, no sea razonable. Cuando el cliente declare un valor en forma anticipada y las condiciones hipotéticas conduzcan a una posibilidad razonable, debe acompañarse por las justificaciones necesarias que reflejen la situación real y sin que comprometa los principios éticos del Valuador. En estas condiciones un valuador no debe utilizar o depender de conclusiones anticipadas, sin bases, que tienen como fin maximizar o minimizar el valor en forma arbitraria. Así, al revisar un informe de

Capítulo 1

otro valuador, exhibirá un juicio imparcial y justificar sus razones para estar de acuerdo o en desacuerdo con las conclusiones del informe que revisa.

- **Competencia**

Un valuador debe tener el conocimiento, la habilidad y la experiencia para efectuar un avalúo de manera eficiente en relación al nivel profesional que se exige. Sin embargo existen condiciones adicionales que se describen a continuación:

- **Condicionantes:** Antes de aceptar un trabajo o entrar en un acuerdo para llevar a cabo cualquier tarea, un valuador debe identificar correctamente el problema a abordar y tener la certeza de que cuenta con la experiencia y el conocimiento, y/o sea capaz de asociarse con otro profesional que domine la especialidad requerida para cumplir la tarea competentemente.
- **Servicios externos:** Al contratar servicios externos, un valuador debe corroborar que cuenten con la experiencia necesaria y los principios éticos, comunicándolo al cliente. La identidad de la asesoría se presenta en el informe, especificando el papel desempeñado.
- **Eficiencia:** El valuador debe actuar con prontitud y eficiencia en el cumplimiento de las instrucciones del cliente y mantenerlo informado de los avances. El tiempo de entrega debe ser rechazado cuando las circunstancias impidan realizar la investigación necesaria, para obtener la calidad del trabajo y la finalización en un plazo razonable.

Antes de cerrar un trato, las instrucciones del cliente deben ser por escrito y en forma detallada para evitar cualquier mala interpretación. De este modo el valuador deberá profundizar la investigación para garantizar que los datos para el análisis de la Valuación son correctos y confiables; cubiertos estos puntos

Capítulo 1

entonces debe preparar un archivo de trabajo para cada asignación que, una vez finalizado, debe contener una copia, en papel o en formato electrónico (de forma adecuada, copia de seguridad), de todos los informes escritos, correspondencia y memorandos, además de las notas de archivos que fundamentan las opiniones del valuador por medio de la investigación, comparación objetiva, la deducción y el cálculo. El archivo de trabajo para cada avalúo debe ser resguardado por un período de al menos cinco años después de la fecha de terminación.

- **Reporte valuatorio**

Es esencial que los valuadores plasmen sus análisis, opiniones y conclusiones, a los usuarios de sus servicios a través un informe escrito, y su contenido sea completo, coherente a las conclusiones, sin afectar la objetividad. El informe de valuación debe establecer una descripción clara y exacta sobre la magnitud de la tarea, de su finalidad y el destino, divulgar cualquier hipótesis, escenarios hipotéticos o condiciones limitantes que afectan directamente a las valoraciones y, en su caso, con indicación de su efecto sobre el valor. El informe de valuación debe proporcionar información suficiente para describir el trabajo realizado, las conclusiones alcanzadas y el contexto en el que fueron elaboradas. Por lo tanto, un valuador debe revelar cualquier relación personal o corporativa, directa o indirecta con la propiedad o de la empresa que es objeto, y no provocar un conflicto potencial de intereses. Cuando un valuador está actuando como un tasador interno, la relación entre ellos, debe darse a conocer en el informe de valuación.

Cuando un valuador está actuando como un tasador externo, y también ha recibido un pago del cliente, dicha relación debe ser divulgada con el fin de compartir responsabilidades. En general el valuador debe revelar cualquier desviación de las Normas Internacionales de Tasaciones.

Capítulo 1

También el Valuador debe indicar una restricción en contra de la publicación parcial o total del contenido del avalúo, sin su consentimiento, y así controlar la opción de dar a conocer públicamente su contenido.

Las normas se diseñaron en lo general y no pueden abarcar todas las eventualidades, por lo que pueden presentarse ocasiones en que ineludiblemente no acaten las normas, pero no las infrinja, cuando se presentan en situaciones razonables, se sigan los principios de la ética y se mencionen en el avalúo.

- **Informes de valor**

Finalmente se menciona que los informes de valuación pueden referirse a una o más propiedades. El formato debe ser adaptado a la naturaleza de la tarea y las necesidades del cliente, mientras cumpla con los requisitos mínimos en cuanto a contenido. Este párrafo establece el contenido mínimo de todo informe, el cual debe incluir los siguientes elementos:

- La identidad del Valuador y la fecha del informe.
- Las instrucciones de uso, fecha, propósito y destino de la valoración.
- La base de la valoración, incluyendo el método y la definición de valor.
- La identidad, la tenencia, y la ubicación de bien a valorar.
- La fecha y el alcance de las inspecciones.
- Referencia a la aplicabilidad de estas normas y las consideraciones que se requieren.
- La firma del valuador.
- Cédula profesional del valuador.

Con esto concluimos el Capítulo 1. En los siguientes capítulos se explicarán los Métodos de Investigación de Mercado y de Regresión Múltiple requeridos para el estudio.

Capítulo 2

Método de Investigación de Mercado en la Valuación

En este capítulo se enumeran las características del mercado inmobiliario. Se describe la metodología para la recopilación de datos, su clasificación y análisis, proponiendo el formato para la encuesta y desde el punto de vista estadístico, se define la zona de estudio, así como la población, muestra y número de elementos. Finalizando con la aplicación de la encuesta y recopilación de la información para la base de datos a emplear en el estudio.

2.1. Mercado Inmobiliario

En el proceso de valorar se debe analizar los elementos del sujeto y la información que esté al alcance, para tomar una decisión en cuanto a la metodología a utilizar, y en la gran mayoría de los casos, cuando existe un mercado activo de inmuebles, el valor del mercado representa la mayor ponderación en el dictamen, siendo esta una razón de peso que nos lleva al estudio del Método de Mercado.

A continuación se definen algunos conceptos generales y se examina el mecanismo para la creación de base de datos en forma correcta. Este proceso implica la implementación de una encuesta que permita recolectar la información necesaria para el estudio objeto de la presente tesis.

Se entiende por un lado al mercado a toda actividad de compraventa o intercambio comercial de bienes y servicios. Los factores que determinan la cantidad de un producto que el comprador desea adquirir son: la necesidad del producto, su poder de adquisición y la disponibilidad del mismo. Esto es, existe el mercado cuando se acuerda un precio dado por el intercambio de un bien o servicio, hasta que interviene un oferente y un demandante.

En Noviembre de 1993, cuando se firma el TLC en América del Norte, se homogeniza la información económica y la clasificación de los bienes intercambiables. Según el catalogo “Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte 2013” (SIAN 2013), reconoce como una actividad económica, al sector de **servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles**, con el código número 53, siendo ésta su clasificación internacional.

Por otro lado, el poder del mercado se manifiesta cuando se cuestiona la cantidad que un comprador estará dispuesto a pagar (un precio más alto), por un producto o un bien. Esto sucederá cuando el producto es escaso,

Capítulo 2

indispensable o único, y si el comprador juzga que el producto lo vale o bien cuando está desinformado.

Un vendedor tiene poder de mercado si logra manipular el precio, creando escases o abundancia, si consigue diferenciar su producto, o por último, manteniendo desinformado al consumidor.

El mercado de bienes inmuebles pertenece al tipo de mercado de “*competencia monopolística*”, siendo la característica de la ubicación del bien raíz la que lo coloca en este rubro. En caso de los bienes raíces, puede ser un número grande de vendedores cuyo tamaño no es capaz de crear escases o abundancia en el mercado y cada vendedor o competidor tiene alguna ventaja sobre los otros, y la competencia se manifiesta sobre ventajas relativas, ya que los productos son diferentes entre sí, haciéndolo *heterogéneo*. Además, el mercado de bienes inmuebles cuenta con las siguientes características generales:

1. Por la disponibilidad de la información: Es *opaco*, ya que solo los que participan en la operación de compra venta saben el precio real de adquisición.
2. Por el número de participantes: Es *no atomizado*, puesto que dificulta la competencia.
3. Por la facilidad de entrada y salida de información y número de transacciones: Es *viscoso*
4. Y por su calidad de Activo: Es *fragmentado* porque no es producto único.

2.1.1. Método de Investigación de Mercado

El Método de Investigación de mercado requiere de la recopilación, clasificación y comparación de datos de ventas en ubicaciones similares; el mayor énfasis debe recaer en las ofertas de inmuebles ofrecidas en un tiempo relativamente

Capítulo 2

concurrente con la fecha del avalúo y bajo condiciones semejantes. Los *datos de mercado*, para su validez, es conveniente que se verifiquen. Deben descartarse las operaciones del gobierno, ya que generalmente no se consideraran como datos de mercado válidos, así mismo los remates de propiedades adjudicadas por instituciones bancarias. El precio pagado podrá ser razonable, pero no califica bajo el concepto de comprador-deseoso y vendedor-deseoso; ambos necesarios para el concepto de valor de mercado.

Los datos de mercado pueden ser obtenidos de muchas fuentes. Estas dependen de las características de la propiedad de los métodos locales de reportar, la forma de archivar las transacciones de bienes raíces y de los propios medios del valuador.

En este estudio prevalece la información en fuentes de información “in situ” y las ofertas vía Internet, esto último porque en la actualidad uno de los medios en que se pueden encontrar grandes cantidades de información sobre ofertas de venta de inmuebles es este medio, dado que es barato y de fácil acceso para la población en general, de modo que la “divulgación” de la información se ha extendido en la última década aumentando gradualmente los usuarios interesados, y convirtiéndose en un medio masivo de consulta eficaz que permite filtrar cualquier tema de interés.

Para los fines buscados en el sondeo del mercado, la entrevista telefónica es un apoyo para la afirmación y extensión de la información necesaria para este estudio, aumentando la credibilidad al anotar los datos del informante.

El error de este método es que el *precio final de cierre* en las operaciones de compra venta de inmuebles es prácticamente confidencial e inaccesible para los valuadores, además que también es común que se registre la venta por debajo del monto por ser esto fiscalmente conveniente. Está es una de las razones por la que un peritaje valuatorio es en realidad una apreciación de valor.

Otra situación en desventaja es que un vendedor puede ofrecer una propiedad a cualquier precio, sin importar cuán irreal sea, y en la mayoría de los casos el

Capítulo 2

propietario no acude a servicios valuatorios, ni se informa correctamente para tasar la venta del bien raíz; aun así, cautelosamente se utilizará en la averiguación del mercado para su análisis.

Por su parte, para el análisis de los datos, el valuador puede reunir la información de muchas ventas de bienes inmuebles en la zona del lugar donde esta valuando. Estos datos son poco valiosos si se presentan como una lista de ventas, por lo que para que tengan utilidad práctica deben ser clasificados, y analizados estadísticamente para que las transacciones reveladoras puedan ser agrupadas para su estudio posterior mediante el uso de tablas de homologación.

Los factores de homologación utilizados en terrenos baldíos o con construcción en nuestro país, se aplican estableciendo una comparación del sujeto con los comparables, con el fin de obtener una paridad. Tales factores son los siguientes¹:

1. Factor de Comercialización (*FC*) o Negociación: Porcentaje respecto al precio de oferta en que se estima se pudiera vender el inmueble en cuestión.
2. Factor de Zona (*FZo*): Basado en el concepto de factores de eficiencia de la Tesorería del Distrito Federal, considera que un inmueble con frente o una avenida o calle con ancho mayor a la moda tiene mayores ventajas sobre el resto, misma que se refleja en su precio y/o valor. Para el Distrito Federal se considera como inmueble sujeto al lote moda (frente a calle moda). Para el resto del país se considera como inmueble sujeto al lote que se valúa. Tratándose de construcciones el inmueble sujeto siempre será el que se valúa.

¹ Diario oficial. Lunes 27 de septiembre de 2004. Sociedad Hipotecaria Federal, S.N.C.

Capítulo 2

3. Factor de Ubicación (*FUb*): Basado en el concepto de factores de eficiencia de la Tesorería del Distrito Federal, considera que un inmueble con dos o más frentes tiene mayores ventajas sobre el resto, misma que se refleja en su precio y/o valor. Para el Distrito Federal se considera como inmueble sujeto al lote moda (un frente). El resto del país se considera como inmueble sujeto al lote que se valúa. Tratándose de construcciones el inmueble sujeto siempre será el que se valúa.
4. Factor de Uso (*FUso*): Factor que se estima a partir de considerar que los predios con uso autorizado como comercial, tiene mayores ventajas sobre los habitacionales e industriales debido a que el mismo, permite el desarrollo de unidades más rentables. Sin embargo, éste factor debe razonarse, toda vez que debe analizarse si para nuestro caso en especial y acorde con la zona, esta premisa se cumple. Para el Distrito Federal y el resto de país, se considera el uso actual del inmueble valuado.
5. Factor de Superficie (*FSup*): Factor estimado de forma matemática y que proviene de una fórmula empírica. Parte de la base de considerar que un inmueble con mayor superficie tiene un precio unitario menor. Para el caso de los predios en el Distrito Federal se considera como superficie sujeto a la superficie moda. Para el resto del país, se considera como superficie sujeto a la del lote que se valúa. En todos los casos la superficie objeto será de la oferta inmobiliaria. Para las construcciones, la superficie sujeto será la del inmueble en cuestión.
6. Factor de Servicios y/o Entorno (*FServ/Ent*): Se refiere a la calidad de los servicios y/o de la infraestructura urbana de la zona que se valúa en comparación con la zona en que se encuentra la oferta inmobiliaria. Si nuestra zona es de mejor calidad a la comparable, el factor será mayor a 1.00. Por el contrario, si se estima que la oferta encontrada se ubica en una mejor zona a la nuestra el factor será menor a 1.00.

Capítulo 2

7. Factor de Calidad (*F_{Cal}*): Factor que compara las calidades constructivas del inmueble sujeto y el investigado. Si nuestro sujeto es de menor calidad al comparable, el factor a utilizar es mayor a 1.00 y viceversa.
8. Factor de Conservación (*F_{Con}*): Factor que compara el estado de conservación que observa el inmueble sujeto respecto al comparable. Si nuestro sujeto presenta peor estado de conservación respecto a nuestro comparable, el factor a utilizar es menor a 1.00 y viceversa.
9. Factor otro (*F_{Otro}*): Factor aplicable por superficie excedente de terreno.

2.2. Encuesta, Delimitación de la Zona de Estudio y Base de Datos

La creación de una base de datos se puede hacer de diferentes maneras, sin embargo, las que tienen sustento estadístico² son más confiables. Para esto simultáneamente se delimita la zona de estudio y se modela una encuesta con los requerimientos estadísticos adecuados [4], posteriormente se aplica en la zona delimitada para crear una base de datos que nos permita contar con los comparables, anotando sus características particulares y de la zona de cada bien inmueble.

Por un lado, para este tipo de estudios es de particular ayuda emplear el muestreo aleatorio estratificado para la selección de los elementos a encuestar.

Por otro lado, en la elaboración de una encuesta para la obtención de la información, es necesario distinguir entre la población objetivo y la población muestreada. La población objetivo es aquella de la cual deseamos hacer inferencias, mientras que la población muestreada es aquella de la que se selecciona realmente la muestra. Es importante comprender que estas dos poblaciones no siempre son iguales. Por ejemplo, la población objetivo para este caso de estudio es todos los bienes raíces que están en venta en las

² Al final del trabajo, en el apéndice A, se presentan las condiciones estadísticas más generales que se deben considerar para la realización de un trabajo de esta índole. O de una encuesta, ya tendremos que decidir cuál.

Capítulo 2

colonias “1^a. Sección Gabriel Pastor” y “Chula Vista”; sin embargo la población muestreada son todos los bienes raíces que se anuncian por algún medio publicitario para su venta, de estas zonas. Entendiéndose que no todas las ventas son informadas al público, en fecha cercana anterior o posterior a la toma de muestra, así que la población encuestada será distinta a la población objetivo.

Las conclusiones de una muestra solo se aplican a la población muestreada. El asunto clave es si la correspondencia entre la población muestreada y la población objetivo, respecto a los elementos de interés, es suficientemente estrecha como para permitir esta ampliación.

Si han de ser válidas las inferencias a partir de una muestra, la población muestreada debe ser representativa de la población objetivo. En general se supone que esta situación prevalece, para garantizar la validez de los resultados y si no es así, lo que se realiza es entonces aumentar el tamaño de la muestra para disminuir el error muestral y hacer válida la inferencia realizada.

Con estas consideraciones que en realidad se enmarcan en los errores que una encuesta producen, se genera la encuesta a emplear, la cual se construye o diseña para recabar la información adecuada para el avalúo de los bienes inmuebles correspondientes.

2.2.1 Encuesta

Siguiendo los lineamientos descritos en los párrafos anteriores y en el Apéndice al final de la tesis, se presenta en la siguiente figura la encuesta diseñada en este trabajo para el fin mencionado, de donde vale la pena resaltar que se logró una tasa de respuestas a la misma del 100 %, situación excelente dada la habitual dificultad para obtener información de este tipo.

PROPUESTA DE ENCUESTA	
FORMATO DE ENCUESTA	
	Fecha <input type="text"/> Comparable <input type="text"/>
I. Datos del Informante	1. Nombre y Apellidos <input type="text"/>
	2. Teléfono <input type="text"/> (Lada) <input type="text"/>
	3. Nombre Inmobiliaria <input type="text"/> En su caso
	4. Correo electrónico <input type="text"/> @ <input type="text"/>
	5. Página Internet <input type="text"/>
II. Dirección del inmueble	1. Calle y número <input type="text"/>
	2. Colonia o Fracc. <input type="text"/>
	3. Ciudad y Estado <input type="text"/>
III. Entorno	1. Tipo de Zona <input type="checkbox"/> Habitacional <input type="checkbox"/> Comercial <input type="checkbox"/> Industrial <input type="checkbox"/> Agrícola
IV. Datos del inmueble	1. Tipo de propiedad <input type="checkbox"/> Privada <input type="checkbox"/> Condominio
	2. Tipo de inmueble <input type="checkbox"/> Habitacional <input type="checkbox"/> Comercial <input type="checkbox"/> Mixto
	3. Número de niveles <input type="checkbox"/> Uno <input type="checkbox"/> Dos <input type="checkbox"/> Tres <input type="checkbox"/> Mas de tres
	4. Superficie de terreno <input type="text"/> m ²
	5. Superficie de construcción <input type="text"/> m ²
	6. Estado de conservación <input type="checkbox"/> Nuevo <input type="checkbox"/> Bueno <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Malo
	7. Elementos del proyecto <input type="checkbox"/> Sala <input type="checkbox"/> Comedor <input type="checkbox"/> Desay. <input type="checkbox"/> Cocina
	<input type="checkbox"/> Sala de T.V. <input type="checkbox"/> Recamaras <input type="checkbox"/> Baños <input type="checkbox"/> s/baño
<input type="checkbox"/> Cochera al cubierta <input type="checkbox"/> Cochera techada <input type="checkbox"/> Autos <input type="checkbox"/> Otros	
8. Instalaciones especiales <input type="text"/>	
V. Datos de venta	1. Precio de venta \$ <input type="text"/>
	2. Condiciones de venta <input type="checkbox"/> Oferta <input type="checkbox"/> Crédito <input type="checkbox"/> Otro

Fig. 2.1. Encuesta aplicada para recolectar la información de la muestra empleada para el desarrollo del trabajo. Fuente: Realizada por Pilar Martínez Soto.

2.2.2 Delimitación de la zona de estudio

La población para este estudio lo forman todos los inmuebles de las colonias “1ª. Sección Gabriel Pastor” y “Chula Vista”. El tamaño de la población es de 2780 viviendas: 798 y 1980 inmuebles, respectivamente.

Capítulo 2

La muestra son todos los bienes raíces que son publicados para su venta, compuesto a su vez por 30 elementos, marcados con un punto rojo (●) en la Figura 2.2.



Figura 2.2. Área de estudio que muestra la localización de los 30 elementos de la muestra.

Fuente: Realizada por Pilar Martínez Soto con material de <http://sicammp.pueblacapital.gob.mx/visorpueblav1/>

La zona a analizar incluye las dos colonias antes mencionadas y la circunferencia que se muestra en ésta ilustración contiene a los 30 elementos muestreados: Con un diámetro 1,100 metros, en una línea que sobre la Avenida 5 Sur, que empieza en la Avenida 25 Poniente y termina en la Avenida 45 Poniente.

En la Figura 2.3 se muestra, en color amarillo, la zona que pertenece a la Colonia "1ª. Sección Gabriel Pastor". El perímetro de cada lote, remarcado con rojo y en sus extremos los nombres de cada calle que la limitan.

Colonia "1ª. Sección Gabriel Pastor"

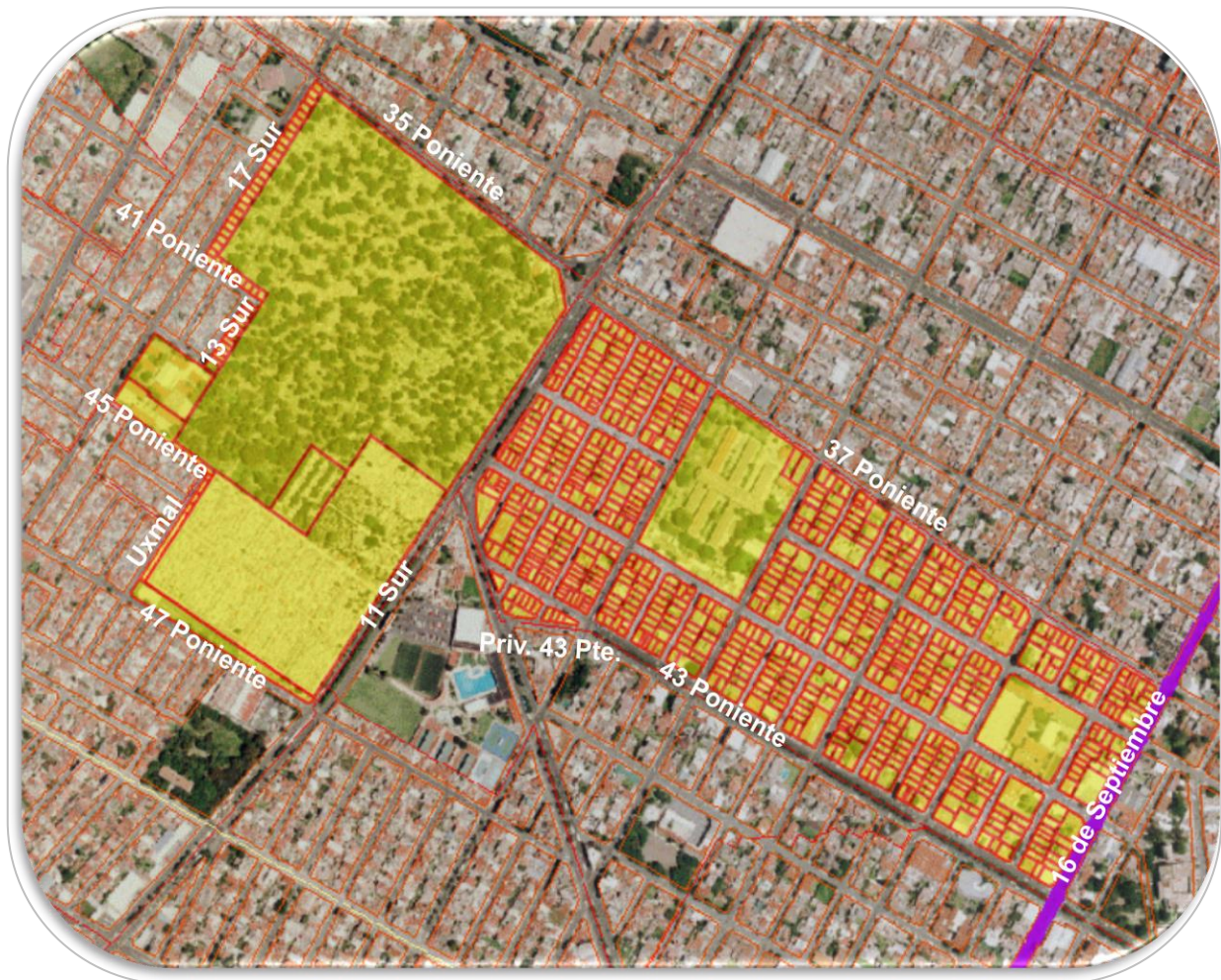


Figura 2.3. Zona que abarca la Colonia "1ª. Sección Gabriel Pastor" y calles limítrofes. Fuente: Realizada por Pilar Martínez Soto con material de <http://sicamp.pueblacapital.gob.mx/visorpueblav1/>

Análogamente, en la Figura 2.4 se muestra, en color amarillo, la zona que pertenece a la Colonia "Chula Vista". El perímetro de cada lote, remarcado con rojo y en sus extremos los nombres de cada calle que la limitan.

Para los fines que se persiguen en este trabajo, el área de estudio corresponde a lotes con una extensión cuya moda es de 250 m². El Uso del suelo es mixto,

Capítulo 2

lo que significa que puede ser habitacional o comercial. Quedan descartados los terrenos baldíos, ya que posee un índice de saturación del 100%.

Colonia "Chula Vista"



Figura 2.4. Zona que abarca la Colonia "1ª. Sección Gabriel Pastor" y calles limítrofes
Fuente: Realizada por Pilar Martínez Soto con material de
<http://sicampp.pueblacapital.gob.mx/visorpueblav1/>

En la zona de estudio prevalece la casa habitación, encontrando los siguientes datos: 798 lotes forman la colonia "1ª. Sección Gabriel Pastor", la colonia "Chula Vista" cuenta con 1980 lotes, sumando un total de 2778, según la información

Capítulo 2

obtenida por el Catastro Municipal de la Ciudad de Puebla. Para el estudio solo emplearemos una muestra de 30 datos de esta población.

2.2.3 Base de datos

Como resultado de aplicar la encuesta diseñada y mostrada en la Sección 2.2.1 a los elementos seleccionados de la zona delimitada, se obtienen los 30 comparables o datos que al final conforman la base de datos que se emplearan para el análisis. Tales comparables se presentan en las tablas 2.1-2.10.


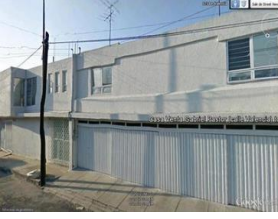

Investigación de Mercado			
Inmuebles en Venta			
	a) Comparable 1	b) Comparable 2	c) Comparable 3
			
Ubicación	Priv. 9 C Sur 3720 Col. Gabriel Pastor 1a. Secc. Puebla, Pue.	Col. Gabriel Pastor 1a. Secc. Puebla, Pue.	37 Poniente 511 Col. Gabriel Pastor 1a. Secc. Puebla, Pue.
Tipo de Inmueble	Casa habitación	Casa habitación	Casa habitación
Tipo de Zona	Habitacional	Habitacional	Habitacional
Sup. Terreno	250.00	512.00	626.00
Sup. Construcción	500.00	596.00	449.00
Edad	35	40	35
No. de niveles	3	2	1
C.U.S. *	2.0000	1.1641	0.7173
Edo.de Conserv.	Bueno	Bueno	Bueno
Elementos de Proy	5R-4B-6AT	6R-5B-3AT	3R-4B-2ª
Fecha	Mayo de 2014	Mayo de 2014	Mayo de 2014
Precio	\$2,500,000.00	\$6,500,000.00	\$7,500,000.00
Precio Unitario	\$5,000.00	\$10,906.04	\$16,703.79
Cond. De Venta	Oferta	Oferta	Oferta
Contacto	Patricia Abraham	Guillermo McBeath	Guillermo McBeath
Teléfono	(222) 890 0442	(222) 560 8128	(222) 560 8129
Internet	http://www.ibazar.com.mx/	www.casacompara.com	www.casacompara.com

Tabla 2.1. Investigación de mercado: a) Comparable 1, b) Comparable 2 y c) Comparable 3. Fuente: Realizada por Pilar Martínez Soto.


Investigación de Mercado			
Inmuebles en Venta			
	a) Comparable 4	b) Comparable 5	c) Comparable 6
			
Ubicación	No proporcionada Col. Gabriel Pastor 1a. Secc. Puebla, Pue.	Priv. 9 C Sur 3720 Col. Gabriel Pastor 1a. Secc. Puebla, Pue.	37 Poniente (7 y 5 Sur) Col. Gabriel Pastor 1a. Secc. Puebla, Pue.
Tipo de Inmueble	Casa habitación	Casa habitación	Casa habitación
Tipo de Zona	Habitacional	Habitacional	Habitacional
Sup. Terreno	226.00	250.00	512.00
Sup. Construcción	280.00	500.00	596.00
Edad	35	35	40
No. de niveles	5	3	2
C.U.S. *	1.2389	2.0000	1.1641
Edo.de Conserv.	Bueno	Bueno	Bueno
Elementos de Proy	3R-4B-2A	5R-4B-6AT	6R-5B-3AT
Fecha	Mayo de 2014	Mayo de 2014	Mayo de 2014
Precio	\$1,500,000.00	\$2,500,000.00	\$6,500,000.00
Precio Unitario	\$5,357.14	\$5,000.00	\$10,906.04
Cond. De Venta	Oferta	Oferta	Oferta
Contacto	Alma de Jean	Patricia Abraham	Guillermo McBeath
Teléfono	(222) 604 0934	(222) 890 0442	(222) 560 8128
Internet	casas.trovit.com	http://www.ibazar.com.mx/	www.casacompara.com

Tabla 2.2. Investigación de mercado. a) Comparable 4, b) Comparable 5 y c) Comparable 6.
Fuente: Realizada por Pilar Martínez Soto.




Investigación de Mercado			
Inmuebles en Venta			
	a) Comparable 7	b) Comparable 8	c) Comparable 9
			
Ubicación	37 Poniente 511 Col. Gabriel Pastor 1a. Secc. Puebla, Pue.	No proporcionada Col. Gabriel Pastor 1a. Secc. Puebla, Pue.	No proporcionada Col. Gabriel Pastor 1a. Secc. Puebla, Pue.
Tipo de Inmueble	Casa habitación	Casa habitación	Casa habitación
Tipo de Zona	Habitacional	Habitacional	Habitacional
Sup. Terreno	626.00	226.00	463.00
Sup. Construcción	449.00	280.00	270.00
Edad	35	35	28
No. de niveles	1	5	2
C.U.S. *	0.7173	1.2389	0.5832
Edo.de Conserv.	Bueno	Bueno	Bueno
Elementos de Proy	3R-4B-2A	3R-4B-2ª	3R-4B-6A
Fecha	Mayo de 2014	Mayo de 2014	Mayo de 2014
Precio	\$7,500,000.00	\$1,500,000.00	\$3,400,000.00
Precio Unitario	\$16,703.79	\$5,357.14	\$12,592.59
Cond. De Venta	Oferta	Oferta	Oferta
Contacto	Guillermo McBeath	Alma de Jean	Dolplim
Teléfono	(222) 560 8129	(222) 604 0934	(222) 198 8495
Internet	www.casacompara.com	casas.trovit.com	casas.trovit.com

Tabla 2.3. Investigación de mercado. a) Comparable 7, b) Comparable 8 y c) Comparable 9.
Fuente: Realizada por Pilar Martínez Soto.


Investigación de Mercado			
Inmuebles en Venta			
	a) Comparable 10	b) Comparable 11	c) Comparable 12
			
Ubicación	Priv. 9 A Sur 3902 Col. Gabriel Pastor 1a. Secc. Puebla, Pue.	5 B Sur 3904 Col. Gabriel Pastor 1a. Secc. Puebla, Pue.	Col. Gabriel Pastor 2a. Secc. Puebla, Pue.
Tipo de Inmueble	Casa habitación	Casa habitación	Casa habitación y local comercial
Tipo de Zona	Habitacional	Habitacional	Habitacional
Sup. Terreno	150.00	514.00	549.00
Sup. Construcción	240.00	680.00	860.00
Edad	35	25	32
No. de niveles	2	2	2
C.U.S. *	1.6000	1.3230	1.5665
Edo.de Conserv.	Bueno	Bueno	Bueno
Elementos de Proy	4R-2½B-2AT	4R-2½B-3*	6R-4B-5A-LOCAL
Fecha	Mayo de 2014	Mayo de 2014	Mayo de 2014
Precio	\$1,350,000.00	\$4,500,000.00	\$6,500,000.00
Precio Unitario	\$5,625.00	\$6,617.65	\$7,558.14
Cond. De Venta	Oferta	Oferta	Oferta
Referente	Josefina Gómez	Bertha Martínez	Ampi Nacional
Teléfono	(222) 413 0371	(222) 323 0318	(55) 5592 6618
Internet	zurgo.com.mx	casas.trovit.com	informesampi@gmail.com

Tabla 2.4. Investigación de mercado. a) Comparable 10, b) Comparable 11 y c) Comparable 12.
Fuente: Realizada por Pilar Martínez Soto.


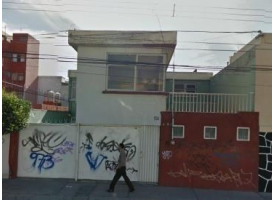

Investigación de Mercado			
Inmuebles en Venta			
	a) Comparable 13	b) Comparable 14	c) Comparable 15
			
Ubicación	No proporcionada Col. Gabriel Pastor 2a. Secc. Puebla, Pue.	9 Sur 4108 Col. Gabriel Pastor 1a. Secc. Puebla, Pue.	Col. Gabriel Pastor 2a. Secc. Puebla, Pue.
Tipo de Inmueble	Casa habitación	Casa habitación	Casa habitación
Tipo de Zona	Habitacional	Habitacional	Habitacional
Sup. Terreno	170.00	240.00	550.00
Sup. Construcción	139.00	220.00	720.00
Edad	28	220	35
No. de niveles	1	2	2
C.U.S. *	0.8176	0.9167	1.3091
Edo.de Conserv.	Bueno	Bueno	Bueno
Elementos de Proy	2R-2B-2AT	4R-2½B-2AT	5R-3B-6A
Fecha	Mayo de 2014	Mayo de 2014	Mayo de 2014
Precio	\$1,400,000.00	\$1,580,000.00	\$4,600,000.00
Precio Unitario	\$10,071.94	\$7,181.82	\$6,388.89
Cond. De Venta	Oferta	Oferta	Oferta
Referente	Mary Lupe G.	Alianza Inmobiliaria	Alianza Inmobiliaria
Teléfono	(222) 357 1762	(222) 379 5365	(222) 379 5366
Internet	www.guiadinmuebles.com	www.casacompara.com	www.casacompara.com

Tabla 2.5. Investigación de mercado a) Comparable 13, b) Comparable 14 y c) Comparable 15.
Fuente: Realizada por Pilar Martínez Soto.




Investigación de Mercado			
Inmuebles en Venta			
	a) Comparable 16	b) Comparable 17	c) Comparable 18
			
Ubicación	Priv. A 16 de Sept. 3906 Col. Gabriel Pastor 2a. Secc. Puebla, Pue.	No proporcionada Col. Gabriel Pastor 2a. Secc. Puebla, Pue.	Col. Gabriel Pastor 1a. Secc. Puebla, Pue.
Tipo de Inmueble	Casa habitación y local comercial	Casa habitación	Casa habitación
Tipo de Zona	Habitacional	Habitacional	Habitacional
Sup. Terreno	264.00	220.00	250.00
Sup. Construcción	375.00	200.00	351.00
Edad	30	30	25
No. de niveles	2	1	2
C.U.S. *	1.4205	0.9091	1.4040
Edo.de Conserv.	Bueno	Bueno	Bueno
Elementos de Proy	4R-3½B-2A	3R-2½B-2AT	3R-3B-2AT
Fecha	Mayo de 2014	Mayo de 2014	Mayo de 2014
Precio	\$2,358,000.00	\$1,900,000.00	\$1,580,000.00
Precio Unitario	\$6,288.00	\$9,500.00	\$4,501.42
Cond. De Venta	Oferta	Oferta	Oferta
Referente	Alejandra Medel	Proyecta Inmuebles	inHOUSING
Teléfono	(222) 233 0014	(222) 232 1889	(222) 233 0014
Internet	Inmuebles24.com	casas.trovit.com	Inmuebles24.com

Tabla 2.6. Investigación de mercado. a) Comparable 16, b) Comparable 17 y c) Comparable 18.
Fuente: Realizada por Pilar Martínez Soto.




Investigación de Mercado			
Inmuebles en Venta			
	a) Comparable 19	b) Comparable 20	c) Comparable 21
			
Ubicación	Col. Gabriel Pastor 1a. Secc. Puebla, Pue.	Col. Gabriel Pastor 2a. Secc. Puebla, Pue.	41 Poniente 506 Col. Gabriel Pastor 1a. Secc. Puebla, Pue.
Tipo de Inmueble	Casa habitación	Casa habitación	Casa habitación
Tipo de Zona	Habitacional	Habitacional	Habitacional
Sup. Terreno	250.00	250.00	210.00
Sup. Construcción	500.00	353.00	200.00
Edad	30	30	35
No. de niveles	3	2	1
C.U.S. *	2.0000	1.4120	0.9524
Edo.de Conserv.	Bueno	Bueno	Bueno
Elementos de Proy	5R-3½B-3AT	3R-2½B-3AT	5R-2½B-2AT
Fecha	Mayo de 2014	Mayo de 2014	Mayo de 2014
Precio	\$2,500,000.00	\$2,358,000.00	\$2,050,000.00
Precio Unitario	\$5,000.00	\$6,679.89	\$10,250.00
Cond. De Venta	Oferta	Oferta	Oferta
Referente	Alianza Inmobiliaria	Invest	mossco21
Teléfono	(222) 890 0442	(222) 466 6746	(222) 233 0014
Internet	vivanuncios.com	vivanuncios.com	vivanuncios.com

Tabla 2.7. Investigación de mercado. a) Comparable 19, b) Comparable 20 y c) Comparable 21.
Fuente: Realizada por Pilar Martínez Soto.




Investigación de Mercado			
Inmuebles en Venta			
	a) Comparable 22	b) Comparable 23	c) Comparable 24
			
Ubicación	37 Poniente 905 Col. Gabriel Pastor 1a. Secc. Puebla, Pue.	37 Poniente 909 Col. Gabriel Pastor 1a. Secc. Puebla, Pue.	Priv. 9 Sur A 3710 Col. Gabriel Pastor 1a. Secc. Puebla, Pue.
Tipo de Inmueble	Casa habitación	Casa habitación	Casa habitación
Tipo de Zona	Habitacional	Habitacional	Habitacional
Sup. Terreno	220.00	160.00	240.00
Sup. Construcción	200.00	255.00	310.00
Edad	35	35	30
No. de niveles	2	3	2
C.U.S. *	0.9091	1.5938	1.2917
Edo.de Conserv.	Bueno	Bueno	Bueno
Elementos de Proy	3R-2½B-3A	5R-3½B-3AT	4R-3½B-3AT
Fecha	Mayo de 2014	Mayo de 2014	Mayo de 2014
Precio	\$1,900,000.00	\$2,000,000.00	\$2,400,000.00
Precio Unitario	\$9,500.00	\$7,843.14	\$7,741.94
Cond. De Venta	Oferta	Oferta	Oferta
Referente	Bermúdez Bienes Raíces	Francisco Sosa	Sonia Ramírez
Teléfono	(222) 750 3992	(222) 861 8986	(222) 199 1834
Internet	vivanuncios.com	vivanuncios.com	-

Tabla 2.8. Investigación de mercado. a) Comparable 22, b) Comparable 23 y c) Comparable 24.
Fuente: Realizada por Pilar Martínez Soto.

Investigación de Mercado			
Inmuebles en Venta			
	a) Comparable 25	b) Comparable 26	c) Comparable 27
			
Ubicación	3 Sur 2707 Col. Chula Vista Puebla, Pue.	Priv. 5 Sur 3102 Col. Chula Vista Puebla, Pue.	9 Sur 2908 Col. Chula Vista Puebla, Pue.
Tipo de Inmueble	Casa habitación y locales	Casa habitación	Casa habitación y locales
Tipo de Zona	Habitacional	Habitacional	Habitacional
Sup. Terreno	253.00	405.00	300.00
Sup. Construcción	300.00	595.00	120.00
Edad	35	25	60
No. de niveles	2	2	1
C.U.S. *	1.1858	1.4691	0.4000
Edo.de Conserv.	Bueno	Bueno	Bueno
Elementos de Proy	3R-2½-2Locales	8R-4B-2AT	3R- 1B-4A-2ILocales
Fecha	Mayo de 2014	Mayo de 2014	Mayo de 2014
Precio	\$3,950,000.00	\$3,300,000.00	\$1,850,000.00
Precio Unitario	\$13,166.67	\$5,546.22	\$15,416.67
Cond. De Venta	Oferta	Oferta	Oferta
Contacto	Alfa Fateve Inmobiliaria	Carlos Núñez B.	Nora Balcazar
Teléfono	(222)890 93000		(222) 335 0897
Internet	http://www.metroscubicos.com/	http://easyaviso.com/	www.casacompara.com

Tabla 2.9. Investigación de mercado. a) Comparable 25, b) Comparable 26 y c) Comparable 27.
Fuente: Realizada por Pilar Martínez Soto.

Investigación de Mercado			
Inmuebles en Venta			
	a) Comparable 28	b) Comparable 29	c) Comparable 30
			
Ubicación	No proporcionada Col. Chula Vista Puebla, Pue.	7 Sur 2706 Chula Vista Puebla, Pue.	27 Poniente 1108-A Chula Vista Puebla, Pue.
Tipo de Inmueble	Casa habitación	Casa habitación	Casa habitación
Tipo de Zona	Habitacional	Habitacional	Habitacional
Sup. Terreno	125.00	284.00	258.00
Sup. Construcción	240.00	225.00	157.00
Edad	35	34	50
No. de niveles	5	1	1
C.U.S. *	1.9200	0.7923	0.6085
Edo.de Conserv.	Bueno	Bueno	Bueno
Elementos de Proy	3R-2½B-1ª	4R-2B-3AT	6R-3B
Fecha	Mayo de 2014	Mayo de 2014	Mayo de 2014
Precio	\$2,300,000.00	\$2,750,000.00	\$1,400,000.00
Precio Unitario	\$9,583.33	\$12,222.22	\$8,917.20
Cond. De Venta	Oferta	Oferta	Oferta
Referente	Ampi	Sandra Hanan Barbizan	Angelica Razo
Teléfono		(222) 121 1299	(222) 574 9589
Internet	casas.trovit.com	www.casacompara.com	casas.trovit.com

Tabla 2.10. Investigación de mercado. a) Comparable 28, b) Comparable 29 y c) Comparable 30.
Fuente: Realizada por Pilar Martínez Soto.

Capítulo 3

Aplicación del Método de Regresión Lineal Múltiple a la Valuación de Inmuebles

En este capítulo se presenta el formalismo matemático y los procedimientos estadísticos necesarios para aplicar el método de Regresión Múltiple a la valuación de inmuebles, resaltando que el procesamiento de la base de datos descrita al final del capítulo anterior se realiza mediante el uso de un software especializado que simplifica por completo los cálculos que este tipo de tratamiento estadístico requiere.

Capítulo 3

3.1 Conceptos Generales del Análisis de Regresión Múltiple

En términos generales, el Análisis de Regresión Múltiple trata del estudio de la dependencia de una variable (llamada dependiente o respuesta), respecto de una o más variables (llamadas explicativas), con el objeto de estimar o predecir el valor promedio poblacional de la primera, en términos de los valores de las segundas. Sin embargo, si se estudia la dependencia de la variable respuesta respecto de una única variable explicativa, al análisis correspondiente se le conoce como de Regresión Simple o con dos variables.

En esta tesis, nos interesa estudiar la dependencia del precio de un inmueble, que es nuestra variable dependiente, respecto a las características particulares, o variables, de los inmuebles en venta localizados en la misma zona, siendo éstas las variables explicativas, para que la aplicación del método nos permita estimar el valor (precio) de un inmueble de interés de la zona de estudio.

En las siguientes secciones se presentan las características del Método de Regresión Múltiple.

3.1.1 Análisis de Regresión Múltiple

El Análisis de Regresión Múltiple (ARM) se emplea para determinar la relación funcional entre varias variables, una de ellas dependiente o variable respuesta y el resto independientes [4, 5]; esto presenta ventajas contra el uso de la Regresión Simple (RS) ya que nos permite considerar más variables que nos llevan a realizar una mejor estimación sobre la relación funcional de las diferentes variables que a relacionar. Antes de explicar el método, es menester considerar tanto la notación básica como el tipo de variables a emplear.

Por un lado se tiene la siguiente notación: a menos que se indique lo contrario, la variable respuesta se representará con y , mientras que las variables explicativas se representarán con x_1, x_2, \dots, x_p , en donde la variable x_k se

Capítulo 3

refiere a la k -ésima variable explicativa y x_{ki} se referirá al valor i -ésimo de esta k -ésima variable. El subíndice p indica que se tienen p variables explicativas.

Por otro lado, existen en general dos tipos de datos o variables aleatorias: cualitativas (que miden cualidades o atributos de los datos, se clasifican en un número específico de clases cuyos nombres corresponden a los valores observados y cada variable debe quedar clasificada en una y solo una de las categorías, por lo que las clases deben ser mutuamente excluyentes) y cuantitativas (que a su vez se dividen en discretas: aquellas que pueden tomar un número finito, o infinito pero numerable, de valores, y continuas: aquellas que pueden tomar un número infinito no numerable de valores). Para el ARM se suelen emplear variables cuantitativas, discretas o continuas, dependiendo de la naturaleza del problema que se pretende resolver.

El método consiste en realizar una hipótesis y posteriormente poner a prueba los resultados de esta hipótesis considerando distintas pruebas estadísticas de bondad sobre el modelo obtenido.

En términos generales decimos que la hipótesis empleada en el ARM se puede expresar de la siguiente manera:

Hipótesis: El modelo de RM (MRM) tiene la forma

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p + \varepsilon, \quad (3.1)$$

donde:

β_i : son los coeficientes del modelo,

ε : es una variable aleatoria que representa el error del modelo con respecto a la situación real; también explica la variabilidad en y que no puede explicar el efecto lineal de las p variables independientes.

Para que el MRM tenga aplicación es menester establecer una ecuación de RM (ERM). Para esto se utilizan dos supuestos:

- El valor esperado (o media) de los errores es cero, esto es $E(\varepsilon) = 0$.

Capítulo 3

- Para valores dados de x_1, x_2, \dots, x_p la media de y (\bar{y}) es

$$\bar{y} = E(y) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p. \quad (3.2)$$

Si conociéramos los valores de β_i , se podría emplear la ecuación anterior para calcular \bar{y} dados los valores de x_1, x_2, \dots, x_p . Sin embargo, esto no es posible en la práctica porque es imposible conocer de antemano los valores de los parámetros β_i . Por lo tanto, solo es posible estimar, desde el punto de vista estadístico, los valores de los β_i empleando los valores de una muestra a través de lo que se denomina sus estimadores puntuales, b_i . El proceso de estimación para la RM se presenta en la siguiente figura para el caso de $p = 2$.

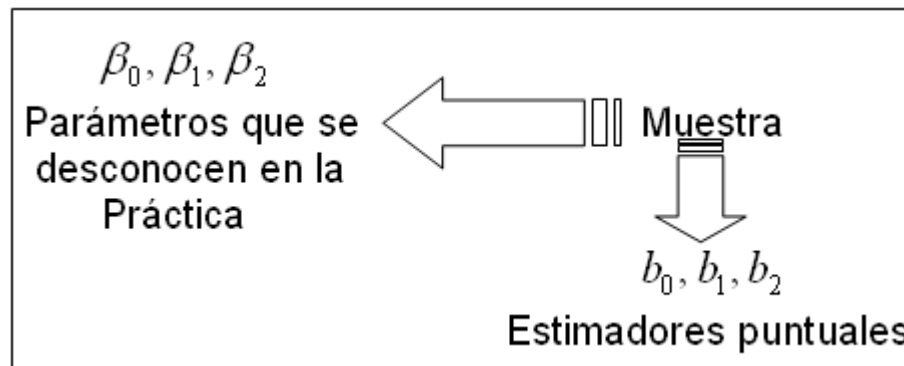


Fig. 3.1 Proceso de estimación para la RM.

De acuerdo con la figura 3.1, se tiene entonces que los b_0, b_1, b_2 son los estimadores puntuales de los β_0, β_1 y β_2 , y la ERM para dos variables independientes es de la forma

$$E(y) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2.$$

Para calcular los estadísticos de la muestra que se emplean como estimadores puntuales de los parámetros se utiliza una muestra aleatoria. Estos estadísticos dan como resultado una ecuación conocida como Ecuación de Regresión Múltiple Estimada (ERME). La ERME tiene la forma:

$$\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_px_p, \quad (3.3)$$

donde \hat{y} es el valor estimado de la variable dependiente y los b_i son los estadísticos muestrales que se emplean como estimadores puntuales de los β_i .

Posteriormente se emplea el Método de Mínimos Cuadrados (MMC) para obtener la ERME que más se aproxima a la relación lineal entre las variables dependiente e independientes. Este método se explica a continuación en la siguiente sección.

3.1.2 Método de Mínimos Cuadrados para la RM

En esta sección se explica la forma de emplear el Método de Mínimos Cuadrados (MMC) para obtener la ERME que más se aproxima a la relación lineal entre las variables involucradas.

El criterio del MMC consiste en minimizar el cuadrado de las desviaciones de los valores observados de la variable dependiente en la i -ésima observación con respecto a su valor estimado. Esto es

$$\min \sum (y_i - \hat{y}_i)^2, \quad (3.4)$$

donde:

y_i es el valor observado de y en la i -ésima observación,

\hat{y}_i es el valor estimado de y en la i -ésima observación.

Vale la pena recordar que los valores estimados de la variable dependiente, y , se calculan con la ERME (Ec. 3.3).

Como lo indica la Ec. (3.4), el MMC utiliza datos de la muestra para determinar los valores de los estadísticos muestrales que se emplean como estimadores puntuales de los parámetros β_i .

Capítulo 3

La deducción de las expresiones para calcular los coeficientes de regresión, b_i , requiere del uso de Álgebra de matrices y no es de fácil manipulación, aún para conjuntos pequeños de observaciones, por lo que, para fines prácticos, se empleará un programa de cómputo (Minitab) para obtener la ERME, así como otros resultados que se emplean en el análisis de los datos y que se describen en las siguientes secciones o subsecciones.

3.1.3 Coeficiente de Determinación Múltiple

Un cálculo que es de especial importancia en RM es la suma de cuadrados del total (SST , por su nombre en inglés sum of squares due to total). Esta suma se puede dividir en dos componentes, la suma de cuadrados debida a la regresión (SSR , por su nombre en inglés sum of squares due to regression) y la suma de cuadrados debida al error (SSE , por su nombre en inglés sum of squares due to error). La relación entre estas sumas se presenta a continuación.

3.1.3.1 Relación entre SST , SSR y SSE

Se puede demostrar que

$$SST = SSR + SSE, \quad (3.5)$$

donde

$$SST = \text{suma de cuadrados del total} = \sum (y_i - \hat{y})^2,$$

$$SSR = \text{suma de cuadrados debida a la regresión} = \sum (\hat{y}_i - \bar{y})^2,$$

$$SSE = \text{suma de cuadrados debida al error} = \sum (y_i - \hat{y}_i)^2.$$

Es importante mencionar que estas sumas son difíciles de calcular, por lo que el uso de un programa de cómputo, en nuestro caso Minitab, es de gran ayuda para determinarlas.

Capítulo 3

Para medir la bondad del ajuste para la regresión es menester determinar el Coeficiente de Determinación Múltiple (CDM), que se define como

$$\text{Coeficiente de Determinación Múltiple} \equiv R^2 \equiv \frac{SSR}{SST}. \quad (3.6)$$

Este coeficiente se puede interpretar como la proporción de la variabilidad de la variable dependiente que se puede explicar con la ERME (o simplemente ER). Por lo tanto, cuando se multiplica por 100, se interpreta como la variación porcentual de y que se explica con la ER. Sin embargo, para evitar sobreestimar el impacto de agregar una variable independiente al modelo sobre la cantidad de variabilidad que explica la ER (ya que en general R^2 aumenta siempre a medida que se agregan variables independientes al modelo), se puede emplear el CDM ajustado (R_a^2). Si n es la cantidad de observaciones y p la cantidad de variables independientes, el CDM ajustado se calcula como sigue:

$$R_a^2 = 1 - (1 - R^2) \frac{n-1}{n-p-1}. \quad (3.7)$$

3.1.4 Coeficiente de Correlación

La correlación, como análisis, es el conjunto de técnicas estadísticas empleado para medir la intensidad o grado de asociación entre dos o más variables. Por lo tanto, el principal objetivo del análisis de correlación consiste en determinar la relación entre la variable dependiente y alguna de las variables explicativas, o bien, la relación entre éstas últimas. La medida de esta relación se hace a través del coeficiente de correlación. Existen diferentes índices de correlación; en el caso de dos variables, una dependiente (y) y la otra independiente (x), se emplea el coeficiente de correlación de Pearson, R_{xy} , definido como

$$R_{xy} \equiv (\text{signo de } b_1) \sqrt{R^2}. \quad (3.8)$$

Los valores de R_{xy} oscilan entre +1 y -1. R_{xy} representa una relación positiva (negativa) perfecta cuando tiende a +1 (-1) (es decir, más fuerte será la

Capítulo 3

asociación lineal entre las dos variables), pero en el caso en que dicha relación tienda a cero, significa que x é y no tienen relación lineal alguna.

En general lo que se busca es explicar el comportamiento de una variable dependiente, y , en términos de más de una variable, por ejemplo, x_1, x_2, \dots, x_p , las cuales pueden guardar o no relación (lineal) alguna entre sí.

Si por ejemplo, un problema se restringe al caso en que $p=2$, se espera entonces que la variable dependiente varíe linealmente con dos variables explicativas. Esta situación no esta fuera de la realidad, pues es muy común en el ejercicio valuatorio. En estas condiciones, para el caso de tres variables, una dependiente, y , y dos variables independientes (digamos x_1 y x_2), la ERM es de la forma

$$E(y) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2.$$

La gráfica de esta ecuación es un plano en el espacio tridimensional. Esto se ilustra en la figura 3.2. Notemos que el error, ε , se muestra como la diferencia entre el valor real de y y el valor esperado de y , que es $E(y)$ cuando $x_1 = x_1^*$ y $x_2 = x_2^*$.

El término variable independiente empleado hasta ahora en el análisis de regresión indica cualquier variable que se utiliza para predecir o explicar el valor de la variable dependiente, sin embargo, el término no indica que las variables independientes realmente lo sean entre sí, al menos en un sentido estadístico.

Por el contrario, la mayoría de las variables independientes en un problema de regresión múltiple se correlacionan entre sí en algún grado. Cuando esta correlación existe a nivel lineal se le denomina multicolinealidad o simplemente colinealidad. En tal situación, las variables colineales no proveen nueva información, por lo que suele ser difícil separar los efectos de estas variables sobre la variable dependiente. En tal situación, los valores de los coeficientes

Capítulo 3

de regresión para variables correlacionadas pueden fluctuar drásticamente dependiendo de cuales variables se incluyen en el modelo.

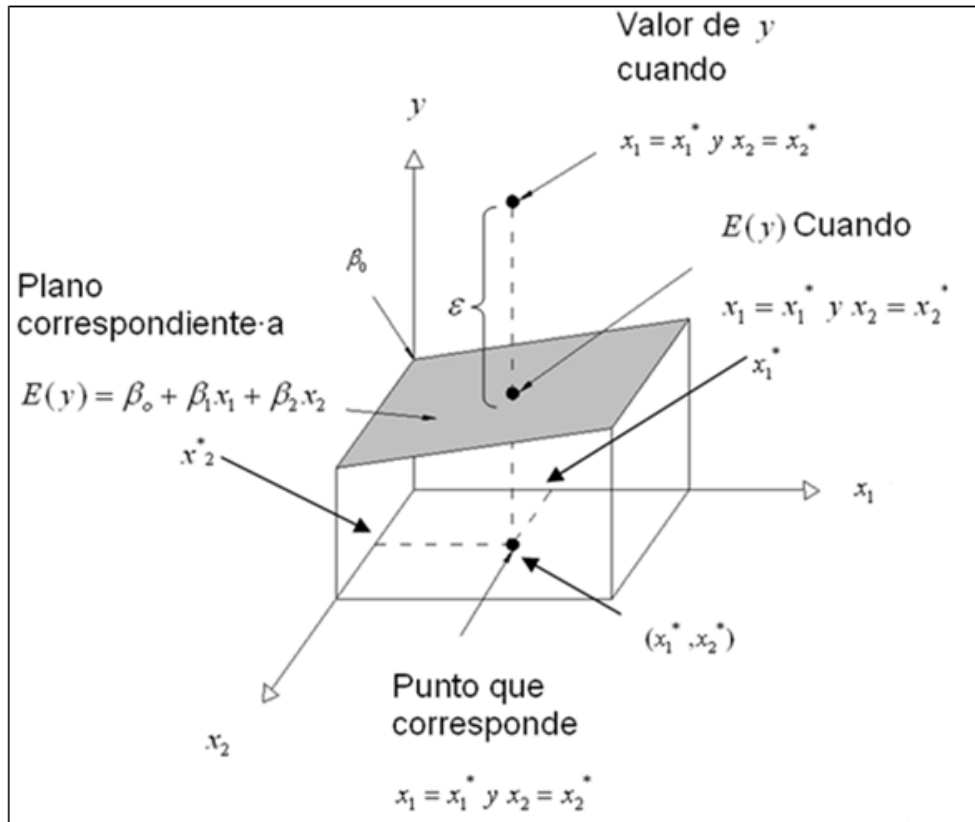


Fig. 3.2 Gráfica de la ecuación de regresión para el análisis de regresión múltiple con dos variables independientes.

Habitualmente los métodos para medir la colinealidad requieren de cálculos largos y tediosos, sin embargo, existe un método que usa el factor de varianza inflacionaria (*FVI*) para cada variable independiente. El *FVI* está dado por la Ec.

$$FVI_j = \frac{1}{1 - R_j^2}, \quad (3.9)$$

donde R_j^2 es el coeficiente de determinación múltiple de la variable x_j con todas las demás variables. Para el caso mencionado de únicamente dos variables independientes, R_j^2 es justamente el coeficiente de determinación de Pearson dado por la Ec. (3.8), por lo que en estas condiciones se tiene que $R_1^2 = R_2^2$.

Capítulo 3

Si un conjunto de variables “independientes” no está correlacionado, entonces el FVI_j será menor o igual que 1. Si entre estas variables existe una fuerte intercorrelación, el FVI_j puede incluso exceder el valor de 10^\dagger .

Nuevamente, para la situación de dos variables explicativas se tienen en general dos casos para la correlación múltiple:

- El análisis de la correlación de una de las variables con las otras dos consideradas conjuntamente (correlación múltiple).
- La correlación existente entre dos variables, eliminando el influjo de la tercera variable (correlación parcial). En este caso se incluye la multicolinealidad, que como ya se mencionó, no se realizará empleando la correlación parcial, sino el FVI_j .

El primero de estos casos mide la relación existente entre una de las variables y las restantes, mientras que en el segundo se mide la intercorrelación entre las variables que se suponen por hipótesis independientes.

De este modo, el coeficiente de correlación múltiple para el caso al que nos estamos restringiendo se calcula mediante la Ec.

$$r_{y.x_1x_2} = \sqrt{\frac{r_{yx_1}^2 + r_{yx_2}^2 - r_{yx_1} r_{yx_2} r_{x_1x_2}}{1 - r_{x_1x_2}^2}}, \quad (3.10)$$

donde el valor que $r_{y.x_1x_2}$ oscila entre 0 y 1. Cuanto más se acerque a 1 mayor es el grado de asociación entre las variables, mientras que cuanto más se acerca a cero, la relación lineal empeora. Este criterio y el mencionado para el FVI_j serán los utilizados en este trabajo.

[†] Marquardt sugiere que si el FVI_j es mayor que 10, existe mucha correlación entre la variable x_j y el resto de las variables. Sin embargo otros investigadores sugieren un criterio un tanto más conservativo que pueden requerir de técnicas alternativas a la regresión por mínimos cuadrados si el máximo FVI_j excede el valor de 5.

3.1.5 Pruebas de significancia (F y t)

En esta sección se presenta la forma de realización de las pruebas de significancia para una ecuación de regresión múltiple. Para este fin, vale la pena realizar algunas observaciones adicionales al MRM.

El modelo de RM considera un conjunto de suposiciones acerca del modelo adecuado de la relación entre las variables dependiente (o variable respuesta) e independiente(s) (o variable(s) predictor(a)s), establecidas en la primera sección de este capítulo. Sin embargo, es necesario considerar lo siguiente:

- Que la varianza del error ε , representada por σ^2 , es igual para todos los valores de las variables independientes x_i . Esto implica que la varianza de y es igual a σ^2 y es la misma para todos los valores de las x_i .
- Los valores de ε son independientes, lo cual implica que el valor de ε para determinado conjunto de valores de las variables x_i no se relaciona con el valor de ε para cualquier otro conjunto de valores, de modo que los respectivos valores de y tampoco están relacionados.
- El término de error, ε , es una variable aleatoria con distribución normal que refleja la diferencia entre el valor de y y el valor esperado de y , de acuerdo con la ERM. Esta suposición tiene como consecuencia que dado que los coeficientes del modelo son constantes, es decir, β_i son constantes, la variable dependiente y es también una variable aleatoria distribuida normalmente para los valores dados de las x_i .

En términos generales, para probar que existe una relación importante de regresión entre las variables involucradas, se debe efectuar una prueba de hipótesis para determinar si los coeficientes de la regresión son cero o diferentes de cero. En el caso de la RL hay dos pruebas que se realizan con más frecuencia. Éstas son las pruebas t y F . En ambas se requiere estimar σ^2 , la varianza de ε en el modelo de regresión [4-6] y la conclusión a la que se llega

Capítulo 3

con estas pruebas es la misma: si se rechaza la hipótesis nula, la conclusión es que las variables (dos en este caso) se relacionan. Sin embargo esto no es así en la RM, pues las pruebas t y F tienen distintas finalidades:

- 1 La prueba F se emplea para determinar si existe alguna relación significativa entre la variable respuesta y el conjunto de todas las variables independientes empleadas en el modelo. En estas condiciones la prueba se denomina de *significancia global*.
- 2 Si la prueba F indica la significancia global, la prueba t se aplica para determinar si cada una de las variables independientes tiene significancia, por lo que se realiza una prueba por separado para cada variable independiente en el modelo; a cada una de estas pruebas t se les llama *pruebas de significancia individual*.

A continuación se explican ambas pruebas para el MRM.

3.1.5.1 Prueba F

El MRM adaptado al número de variables que se emplean en esta tesis está dado por la Ec. (3.1) cuando $p=2$. La hipótesis nula y alternativa para la prueba F involucran los parámetros del MRM:

$$H_0: y = \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_3 = 0,$$

H_a : uno o más de los parámetros del MRM no es igual a cero.

Con esto se tiene, por un lado, que si se rechaza H_0 , contaremos con suficiente evidencia estadística para concluir que uno o más de los parámetros es diferentes de cero, por lo que la relación general entre la variable respuesta y el conjunto de variables independientes x_1 , x_2 y x_3 es significativa. Por otro lado, si no se puede rechazar H_0 , no contaremos con la evidencia suficiente para concluir que la relación entre las variables involucradas es significativa.

Capítulo 3

Para este fin definimos, en términos generales, el *Cuadrado Medio* como la suma de cuadrados dividida entre sus grados de libertad correspondientes. Notemos que en el caso de la RM en general, la *SST* tiene $n-1$ grados de libertad, *SSR* tiene p grados de libertad y la *SSE* tiene $n-p-1$ grados de libertad, en donde n es el número de datos empleados en el cálculo y p es el número de variables independientes. Por lo tanto, se define el cuadrado medio debido a la regresión (*MSR*) como SSR/p y el cuadrado medio debido al error (*MSE*) como $MSE/(n-p-1)$. *MSE*, produce un estimado insesgado de σ^2 , la varianza del término correspondiente al error ε . Adicionalmente, si la H_0 es verdadera, *MSR* también produce un estimado insesgado de σ^2 , y el valor de MSR/MSE deberá acercarse a la unidad. Sin embargo, si H_0 es falsa, *MSR* sobrestima a σ^2 y el valor de MSR/MSE se hace más grande. Entonces, para determinar lo grande que debe ser el valor de MSR/MSE para rechazar H_0 se emplea el hecho de que si H_0 es verdadera y los supuestos del MRM son válidos, la distribución de MSR/MSE es una distribución *F* con p grados de libertad en el numerador y $n-p-1$ en el denominador. Esto se resume en la figura 3.3 para el caso de $p=3$ variables independientes y el respectivo análisis de varianza se realizará con el uso de un programa de cómputo.

Prueba F para significancia general

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_3 = 0,$
 $H_a: \text{uno o más de los parámetros del MRM no es igual a cero.}$

Estadístico de prueba

$$F = \frac{MSR}{MSE}$$

Regla de rechazo

Con el estadístico de prueba: Rechazar H_0 si $F > F_\alpha$
Con el valor p : Rechazar H_0 si el valor de $p < \alpha$

donde F_α se basa en la distribución *F* con p grados de libertad en el numerador y $n-p-1$ grados de libertad en el denominador.

Figura 3.3. Prueba F para significancia general.

3.1.5.2 Prueba t

Supongamos que la prueba F ha mostrado que la relación de RM tiene significancia, se puede hacer entonces una prueba t para determinar la significancia de cada uno de los parámetros individuales. La prueba t de significancia individual se resume en la figura 3.4.

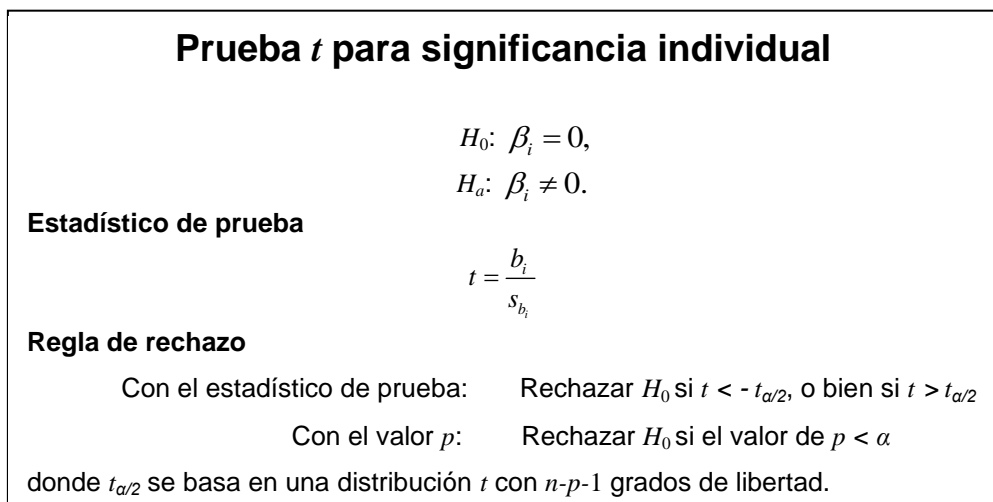


Figura 3.4. Prueba t de significancia individual.

Vale la pena mencionar que en el procedimiento de prueba, s_{b_i} es la estimación de la desviación estándar de b_i .

3.1.6 Uso de la ecuación estimada para predecir y evaluar

El MRM es tan solo un supuesto acerca de la relación entre las variables involucradas; si esta relación es estadísticamente significativa y si el ajuste que proporciona la ERM parece bueno, tal ecuación se puede emplear para realizar estimaciones y predicciones. En estas condiciones, la ERME se puede emplear para determinar una estimación puntual del valor medio de y y predecir un valor individual de y . Para esto se sustituyen los valores dados de x_1, x_2, \dots, x_p , en la ERME y usamos el valor del correspondiente de \hat{y} como estimación puntual de \bar{y} . Sin embargo, las estimaciones puntuales no proporcionan información alguna

Capítulo 3

de la precisión asociada con la estimación. Para que la ERME tenga un sentido práctico, es necesario realizar dos tipos de estimaciones: estimación de intervalo de confianza (que es una estimación del intervalo del valor medio de \bar{y} para determinados valores de las x_i) y estimación de intervalo de predicción (que se emplea cuando se desea una estimación de intervalo de un valor particular de y que corresponde a determinados valores de las x_i).

La determinación de estimaciones de intervalo para el valor medio de y y para una valor individual de y en el MRM, requiere de un proceso muy parecido al del MRLS. Sin embargo, las estimaciones de intervalo para el MRM son demasiado complejas. Ninguno de estos cálculos se incluyen en este trabajo debido a que los cálculos son largos y tediosos; es posible emplear un programa de cómputo para realizar los cálculos necesarios pero la interpretación de los resultados no es del todo simple ya que involucra una gran cantidad de información y escapa a los propósitos de esta tesis.

3.1.7 Análisis de residuales

Para finalizar la descripción del modelo se requiere de realizar un análisis de residuales que ayuda a determinar si los supuestos que se realizaron sobre el MRM son adecuados. Este paso en el proceso es de fundamental importancia debido a que todo el método (la ERM, la ERME, e incluso las pruebas de significancia y la estimación de intervalos descrita en la sección anterior utilizan a los supuestos como base teórica) se sustenta sobre los supuestos del modelo, y si estos no son adecuados, entonces todos los resultados (como la prueba de hipótesis sobre la significancia de los resultados de la ERM y de la estimación de intervalos) y demás conclusiones que se obtengan carecen de sentido. Los residuales proporcionan la mejor información acerca de ε , por lo que un paso importante, y quizás necesario, para describir si las hipótesis acerca de ε son adecuadas es realizar un análisis de residuales, el cual se basa principalmente en el examen de diferentes gráficas, algunas de las cuales son

Capítulo 3

la gráfica de residuales estandarizados y la gráfica de probabilidad normal. Básicamente, para la gráfica de residuales estandarizados, lo que se busca es que los residuales (que se estandarizan siguiendo el procedimiento para estandarizar una variable aleatoria continua) presenten un patrón adecuado, es decir, un patrón similar a una banda horizontal de puntos (ver figura 3.5).

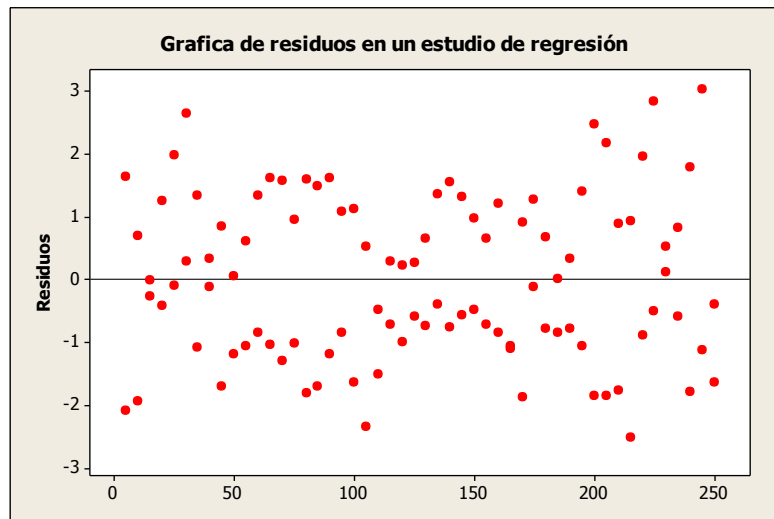


Fig. 3.5. Patrón adecuado de residuales para un estudio de regresión.

La gráfica de probabilidad normal se emplea para determinar la validez de la hipótesis de que el término de error tiene distribución normal estándar. Si esta hipótesis se satisface, entonces la gráfica de probabilidad normal se consigue colocando pares ordenados de la forma (mínimo punto normal[‡], mínimo residual estandarizado). Si se tuviera que trazar una gráfica con los puntos anteriores, éstos deben agruparse de forma estrecha cerca de una línea a 45° que pase por el origen. Ésta gráfica se conoce como gráfica de probabilidad normal y se ilustra en la figura 3.6.

[‡] Por ejemplo, para muestras de tamaño 10 que provienen de una distribución normal estándar el estadístico de primer orden es -1.55. A este valor esperado se le denomina punto normal. En general, si se tiene un conjunto de datos consistente de n observaciones, hay n estadísticos de orden y en consecuencia n puntos normales.

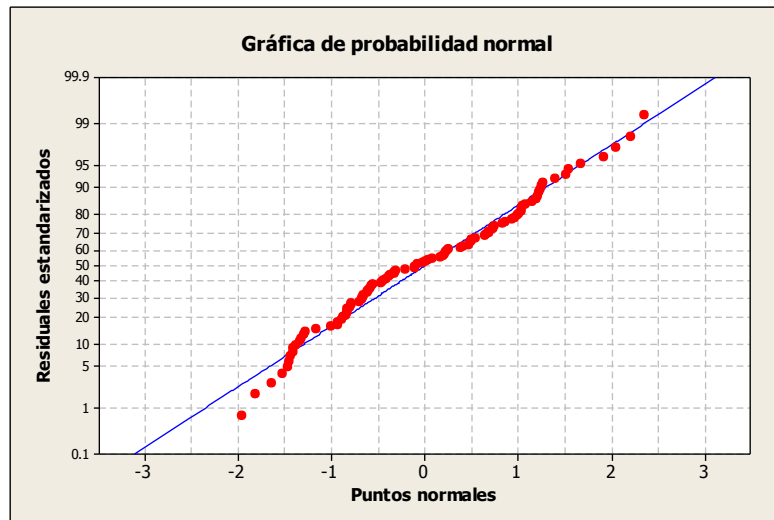


Fig. 3.6. Gráfica de probabilidad normal correcta en un estudio de regresión.

En esta gráfica, mientras más cerca se localicen los puntos a la línea de 45°, mayor es la evidencia que respalda el supuesto de normalidad; cualquier curvatura apreciable en la gráfica de probabilidad normal, se considera como prueba de que los residuales no provienen de una distribución normal. Debido a la complejidad de cálculos para determinar los puntos normales y la gráfica de probabilidad normal asociada con un conjunto de datos particulares, esto no se presenta aquí, pero se realizan de forma relativamente sencilla en un programa de cómputo, como en caso de algunos otros parámetros o cálculos necesarios en el modelo. El análisis de residuales de cada una de las muestras se realiza para cada situación considerada, sin embargo los resultados no se presentan debido a que solo los empleamos para corroborar la prueba de hipótesis, y no se utilizan para modificar nuestra propuesta.

En la siguiente sección se aplica el ARM descrito a la base de datos del capítulo anterior empleando el programa de cómputo estadístico Minitab.

3.2 Aplicación del MRM a la base de datos

El valor de un inmueble no depende solo de su precio, sino también de los precios de otros bienes tangibles similares. Por consiguiente, un modelo de

Capítulo 3

regresión debe en principio incluir variables que produzcan resultados más apegados a la realidad, es decir, modelos en los cuales la variable respuesta se exprese en términos de dos o más variables explicativas, o regresoras.

El modelo de regresión múltiple más sencillo posible, es aquel que contempla una variable respuesta y dos variables explicativas relacionadas de manera lineal (se puede o no incluir la intersección con los ejes, que corresponde al valor de la variable respuesta cuando las variables explicativas valen cero).

Para aplicar el modelo al problema que pretendemos resolver, consideremos primero la base de datos obtenida en el capítulo anterior, y que se presenta, de forma concentrada en la siguiente tabla:

No.	Terreno (m ²)	Construcción (m ²)	CUS	Niveles	Recámaras	Baños	Cochera (p/autos)	Precio de venta (\$)	Precio Unitario (\$)	Colonia
1	250.00	500.00	2.00	3	5	4.0	3	2,500,000.00	5,000.00	A
2	512.00	596.00	1.16	2	6	5.0	3	6,500,000.00	10,906.04	A
3	626.00	449.00	0.72	1	3	4.0	2	7,500,000.00	16,703.79	A
4	226.00	280.00	1.24	2	3	4.0	2	1,500,000.00	5,357.14	A
5	250.00	500.00	2.00	3	5	4.0	3	2,500,000.00	5,000.00	A
6	512.00	596.00	1.16	2	3	2.5	3	6,500,000.00	10,906.04	A
7	185.00	166.00	0.90	1	3	2.0	2	1,800,000.00	10,843.37	B
8	226.00	280.00	1.24	2	4	3.0	2	2,500,000.00	8,928.57	A
9	463.00	270.00	0.58	2	3	4.0	6	3,400,000.00	12,592.59	B
10	150.00	240.00	1.60	2	4	2.5	2	1,350,000.00	5,625.00	A
11	514.00	680.00	1.32	2	4	2.5	3	4,500,000.00	6,617.65	B
12	549.00	860.00	1.57	2	6	4.0	1	6,500,000.00	7,558.14	A
13	170.00	139.00	0.82	1	2	2.0	2	1,400,000.00	10,071.94	A
14	240.00	220.00	0.92	2	5	2.5	2	1,580,000.00	7,181.82	A
15	550.00	720.00	1.31	2	4	3.0	6	4,600,000.00	6,388.89	B
16	264.00	375.00	1.42	2	4	3.5	2	2,358,000.00	6,288.00	B
17	220.00	200.00	0.91	2	3	2.5	2	1,900,000.00	9,500.00	A
18	250.00	351.00	1.40	2	3	3.0	2	1,580,000.00	4,501.42	A
19	250.00	500.00	2.00	3	5	3.5	3	2,500,000.00	5,000.00	A
20	250.00	353.00	1.41	2	3	2.5	3	2,358,000.00	6,679.89	B
21	210.00	200.00	0.95	1	5	2.5	2	2,050,000.00	10,250.00	A
22	220.00	200.00	0.91	2	3	2.5	3	1,900,000.00	9,500.00	A
23	160.00	255.00	1.59	3	5	3.5	3	2,000,000.00	7,843.14	A
24	240.00	310.00	1.29	2	4	3.5	3	2,400,000.00	7,741.94	A
25	253.00	300.00	1.19	2	3	2.5	0	3,400,000.00	11,333.33	B
26	405.00	595.00	1.47	2	8	4.0	2	3,300,000.00	5,546.22	B
27	300.00	120.00	0.40	1	3	4.0	4	1,850,000.00	15,416.67	B
28	125.00	240.00	1.92	2	3	2.5	1	2,300,000.00	9,583.33	B
29	284.00	225.00	0.79	1	4	2.0	3	2,750,000.00	12,222.22	B
30	258.00	157.00	0.61	1	6	3.0	0	1,400,000.00	8,917.20	B

Tabla 3.1 Base de datos concentrada.

En la tabla anterior las variables de las columnas son:

Capítulo 3

- Terreno: superficie del terreno (en m^2) del inmueble.
- Construcción: superficie construida (en m^2) del inmueble.
- CUS: índice que indica la relación de Terreno a Construcción. Se denomina Coeficiente de Uso de Suelo.
- Niveles: número de niveles de la construcción del inmueble.
- Recámaras: número de recámaras del inmueble.
- Baños: número de baños del inmueble. Se suele emplear el valor de 0.5 cuando el inmueble cuenta con algún baño que no tiene regadera.
- Autos: número de automóviles que se pueden guardar en el inmueble.
- Precio de Venta: precio al que están ofertando el inmueble.
- Precio Unitario: proporción del Precio de Venta a Construcción del inmueble. Es un valor redundante, como el CUS.
- Colonia: Se consideraron dos colonias: A: Gabriel Pastor, B: Chula Vista que cuentan con inmuebles similares.

Las variables Niveles, Recámaras, Baños y Autos corresponden al proyecto constructivo del inmueble, por lo que parece factible considerar que pueden estar altamente correlacionados con la variable Construcción.

Ahora, la aplicación del MRM empleando la base de datos de la Tabla 3.1 se realiza en los términos de las primeras secciones de este capítulo. En resumen, cuando se aplican las técnicas y métodos estadísticos correspondientes, se busca específicamente una ecuación que nos permita estimar el precio de un inmueble, dado un conjunto de variables, siendo parte del problema determinar cuáles de las variables serán las más representativas. Como se mencionó antes, se empleará el FVI_j para la variable j -ésima y el Coeficiente de Determinación Múltiple (R^2), para este fin, más que las pruebas de hipótesis y los valores de p correspondientes.

En estas condiciones, se realizará un proceso de Regresión Múltiple repetidas veces para diferentes números de variables explicativas, de acuerdo con la

Capítulo 3

Tabla 3.1, considerando siempre como variable respuesta al precio de venta del inmueble y entonces tomar la decisión sobre cual modelo será el mejor. Los resultados de este proceso se presentan en la siguiente sección.

3.3 Presentación de resultados

Como se mencionó al final de la sección anterior, aquí presentamos los resultados que se obtiene de aplicar el MRM a la base de datos presentada en la Tabla 3.1. La interpretación de los resultados se realiza hasta la última sección del capítulo. Al utilizar el software Minitab [7] para efectuar el proceso de RM se obtienen resultados y gráficas como los que se muestran a continuación:

Regression Analysis: PRECIO VENTA versus TERRENO (m2), CONSTRUCCION (m2), CUS, NIVELES, RECAMARAS, BAÑOS Y AUTOS								
The regression equation is								
PRECIO VENTA = - 1575574 + 16747 TERRENO (m2) - 3290 CONSTRUCCION (m2) + 1659997 CUS - 4678 NIVELES - 130805 RECAMARAS - 33604 BAÑOS - 301101 AUTOS								
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF	1		
Constant	-1575574	1088621	-1.45	0.162		2		
TERRENO (m2)	16747	3555	4.71	0.000	16.699			
CONSTRUCCION (m2)	-3290	2780	-1.18	0.249	19.606			
CUS	1659997	896829	1.85	0.078	10.246			
NIVELES	-4678	392979	-0.01	0.991	3.874			
RECAMARAS	-130805	125734	-1.04	0.309	1.848			
BAÑOS	-33604	221486	-0.15	0.881	2.066			
AUTOS	-301101	114883	-2.62	0.016	1.532	3		
S = 653084 R-Sq = 89.1% R-Sq(adj) = 85.6%								
Analysis of Variance								
Source	DF	SS	MS	F	P	5		
Regression	7	7.67253E+13	1.09608E+13	25.70	0.000			
Residual Error	22	9.38342E+12	4.26519E+11					
Total	29	8.61087E+13						
Predicted Values for New Observations								
New Obs	Fit	SE Fit	95% CI	95% PI		6		
1	8194416	1426958	(5235086, 11153746)	(4939869, 11448962)	XX			
XX denotes a point that is an extreme outlier in the predictors.								
Values of Predictors for New Observations								
New Obs	TERRENO (m2)	CONSTRUCCION (m2)	CUS	NIVELES	RECAMARAS	BAÑOS	AUTOS	7
1	550	240	1.59	3.00	4.00	4.50	2.00	

Tabla 3.2. Información que el programa de cómputo Minitab despliega al realizar un Análisis de Regresión Múltiple (en nuestro caso para los valores de precio de venta de un inmueble en términos de las diferentes predictores).

Capítulo 3

De acuerdo con la información presentada en la Tabla 3.2, podemos distinguir 7 grupos de información, los cuales se han enumerado de forma conveniente. La descripción de cada uno de estos grupos de información es la siguiente:

1. Presenta la Ecuación de Regresión Múltiple que se puede emplear para estimar el precio de venta de los inmuebles. Vale la pena resaltar que se distinguen todas las variables explicativas incluidas en el modelo.
2. Contiene los valores de los coeficientes b_j que servirán para estimar a los coeficientes β_j , sus correspondientes errores estándar (SE Coef) y estadísticos de prueba T o valor p . Los valores que son de importancia para el análisis es el valor de p , el cual debe ser recomendable menor que 0.05, cuando el FVI es elevado.
3. Contiene al FVI para cada una de las variables (FVI_j), el cual es de fundamental trascendencia, como se describió en la sección 3.1.4. Se incluye en el grupo 2 porque es la forma en como el programa de cómputo presenta la información, sin embargo, se toma en cuenta de forma separada (señalado como parte 3). Se utiliza para determinar si la variable a considerar está siendo sobreestimada, como se explicó antes, por lo cual se debe eliminar, cuando su valor es “elevado”, en cuyo caso se van eliminando una a una las variables con el más alto FVI .
4. Contiene la desviación estándar S a usar cuando se utilice la ERME para estimar algún precio de venta para diferentes valores de las variables explicativas. Asimismo, contiene el valor correspondiente del CDM y del CDM ajustado.
5. Este grupo de información corresponde a lo que se conoce como Análisis de Varianza, el cual es empleado, como se comentó en la Sección 3.1.5, para realizar las pruebas de hipótesis de significancia global e individual a través de los estadísticos de prueba F y/o p .

Capítulo 3

6. Esta información se obtiene solo si se solicita al programa que lo despliegue. Representa los valores de predicción para nuevas observaciones dado un conjunto de valores específicos de los valores de las variables explicativas, el error estándar de la predicción (SE Fit) e incluye información sobre valores extremos en los predictores (señaladas en rojo). La aparición de estos valores extremos se suele tomar en cuenta para considerar si el modelo puede estar correcto o no, considerando desde luego otros parámetros estadísticos como el *CDM* y el *FVI*, por ejemplo.
7. El programa despliega los valores de las variables explicativas empleados para obtener los valores de predicción de nuevas observaciones.

Adicionalmente el programa, previa orden, realiza la gráfica de probabilidad normal o la de residuales para la variable respuesta, con la finalidad de emplear cualquiera de estas dos gráficas para verificar si se cumplen los supuestos del MRM. En la Figura 3.7 se presenta la segunda de estas gráficas.

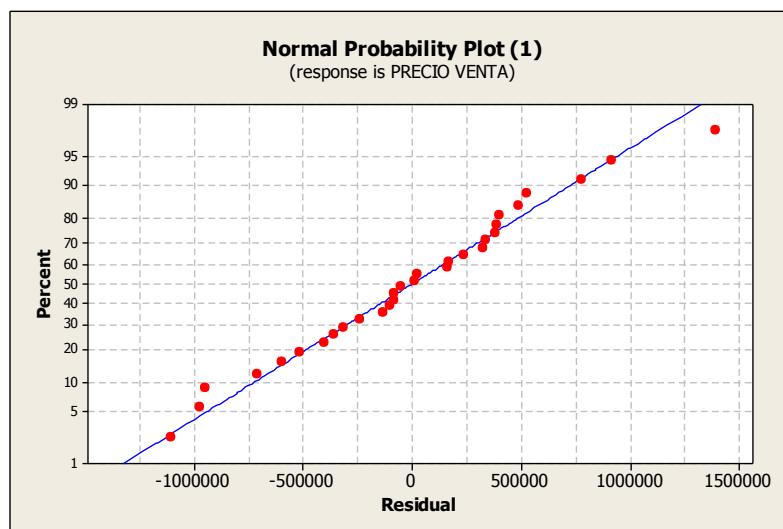


Fig. 3.7. Gráfica normal de Residuales para la variable respuesta PRECIO VENTA. Se busca que los datos se agrupen alrededor de la línea azul para verificar que se la variable cumple los supuestos del MRM y tenga sentido la aplicación del mismo.

Capítulo 3

De los siete grupos de información que el programa presenta, los más significativos y representativos, por su facilidad de uso, son los correspondientes a los puntos 2, 3, 4 y 6, por lo que son aquellos en los que prestaremos más atención en el análisis realizado, por las razones previamente mencionadas.

Como se mencionó antes, la aplicación del MRM empleando diferente número de variables predictoras o explicativas se presenta a continuación. La interpretación de la información es como previamente se ha explicado y una interpretación de los resultados se presenta al final del capítulo.

- a. El primer caso de estudio es el presentado en la sección anterior y que se utilizó también para explicar los resultados del uso del programa de cómputo, en el cual se consideraron todas las variables explicativas cuantitativas de la Tabla 3.1. Es importante resaltar que en todos los cálculos no se empleó el precio unitario ni se distinguió la colonia.
- b. Con respecto al caso anterior, se elimina la variable CUS, por ser redundante entre las variables Terreno y Construcción.

Regression Analysis: PRECIO VENTA versus TERRENO (m2), CONSTRUCCION, ...

The regression equation is

$$\text{PRECIO VENTA} = -49915 + 11642 \text{ TERRENO (m2)} + 898 \text{ CONSTRUCCION (m2)} + 303122 \text{ NIVELES} - 193726 \text{ RECAMARAS} + 60965 \text{ BAÑOS} - 334046 \text{ AUTOS}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	-49915	747694	-0.07	0.947	
TERRENO (m2)	11642	2358	4.94	0.000	6.648
CONSTRUCCION (m2)	898	1698	0.53	0.602	6.615
NIVELES	303122	374370	0.81	0.426	3.180
RECAMARAS	-193726	127276	-1.52	0.142	1.713
BAÑOS	60965	226595	0.27	0.790	1.956
AUTOS	-334046	119332	-2.80	0.010	1.495

S = 686665 R-Sq = 87.4% R-Sq(adj) = 84.1%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	6	7.52640E+13	1.25440E+13	26.60	0.000
Residual Error	23	1.08447E+13	4.71509E+11		
Total	29	8.61087E+13			

Predicted Values for New Observations

New Obs	Fit	SE Fit	95% CI	95% PI
1	6309526	1051006	(4135354, 8483699)	(3712456, 8906597)

XX denotes a point that is an extreme outlier in the predictors.

Values of Predictors for New Observations

New Obs	TERRENO (m2)	CONSTRUCCION (m2)	NIVELES	RECAMARAS	BAÑOS	AUTOS
1	550	240	3.00	4.00	4.50	2.00

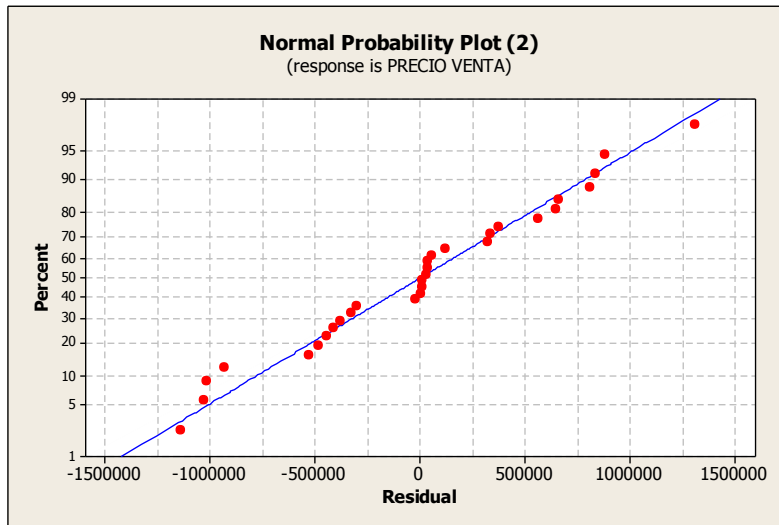


Fig. 3.8. Gráfica normal de Residuales para la variable respuesta PRECIO VENTA cuando se ha eliminado del modelo la variable CUS. Notemos que el comportamiento de los datos satisfacen los supuestos del MRM.

c. Es equivalente al caso anterior pero se elimina la variable NIVELES.

Regression Analysis: PRECIO VENTA versus TERRENO (m2), CONSTRUCCION, ...

The regression equation is

$$\text{PRECIO VENTA} = 313299 + 10165 \text{ TERRENO (m2)} + 1937 \text{ CONSTRUCCION (m2)} - 210264 \text{ RECAMARAS} + 143126 \text{ BAÑOS} - 296155 \text{ AUTOS}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	313299	593871	0.53	0.603	
TERRENO (m2)	10165	1484	6.85	0.000	2.669
CONSTRUCCION (m2)	1937	1104	1.75	0.092	2.839
RECAMARAS	-210264	124722	-1.69	0.105	1.669
BAÑOS	143126	201145	0.71	0.484	1.564
AUTOS	-296155	108982	-2.72	0.012	1.265

S = 681720 R-Sq = 87.0% R-Sq(adj) = 84.3%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	5	7.49549E+13	1.49910E+13	32.26	0.000
Residual Error	24	1.11538E+13	4.64743E+11		
Total	29	8.61087E+13			

Predicted Values for New Observations

New Obs	Fit	SE Fit	95% CI	95% PI
1	5579411	536024	(4473111, 6685711)	(3789564, 7369258) X

X denotes a point that is an outlier in the predictors.

Values of Predictors for New Observations

New Obs	TERRENO (m2)	CONSTRUCCION (m2)	RECAMARAS	BAÑOS	AUTOS
1	550	240	4.00	4.50	2.00

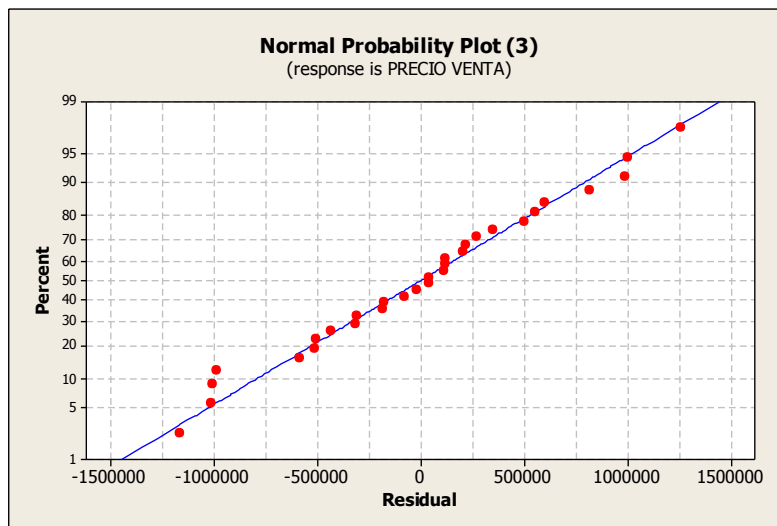


Fig. 3.9. Gráfica normal de Residuales para la variable respuesta PRECIO VENTA cuando se ha eliminado del modelo anterior la variable NIVELES. Notemos que el comportamiento de los datos satisfacen los supuestos del MRM.

d. En este caso se elimina la variable predictora RECAMARAS con respecto al caso anterior.

Regression Analysis: PRECIO VENTA versus TERRENO (m2), CONSTRUCCION, ...

The regression equation is

$$\text{PRECIO VENTA} = -118003 + 10737 \text{ TERRENO (m2)} + 1179 \text{ CONSTRUCCION (m2)} - 734 \text{ BAÑOS} - 244977 \text{ AUTOS}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	-118003	555335	-0.21	0.833	
TERRENO (m2)	10737	1496	7.17	0.000	2.529
CONSTRUCCION (m2)	1179	1045	1.13	0.270	2.369
BAÑOS	-734	188740	-0.00	0.997	1.283
AUTOS	-244977	108457	-2.26	0.033	1.167

S = 706391 R-Sq = 85.5% R-Sq(adj) = 83.2%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	7.36340E+13	1.84085E+13	36.89	0.000
Residual Error	25	1.24747E+13	4.98988E+11		
Total	29	8.61087E+13			

Predicted Values for New Observations

New Obs	Fit	SE Fit	95% CI	95% PI
1	5576925	555420	(4433016, 6720834)	(3726227, 7427624)X

X denotes a point that is an outlier in the predictors.

Values of Predictors for New Observations

New Obs	TERRENO (m2)	CONSTRUCCION (m2)	BAÑOS	AUTOS
1	550	240	4.50	2.00

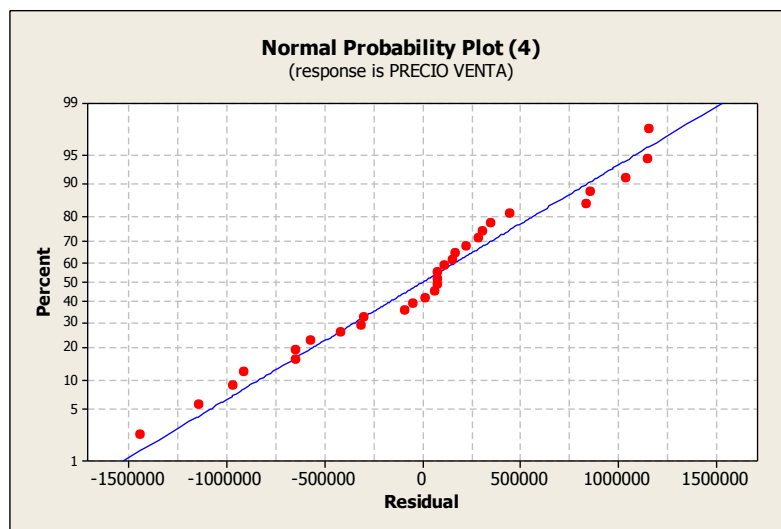


Fig. 3.10. Gráfica normal de Residuales para la variable respuesta PRECIO VENTA cuando se ha eliminado del modelo la variable RECAMARAS. Notemos que el comportamiento de los datos satisfacen los supuestos del MRM.

- e. En este caso se elimina la variable BAÑOS. Los resultados que se obtienen son los siguientes:

Regression Analysis: PRECIO VENTA versus TERRENO (m2), CONSTRUCCION,

The regression equation is

$$\text{PRECIO VENTA} = -119651 + 10736 \text{ TERRENO (m2)} + 1178 \text{ CONSTRUCCION (m2)} - 245029 \text{ AUTOS}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	-119651	351746	-0.34	0.736	
TERRENO (m2)	10736	1455	7.38	0.000	2.487
CONSTRUCCION (m2)	1178	1004	1.17	0.251	2.275
AUTOS	-245029	105542	-2.32	0.028	1.149

S = 692673 R-Sq = 85.5% R-Sq(adj) = 83.8%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	3	7.36340E+13	2.45447E+13	51.16	0.000
Residual Error	26	1.24747E+13	4.79796E+11		
Total	29	8.61087E+13			

Predicted Values for New Observations

New Obs	Fit	SE Fit	95% CI	95% PI
1	5577867	490038	(4570580, 6585154)	(3833773, 7321961)

X denotes a point that is an outlier in the predictors.

Values of Predictors for New Observations

New Obs	TERRENO (m2)	CONSTRUCCION (m2)	AUTOS
1	550	240	2.00

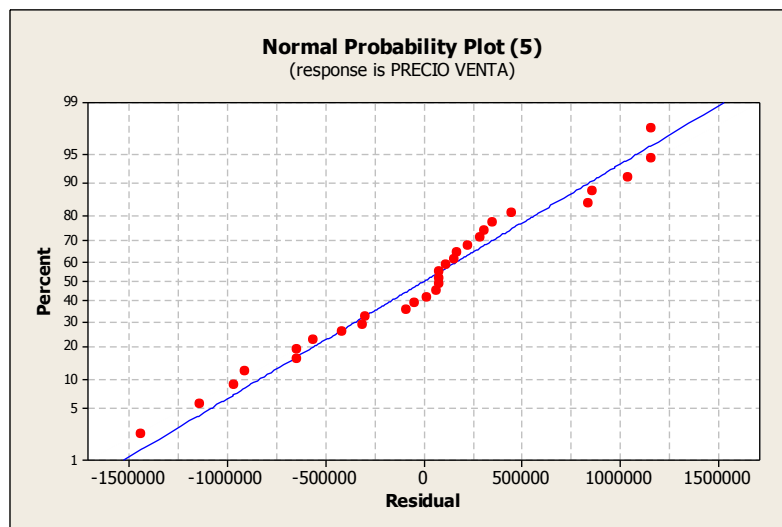


Fig. 3.11. Gráfica normal de Residuales para la variable respuesta PRECIO VENTA cuando se ha eliminado del modelo la variable BAÑOS. Notemos que el comportamiento de los datos satisfacen los supuestos del MRM.

- f. En este caso se elimina la variable AUTOS para realizar los cálculos correspondientes. Los resultados que se obtienen son:

Regression Analysis: PRECIO VENTA versus TERRENO (m2), CONSTRUCCION (m2)

The regression equation is

$$\text{PRECIO VENTA} = -499925 + 9702 \text{ TERRENO (m2)} + 1404 \text{ CONSTRUCCION (m2)}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	-499925	335636	-1.49	0.148	
TERRENO (m2)	9702	1494	6.50	0.000	2.254
CONSTRUCCION (m2)	1404	1078	1.30	0.204	2.254

S = 746865 R-Sq = 82.5% R-Sq(adj) = 81.2%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	7.10479E+13	3.55239E+13	63.68	0.000
Residual Error	27	1.50608E+13	5.57808E+11		
Total	29	8.61087E+13			

Predicted Values for New Observations

New Obs	Fit	SE Fit	95% CI	95% PI
1	5173158	493815	(4159934, 6186383)	(3336042, 7010275) X

X denotes a point that is an outlier in the predictors.

Values of Predictors for New Observations

New Obs	TERRENO (m2)	CONSTRUCCION (m2)
1	550	240

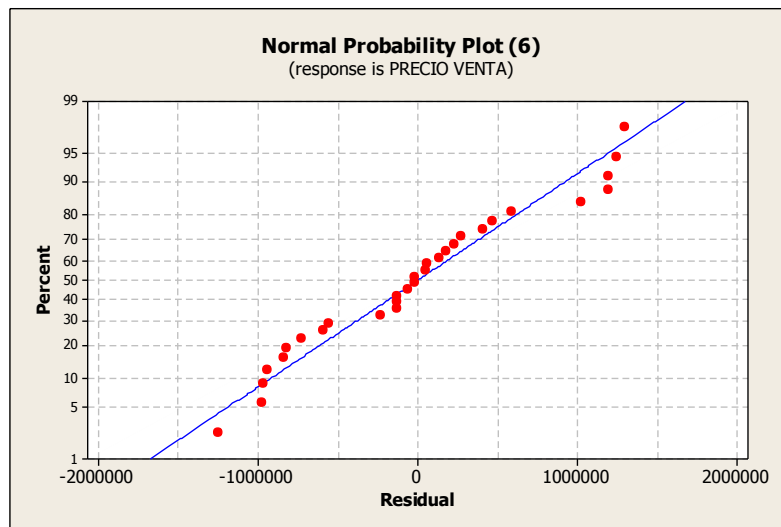


Fig. 3.12. Gráfica normal de Residuales para la variable respuesta PRECIO VENTA cuando se ha eliminado del modelo la variable AUTOS. Notemos que el comportamiento de los datos satisfacen los supuestos del MRM.

- g. Se realiza la aplicación del MRM empleando las variables del Proyecto constructivo y eliminando la variable CONSTRUCCION. Los resultados obtenidos se presentan a continuación, resaltando que representa los mejores resultados obtenidos por las razones que se explican en la siguiente y última sección del capítulo.

Regression Analysis: PRECIO VENTA versus TERRENO (m2), NIVELES, ...

The regression equation is
 PRECIO VENTA = - 271752 + 12737 TERRENO (m2) + 452773 NIVELES
 - 167838 RECAMARAS + 19814 BAÑOS - 352393 AUTOS

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	-271752	609713	-0.45	0.660	
TERRENO (m2)	12737	1113	11.45	0.000	1.525
NIVELES	452773	241548	1.87	0.073	1.365
RECAMARAS	-167838	115719	-1.45	0.160	1.460
BAÑOS	19814	209611	0.09	0.925	1.726
AUTOS	-352393	112457	-3.13	0.005	1.369

S = 676286 R-Sq = 87.3% R-Sq(adj) = 84.6%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	5	7.51320E+13	1.50264E+13	32.85	0.000
Residual Error	24	1.09767E+13	4.57362E+11		
Total	29	8.61087E+13			

Predicted Values for New Observations

New Obs	Fit	SE Fit	95% CI	95% PI
1	6805193	469199	(5836813, 7773573)	(5106377, 8504009)

Values of Predictors for New Observations

New Obs	TERRENO (m2)	NIVELES	RECAMARAS	BAÑOS	AUTOS
1	550	3.00	4.00	4.50	2.00

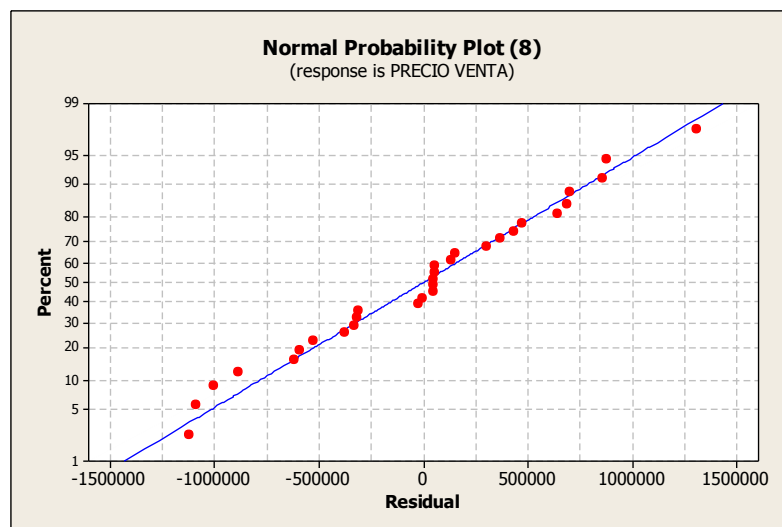


Fig. 3.13. Gráfica normal de Residuales para la variable respuesta PRECIO VENTA cuando se ha eliminado del modelo la variable CONSTRUCCIÓN y se consideran todas las variables del proyecto constructivo, además de la variable Terreno. Notemos que el comportamiento de los datos satisfacen los supuestos del MRM.

3.4 Interpretación de resultados

La interpretación de los resultados presentados en la sección anterior es como sigue:

Capítulo 3

- a. Como se mencionó en la sección anterior, en este caso se emplean como variables explicativas a: terreno (m^2), construcción (m^2), CUS, Niveles, Recámaras, Baños y Autos. En los resultados se debe resaltar que el valor de *FVI* más alto es para la variable construcción y que el *CDM* es del 89.1 %, que es un buen valor de la variabilidad de la variable dependiente que se puede explicar con la Ecuación de Regresión que se obtiene de aplicar el programa. Sin embargo, en el intervalo de predicción se aprecian puntos o valores extremos de los predictores (mediante las **XX** mostradas en rojo en los resultados y subrayadas). Con esto, pese a que el *CDM* es bueno y como el valor del *FVI* es alto para la variable Construcción, el modelo completo no es del todo satisfactorio, por lo que se realiza otra corrida del programa eliminando alguna de las variables explicativas.
- b. En este caso, con respecto al anterior, se elimina la variable CUS debido a que resulta redundante entre las variables Terreno y Construcción. El resultado de correr el programa eliminando a la variable CUS nos muestra primero que en efecto el *FVI* para la variable Terreno disminuye drásticamente, obteniendo incluso un valor mayor para la variable terreno. Nuevamente se mantiene un *CDM* elevado (del orden del 87 %) pero continúan apareciendo valores extremos en los predictores. Como lo que se busca son valores del *FVI* bajos, es decir, con valores cercanos a 1, se realiza otra corrida del programa eliminando otra de las variables.
- c. Con respecto al caso anterior se elimina ahora la variable niveles, con lo que se obtienen valores del *FVI* aún más cercanos a la unidad (con respecto a los dos casos anteriores) y se mantiene el porcentaje del *CDM*. Sin embargo aún existen valores extremos, en menor cantidad, de los predictores.
- d. Ahora se elimina la variable recámaras, con respecto al caso anterior, con lo que los valores del *FVI* se mantiene casi en los mismos valores, el

Capítulo 3

CDM baja 1.5 puntos porcentuales (es decir, en términos prácticos se considera que se mantuvo casi uniforme o el cambio es despreciable), pero siguen apareciendo valores extremos en los predictores.

- e. Eliminando la variable Baños, los resultados que se obtienen son prácticamente los mismos para el *FVI* y exactamente el mismo para el *CDM* y continúan apareciendo valores extremos para las variables predictoras.
- f. Al eliminar en este caso la variable Autos, el resultado que se obtiene para el *FVI* es prácticamente el mismo para las variables Terreno y Construcción, es decir, mayor a 1, por lo que nos hace pensar en considerar las a todas las variables explicativas que hemos eliminado y eliminar alguna de estas dos variables restantes (consideramos que se debe eliminar a la variable Construcción porque contiene a las variables que se han ido eliminando y que son parte del proyecto constructivo). Adicionalmente es menester resaltar que el *CDM* ha disminuido en tres puntos porcentuales (cantidad no considerable); sin embargo, continúan apareciendo valores extremos para las variables predictoras.
- g. En este caso se realiza lo mencionado en el caso anterior, es decir, se corre el programa eliminando la variable Construcción (y también CUS por las razones antes explicadas) pero se incluyen en el modelo las restantes variables predictoras. Los resultados muestran que el valor del *FVI* es cercano a la unidad para todas las variables, el porcentaje del *CDM* vuelve a aumentar hasta un valor que se encuentra menos de dos puntos porcentuales por debajo del primer caso, que es el que presenta el mayor *CMD*, y desaparecen los valores extremos en las variables explicativas. Esta situación nos lleva a considerarlo como el mejor modelo de los realizados y presentados en los puntos anteriores.

En estas condiciones y de acuerdo con los resultados presentados llegamos a la conclusión de que el mejor caso o mejor resultado del modelo, con evidencia

Capítulo 3

estadística, es decir, que la ERME que mejor explica el comportamiento de los datos y que por lo tanto realiza mejores predicciones es:

$$\begin{aligned} \text{Precio Venta} = & - 271752 + 12737 \text{ Terreno (m}^2) + 452773 \text{ Niveles} \\ & - 167838 \text{ Recámaras} + 19814 \text{ Baños} \\ & - 352393 \text{ Autos,} \end{aligned} \quad (3.11)$$

cuyo correspondiente valor de *CDM* es del 87.3 %, los correspondientes valores de *FVI* para cada una de las variables es cercano a la unidad y no permite la presencia de valores extremos en las variables predictoras.

El resultado anterior rompe el paradigma que se debe emplear la superficie de construcción como un parámetro obligado en el proceso valuatorio, de modo que suena factible considerar en su lugar a las variables del proyecto y eliminar a esta variable Construcción del modelo, lo cual nos arrojará, al menos desde el punto de vista estadístico, mejores resultados.

Conclusiones

A continuación se presentan y describen los resultados más importantes que se desprenden de la investigación realizada, con lo cual se logra el objetivo propuesto al inicio de la misma, concluyendo lo siguiente:

- Es posible aplicar el Método de Regresión Lineal Múltiple para la obtención de modelos matemáticos-estadísticos que nos permitan optimizar, bajo alguno de los diferentes métodos de valuación, el proceso de estimar el precio de un inmueble.
- En el ejercicio valuatorio existe el paradigma de que uno de los parámetros que obligadamente se deben incluir en el proceso de la estimación del precio de un inmueble es la superficie de construcción. Sin embargo, de acuerdo con los resultados obtenidos, se muestra, con evidencia estadística que esto no es precisamente lo mejor, es decir, que

Conclusiones

en lugar de emplear a este parámetro en el cálculo del precio del inmueble, se pueden utilizar otros parámetros del proyecto constructivo como el número de recámaras, número de baños, el número de autos que se pueden incluir en la cochera, entre otros, que de alguna manera están altamente correlacionados con la superficie construida. La evidencia estadística que nos lleva a esta conclusión es el valor del Factor de Varianza Inflacionaria (*FVI*) cercano a la unidad que se obtuvo en el análisis realizado.

▪ En estas condiciones, de acuerdo con el punto anterior, **nosotros recomendamos** el uso de las variables del proyecto, más que la superficie construida, como parámetro a emplear en la estimación del precio de un inmueble cuando se emplea el método de mercado.

Del presente trabajo se desprenden las siguientes consideraciones para la realización de trabajos posteriores:

- En nuestro estudio no se incluyó la variable **Ubicación** debido a que los datos empleados para la obtención de nuestro modelo son todos de la misma zona habitacional. Sin embargo, para un caso más general sería recomendable considerar también esta variable en el modelo.
- Extender la investigación de mercado a una población más grande que incluya por ejemplo un muestreo aleatorio estratificado y, de ser posible, realizar las correspondientes pruebas de hipótesis generales (o globales) e individuales, para verificar que en efecto se obtienen los resultados que se describieron en las conclusiones y generalizar los resultados obtenidos.
- Estudiar la posibilidad de aplicar el Método de Regresión Lineal Múltiple (MRLM) a otros métodos de valuación que no sea el de Mercado (por ejemplo el Método Directo o el de Capitalización de Rentas) para determinar si es posible la generalización del MRLM.
- Combinar otros métodos estadísticos, como los no paramétricos, con los diferentes métodos o técnicas de valuación, estudiar los resultados que se

Conclusiones

obtengan y compararlos con los existentes para optimizar los resultados en el ejercicio valuatorio.

Bibliografía

1. International Valuation Standards Committee, First Edition. London, United Kingdom, 2001.
2. Castuera B. M. T. Tesis de Maestría: El papel del espacio público como influencia en la Valuación de Inmuebles. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, BUAP. Puebla. Pue. 2013.
3. Marqués T. R. Criterios Metodológicos de la valuación de inmuebles urbanos. Tomo I. Fundamentos de Valuación Inmobiliaria.
4. Anderson D. R., Sweeney D. J., Williams T. H. Estadística para Administración y Economía. Thomson Editores. 8ª. Edición. México. 2008.
5. Levine D. M., Ramsey P. P. and Smidt R. K. Applied Statistics for Engineers and Scientists using Microsoft Excel and Minitab. Prentice Hall. 2001. New Jersey.

Bibliografía

6. Rosales L. M. Fundamentos de Estadística, Análisis Exploratorio de Datos. ITAM. México. 2013.
7. Meet Minitab, Release 14 for Windows. 4th Editioin. Minitab Inc. 2003.

Apéndice

Elaboración de encuesta para la creación de base de datos

- **Tipos de encuestas y métodos de muestreo**

“Los tres tipos más comunes de encuestas son por correo, por teléfono o en entrevista personal; cada una de ellos implica diseñar y aplicar un cuestionario. Por ejemplo, muchas veces se contrata a las empresas de contabilidad para muestrear el inventario de una empresa y estimar el valor de las existencias en balance general. En tales encuestas, simplemente alguien cuenta los artículos y anota los resultados” [4].

“En las encuestas con cuestionario es crítico el diseño de éste. El diseñador debe resistir la tentación de incluir demasiadas preguntas, aunque pudieran ser de interés, porque cada pregunta alarga el cuestionario. Los cuestionarios

Apéndice

largos no solo causan la fatiga del encuestado, sino también la del entrevistador, en especial en la encuestas por correo y por teléfono. Sin embargo si se va a recurrir a entrevistas personales es posible elaborar un cuestionario más largo y más complicado.

“También las encuestas se pueden clasificar en relación con el método de muestreo empleado. Con el **muestreo probabilístico** se puede calcular la probabilidad de obtener cada muestra posible; con un **muestreo no probabilístico aleatorio**, esa probabilidad se desconoce. No se deben usar los métodos no probabilísticos de muestreo, si el investigador desea establecer la precisión de las estimaciones. En contraste, los métodos de muestreo probabilísticos se pueden emplear para determinar intervalos de confianza que establecen cotas de error de muestreo”.

Los cuatro **métodos probabilísticos** de muestreo más utilizados son:

- muestreo aleatorio simple,
- muestreo aleatorio simple estratificado,
- muestreo por conglomerados y
- muestreo sistemático”.

“Aunque los estadísticos prefieren usar un método probabilístico de muestreo, con frecuencia son necesarios los no probabilísticos, por su bajo costo y facilidad de instrumentación; la desventaja es que no se pueden definir evaluaciones estadísticamente válidas acerca de la precisión de los estimados.

Hay otros dos **métodos no probabilísticos** bastante empleados:

- muestreo por conveniencia y
- muestreo con sesgos de especificación.

“Con el **muestreo por conveniencia**, las unidades que forman la muestra se eligen por su accesibilidad. Al hacerlo, se puede decir que la muestra por conveniencia se maneja como una muestra aleatoria por ser representativa de la población”.

- **Errores de encuesta**

“Al llevar a cabo una encuesta se pueden presentar dos tipos de errores. El **error de muestreo**, que se define como la magnitud de la diferencia entre el estimador puntual obtenido con la muestra y el parámetro poblacional; en otras palabras es aquel que se presenta por no encuestar a cada elemento de la población, que en este caso sería todos aquellos inmuebles que están en venta en forma particular y no anunciados al público. El **error ajeno al muestreo**, o **error de no muestreo**, se refiere a los demás tipos de errores que se puedan presentar al hacer una encuesta, como error de medición, error del entrevistador y error del procesamiento. Aunque el error de muestreo solo se puede presentar en una encuesta, se pueden cometer evidentes errores ajenos al muestreo tanto en un censo como en una encuesta con muestra”.

- **Error ajeno al muestreo**

Se pueden detectar errores al elaborar el muestreo, que con la experiencia del valuador, nos indiquen irregularidades con respecto al promedio estudiado, como sería encontrarse con una superficie de construcción considerablemente superior, o percibir que en sus elementos de proyecto, cuenten con una sola recámara, o demasiados baños; que no haya concordancia lógica entre ellos. Se deberá tener la sensibilidad inmediata para identificarlos.

Este tipo de error ajeno al muestreo se presenta cuando no se puede obtener datos para algunas de las unidades encuestadas, o cuando solo se obtienen parcialmente. Será la persuasión y el instinto, provocar que el entrevistador abunde en los datos que se están obteniendo de él. El problema es más serio si se crea un sesgo o prejuicio.

Se eliminará de la encuesta todo elemento innecesario. La captura de los resultados se hará con cuidado a no equivocarse, y que sea fidedigna.

Apéndice

Aunque se pueden tener errores ajenos al muestreo, en la mayoría de las encuestas, se pueden reducir al mínimo mediante una planeación cuidadosa. En el informe final debe mencionar el impacto probable de los errores ajenos al muestreo en los resultados [4].

“Uno de los tipos más comunes de error ajeno al muestreo se presenta cuando se mide la característica de interés en forma incorrecta. El error de medición se mostrará en un censo o en una encuesta con muestra. En la mayoría de los casos, la atención cuidadosa, es la mejor precaución que se puede tener”.

Los errores por la falta de respuesta deben preocupar tanto al responsable de diseñar la encuesta como a quien usa los resultados. Se deberá ser cauteloso al hacer las preguntas al informante, de las características del inmueble, evitando que se sienta presionado y captar la posible información inusual en los datos que obtenemos, como un inmueble de superficie menor de construcción con respecto a la de terreno, referencia numérica obtenida por el Coeficiente de Uso de Suelo (CUS), que es la relación obtenida por la división de la superficie de terreno con la construcción, o los ejemplos ya mencionados.