



**BUAP**

**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

Facultad de Ingeniería

Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado

Maestría en Valuación

**ANÁLISIS ENTRE LOS COSTOS  
PARAMÉTRICOS Y LOS COSTOS EN  
LA VALUACIÓN DE CONSTRUCCIONES  
DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL**

**TESIS**

Que para obtener el grado de  
**MAESTRO EN VALUACIÓN**

Presenta:

**OLGA LILIA BRICEÑO IRIBE**

Asesor de tesis:

Dr. Enrique Montiel Piña

Puebla, Pue.

Noviembre 2014

## Agradecimientos

A mis papás por el apoyo brindado.

A mi esposo por ser la fuerza que me motiva diariamente a ser una mejor profesionalista.

A mi hija por su paciencia y compañía durante esta maestría.



Oficio No. 1338/2014

**C. OLGA LILIA BRICEÑO IRIBE**  
Pasante de la Maestría en Valuación  
Facultad de Ingeniería, BURP.  
Presente

Por medio del presente, el suscrito M.I. Edgar Iran 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 entre los costos paramétricos y los costos en la valuación de construcciones de vivienda de interés social**. 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 28 de abril de 2014.



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

C.c.p. Archivo

G25/aco\*



## Índice

Agradecimientos .....	i
Índice .....	iv
Índice de Figuras .....	vi
Índice de Tablas .....	vii
Introducción .....	ix
<b>Capítulo 1: Valuación de bienes inmuebles</b> .....	<b>1</b>
1.1 Antecedentes del ejercicio valuatorio en la República Mexicana .....	1
1.2 Distinción entre valor, costo y precio .....	3
1.3 Enfoques de valuación .....	5
1.3.1 Enfoque de ingresos .....	5
1.3.2 Enfoque comparativo de mercado .....	6
1.3.3 Enfoque Físico .....	6
1.4 Valor de Reposición Nuevo, Valor de Reproducción Nuevo y Valor Neto de Reproducción .....	7
<b>Capítulo 2: Factores condicionantes de los costos</b> .....	<b>9</b>
2.1 Características de los costos .....	9
2.2 Elementos que afectan al costo .....	10
2.3 Factores que modifican el costo en la región .....	12
2.4 Ley de Pareto .....	13
<b>Capítulo 3: Estimación de los valores de reposición</b> .....	<b>15</b>
3.1 Métodos para estimar el Valor de Reposición Nuevo .....	15
3.2 Métodos para obtener el Valor de Reposición Nuevo en el caso de estudio .....	17
3.3 Factores de ajuste de los costos paramétricos .....	19
3.4 Caso de estudio previo en la Ciudad de Mérida .....	25
3.4.1 Factores preliminares en la estimación de valor para el caso de estudio .....	26
3.5 Metodología empleada en las estimaciones .....	28
3.5.1 Metodología para realizar un análisis comparativo de diferentes estimaciones de valor .....	29
3.5.2 Metodología para realizar un avalúo mediante el enfoque físico .....	30
3.5.3 Metodología para obtener el VRN por medio del análisis de precios unitarios para el caso de estudio .....	30
3.5.4 Metodología para obtener el VRN por medio de métodos paramétricos .....	31
<b>Capítulo 4: Metodología para obtener el VRN por medio de métodos paramétricos Análisis entre los valores de construcción calculados por análisis de precios unitarios y por costos paramétricos</b> .....	<b>34</b>
4.1 Características de los inmuebles que se utilizarán para estimar su Valor de Reposición Nuevo .....	34
4.2 Valores de Reposición Nuevo calculado con	

un análisis de precios unitarios .....	35
4.3 Valores de Reposición Nuevo estimado con costos paramétricos propuestos por el IMIC .....	36
4.4 Valores de Reposición Nuevo estimado con costos paramétricos propuestos por Varela .....	41
<b>Capítulo 5: Caso práctico en el que se estimará el valor de una casa habitación localizada al Sur de la ciudad de Mérida, Yucatán</b> .....	44
5.1 Características urbanas y del terreno de la zona de ubicación de la casa-habitación de estudio .....	44
5.2 Descripción general del inmueble .....	45
5.2.1 Elementos constructivos empleados .....	46
5.3 Consideraciones previas al avalúo .....	48
5.4 Investigación de mercado .....	49
5.5 Aplicación del enfoque comparativo de mercado .....	50
5.6. Aplicación del valor físico o directo .....	51
5.7 Aplicación del enfoque de ingresos .....	52
5.8. Resultados de los métodos aplicados .....	54
<b>Conclusiones y recomendaciones</b> .....	55
<b>Bibliografía</b> .....	58
<b>Anexos</b>	

## Índice de figuras

Figura 3.1	Regionalización sísmica de la República Mexicana	.....	21
Figura 4.1	Gráfica que muestra el comportamiento de los valores de los siete diferentes modelos de construcción considerados en el estudio.	.....	36
Figura 4.2	Gráfica del comparativo de los costos por metro cuadrado de construcción obtenidos con un análisis de precios unitarios y costos paramétricos propuestos por el IMIC.	.....	38
Figura 4.3	Gráfica de porcentajes de cada partida por el método de precios unitarios.	.....	39
Figura 4.4	Gráfica de porcentajes estimados con paramétricos del IMIC de cada partida.	.....	40
Figura 4.5	Comparativo de los costos por metro cuadrado de construcción obtenidos con un análisis de precios unitarios y de costos paramétricos, este último propuesto por Varela.	.....	43
Figura 5.1	Localización de la zona de estudio de las casas-habitación.	.....	45

## Índice de tablas

Tabla 3.1	Comparación de métodos de estimación .....	17
Tabla 3.2	Factor de altura de entrepiso (FAE) capitalización .....	20
Tabla 3.3	Escala de valores que el IMIC propone se deben calificar de un proyecto arquitectónico .....	20
Tabla 3.4	Clasificación de los factores de carga de suelo .....	22
Tabla 3.5	Factores interciudad propuestos por el IMIC y por Varela .....	22
Tabla 3.6	Factor de Uso de Suelo .....	23
Tabla 3.7	Clasificación del factor de conservación .....	23
Tabla 3.8	Claves de usos que se dan a las construcciones, según el Manual de Procedimientos y Lineamientos Técnicos de Valuación Inmobiliaria .....	24
Tabla 3.9	Clasificación de la Vida Probable de las construcciones propuesta en el Manual de Procedimientos y Lineamientos Técnicos de Valuación Inmobiliaria .....	24
Tabla 3.10	Número total de casas de interés social valuadas en el año 2013 en Mérida, Yucatán, de acuerdo a su superficie de construcción .....	28
Tabla 3.11	Publicaciones estadísticas de casas de interés social valuadas en el transcurso del año 2014 en Mérida, Yucatán .....	28
Tabla 4.1	Descripción del metraje de cada modelo de construcción, en orden creciente .....	35
Tabla 4.2	Costos, en pesos, de construcción por partida, por el total del presupuesto y por metro cuadrado de construcción para siete modelos de casas calculados con análisis de precios unitarios .....	35
Tabla 4.3	Valores propuestos por el IMIC a partir de los factores seleccionados para el caso de estudio .....	37
Tabla 4.4	Estimado de valores de reposición nuevo por partida, por metro cuadrado de construcción y total, en pesos (M/N), para siete modelos de casas calculados con paramétricos propuestos por IMIC .....	37
Tabla 4.5	Porcentaje de costo de cada partida con respecto al valor total de la construcción calculado por análisis de precios unitarios .....	39
Tabla 4.6	Porcentaje de costo de cada partida con respecto al valor total de la construcción	

	calculado por paramétricos propuestos por el IMIC	.....	39
Tabla 4.7	Conceptos, volúmenes y monto total que integran la partida de estructura en un presupuesto con análisis de precios unitarios para siete casas	.....	40
Tabla 4.8	Conceptos volúmenes y monto total que integran la partida de estructura en un presupuesto con análisis de precios unitarios para los siete modelos de construcción	.....	41
Tabla 4.9	Factores propuestos por el Varela para el caso de estudio	.....	42
Tabla 4.10	Escala de valores que el IMIC propone se deben calificar de un proyecto arquitectónico. Estimado de valores de reposición nuevo por partida, por metro cuadrado de construcción y total, en pesos (M/N), para los siete modelos de casas calculados con paramétricos propuestos por Varela	.....	42
Tabla 5.1	Resultados de la investigación de mercado para la oferta de terrenos en venta	.....	49
Tabla 5.2	Resultados de la investigación de mercado para la oferta de inmuebles en renta	.....	49
Tabla 5.3	Resultados de la investigación de mercado para la oferta de inmuebles en venta	.....	50
Tabla 5.4	Homologación del terreno	.....	50
Tabla 5.5	Homologación de construcciones.	.....	51
Tabla 5.6	Cálculo del valor del terreno	.....	51
Tabla 5.7	Cálculo del valor de las construcciones	.....	52
Tabla 5.8	Cálculo del valor de Instalaciones especiales, obras complementarias y elementos accesorios	.....	52
Tabla 5.9	Homologación de rentas de construcciones	.....	52
Tabla 5.10	Cálculo de capitalización de rentas	.....	53
Tabla 5.11	Cálculo de tasa de capitalización	.....	53

## Introducción

El valuador en la práctica diaria tiene que ejecutar los avalúos en el menor tiempo y con la mayor precisión posibles, por lo que en el enfoque físico del avalúo, generalmente utiliza como herramienta para calcular el Valor de Reposición Nuevo los costos paramétricos, en los que no se describe a detalle en que se basan, además que por rutina utiliza las mismas tablas y método para todos los casos, desconociendo o dejando a un lado otros métodos que podrían ser más precisos. Asimismo, debe cumplir con los lineamientos marcados por Sociedad Hipotecaria Federal en el caso de avalúo de inmuebles sujetos a un crédito, los cuales requieren una alta precisión de ejecución y tiempos de entrega menores a 10 días hábiles.

Actualmente y para favorecer las condiciones que los avalúos de nuestra época requieren, se cuenta con publicaciones especializadas que sirven como guía para la determinación de estos costos de construcción, las cuales son actualizadas y desarrolladas en el centro del país. Para la integración de estos costos se toman como base métodos constructivos, rendimientos de mano de obra y precios de materiales utilizados en el centro del país, entre otros aspectos de importancia. Sin embargo, para utilizar esta información en regiones que no pertenecen al centro del país y que nos permitan estimar Valores de Reposición Nuevos, es menester que los costos del centro del país se multipliquen por un índice llamado de interciudad para ajustarlo a la zona donde se realiza el avalúo. Este índice es propuesto por el mismo autor de las publicaciones de paramétricos y puede variar de autor a autor. En las zonas lejanas a la capital se publican Valores de Reposición Nuevos diferentes a los reales, aun aplicando un factor de ajuste para la zona. Por lo que es estas zonas los valuadores no cuentan con una herramienta de consulta para sustentar los Valores de Reposición Nuevos con mayor precisión.

El análisis de precios unitarios para calcular el Valor de Reposición Nuevo de un inmueble es complicado de desarrollar al realizar el avalúo debido a que

requiere de mucha información que el valuador debe suponer y no es perceptible a la vista, por no haber estado involucrado en el proceso constructivo. También requiere de mucho tiempo para calcularlo, pero cuenta con la ventaja de que maneja un alto índice de precisión.

El presente trabajo de tesis pretende utilizar las cualidades de ambos métodos y unificarlas para desarrollar un método más preciso y eficaz que sirva como herramienta a los valuadores de la región al momento de estimar Valores de Reposición Nuevos de casas de interés social cuyas superficies se encuentran en el rango de 50 a 100 m<sup>2</sup>.

Así, en el Capítulo 1 de la tesis, se presentan los antecedentes de la práctica de la valuación y se describen los enfoques de la misma, como son el de ingresos, el comparativo de mercado y el de costos. Adicionalmente se explican los conceptos de Valor de Reposición Nuevo, Valor de Reposición Nuevo y Valor Neto de Reproducción.

En el Capítulo 2 se abordan los factores que condicionan los costos, como sus características, los elementos que los afectan como el de región. Se termina este capítulo explicando la Ley de Pareto.

En el Capítulo 3 se presentan los métodos de estimación de los valores de reposición que se explicaron en el Capítulo 1, es decir, se precisan y aplican estas ideas y se determinan los factores de ajuste de los costos paramétricos. Particularmente se aplica al caso de estudio en la ciudad de Mérida, se explica, precisa y aplica la metodología para realizar el análisis comparativo de diferentes estimaciones de valor.

En el Capítulo 4 se realiza un análisis entre los valores de construcción calculados por el método de precios unitarios y por el de costos paramétricos para Valores de Reposición Nuevo.

La aplicación de toda la información recabada a un caso práctico en donde se consideran formalmente los aspectos de terreno, elementos y métodos

constructivos e incluso las características urbanas del caso de estudio, se presentan en el Capítulo 5, el cual, al final, de forma directa y para efectos de comparación inmediata, se incluyen los resultados obtenidos en la estimación del Valor de Reposición Nuevo para una vivienda de interés social por los diferentes métodos aplicados.

Al final de la tesis se presentan las conclusiones más importantes que se desprenden de la presente investigación, y se incluyen recomendaciones o sugerencias para trabajos posteriores.

# CAPÍTULO 1

## VALUACIÓN DE BIENES INMUEBLES

En este capítulo se explican los antecedentes de la valuación, la importancia del enfoque físico para realizar avalúos y una breve síntesis de su evolución, desde sus inicios, hasta lo que es ahora. Se describen tanto el objetivo del presente trabajo de tesis como la forma en la que se desarrollara ésta. Finalmente definen algunos de los términos y conceptos más importantes empleados en la práctica de la valuación.

### 1.1. Antecedentes del ejercicio valuatorio en la República Mexicana

La práctica de la valuación inmobiliaria tuvo sus inicios a finales del siglo XIX; sin embargo, la valuación catastral nace a principios del siglo XX, contemplando el costo físico de los inmuebles. Éste se obtenía sumando los costos del terreno con el del metro cuadrado de construcción multiplicado por el área cubierta, aplicándole un demerito por la edad y estado de conservación. Fue hasta 1938 que en México se implementó el enfoque de capitalización<sup>1</sup>, con lo que el enfoque físico dejó de ser el único empleado para aproximar el costo o precio de un inmueble. A pesar de esta situación, el enfoque Físico es el más antiguo empleado para la valuación de un inmueble, convirtiéndolo en un método especializado y detallado, que por ende cumple con la reglamentación en materia. Sin embargo, para el Instituto de Administración y Avalúos de Bienes Nacionales, un avalúo es el resultado del proceso de estimar el costo de un bien, determinando la medida de su poder de cambio en unidades monetarias y a una fecha determinada. Es asimismo un dictamen técnico en el que se indica

---

<sup>1</sup> ICEP. Instituto de Catastro del Estado de Puebla. En línea. Consultado el 9 de Noviembre del 2014. Disponible en: [http://www.ircep.gob.mx/pdf/manual\\_valuacion\\_comercial\\_marco\\_de\\_referencia.pdf](http://www.ircep.gob.mx/pdf/manual_valuacion_comercial_marco_de_referencia.pdf)

el costo de un bien a partir de sus características físicas, su ubicación, su uso y de una investigación y análisis de mercado<sup>2</sup>.

Por otro lado, el Manual de Procedimientos y Lineamientos Técnicos de Valuación del Distrito Federal, define como avalúo al dictamen técnico practicado por una persona autorizada, o registrada ante la autoridad fiscal, que permite determinar el precio de mercado de un bien inmueble, con base en su uso, características físicas y urbanas de la zona en que se ubica, así como en la investigación, análisis y ponderación del mercado inmobiliario, que plasmado en un documento que reúna los requisitos de forma y contenido establecidos en el citado manual, sirve como base para determinar alguna de las contribuciones establecidas en el Código Fiscal del Distrito Federal.

De acuerdo a las reglas de carácter general que establece la metodología para la valuación de inmuebles, objeto de créditos garantizados a la vivienda emitidas por Sociedad Hipotecaria Federal, los enfoques de valuación aplicables para esta normatividad son:

- I. De mercado.
- II. Físico.
- III. Residual.
- IV. De capitalización de rentas<sup>3</sup>.

Con el resultado de los costos obtenidos por los enfoques anteriores se sustentará el valor comercial del inmueble.

Para ejecutar los avalúos por el método físico (también llamado enfoque de costos), se debe sumar el valor del terreno, el Valor de Reposición Nuevo (o simplemente VRN) de las construcciones, aplicándoles el factor de depreciación de acuerdo a su edad y estado físico, así como el valor de los elementos adicionales, las instalaciones especiales, las obras complementarias y los

---

<sup>2</sup> SCT. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. En línea. Consultado el 27 de marzo de 2014. Disponible en: <http://www.sct.gob.mx/obrapublica/MarcoNormativo/3/3-2/3-2-14.pdf>

<sup>3</sup> SHF. Sociedad Hipotecaria Federal. En línea. Consultado 28 de marzo de 2014. Disponible en: <http://www.shf.gob.mx/sobreshf/informacionfinanciera/infopin2007/Documents/ReglasValuadoresModif3.pdf>

elementos accesorios. Para estimar el VRN existen varias metodologías y la precisión en el cálculo del costo de las construcciones depende la precisión de la metodología empleada. En la sección 1.4 se distinguen los conceptos de valor habitualmente empleados en la valuación para una correcta aplicación.

El objetivo general de este trabajo de tesis es obtener un factor de ajuste entre dos métodos de costeo de vivienda, que será o servirá como una herramienta de trabajo para los valuadores al estimar el VRN en avalúos de inmuebles con características similares a las involucradas en el caso de estudio. Este factor se obtiene de la relación entre el costo por metro cuadrado de construcción en ambos métodos, en diferentes proyectos de vivienda, con características de construcción similares y superficies diferentes. Al obtener el factor de ajuste de una muestra de proyectos arquitectónicos de vivienda de interés social y analizar si éste es consistente, se utilizará como herramienta para precisar el VRN estimado con una publicación o software de costos paramétricos.

También se determinarán las diferencias en los conceptos que conforman las partidas de un presupuesto generado por costos paramétricos y los utilizados con análisis de precios unitarios en la región, los cuales pueden modificar el valor de regionalización propuesto por las publicaciones de paramétricos. Al identificar los conceptos equivalentes de construcción que sustituyen en el paramétrico a los utilizados en los análisis de precios unitarios, se observarán las variaciones en costos y se delimitará el origen de la variación de estos dos métodos el cual nos servirá para formar el enfoque físico de un avalúo.

## 1.2. Distinción entre valor, costo y precio

En la práctica de la valuación, las consideraciones de valor son de suma importancia. Sin embargo, cotidianamente se utiliza este término de forma imprecisa. Por lo tanto es menester proporcionar las definiciones tanto de valor como otros términos que comúnmente son confundidos con éste, a saber, costo

y precio, con la finalidad de eliminar las imprecisiones e interpretaciones equivocadas. Tales definiciones se presentan a continuación.

Por un lado *Valor* es un concepto económico que se refiere al precio que se establece entre los bienes y servicios disponibles para compra y aquellos que los compran y venden. Es la actualidad de un objeto determinado que lo hace de interés para un individuo o grupo. Por otro lado, *Valor Comercial*, es el precio estimado por el cual una propiedad se intercambiaría en la fecha del avalúo entre un comprador y un vendedor actuando por voluntad propia, en una transacción sin intermediarios, con un plazo razonable de exposición, donde ambas partes actúan con conocimiento de los hechos pertinentes, con prudencia y sin compulsión. Se considera que el valor comercial representa el precio justo para la operación entre el comprador y vendedor [2].

El *costo* es el conjunto de gastos en que se incurre para poder producir un bien dentro de un sistema de producción. En el contexto de avalúos, el término costo se refiere también a todos los gastos en que se incurre para reponer un bien. El costo se obtiene de considerar todos los elementos directos e indirectos que inciden en la producción del bien. Por otra parte, el *precio* pagado por un comprador al adquirir bienes o servicios se convierte en un costo para él. Adicionalmente, el costo de urbanización, que se distingue del costo de las construcciones, es lo que corresponde a la inversión de un desarrollador para convertir un área de tierra, previamente delimitada, y llevarla a un estado de operación eficiente, con los servicios y permisos necesarios para convertirla en habitable [4].

Finalmente, *Precio* es la cantidad de dinero que se pide, se paga o se ofrece, paga por un bien o servicio. Una vez que se ha llevado a cabo el intercambio, el precio, ya sea confidencial o revelado públicamente, se vuelve un hecho

---

<sup>4</sup> Maldonado J.C.E. (2008) "Análisis de métodos para la obtención del valor neto de reposición de bienes inmuebles". En línea .Consultado el 10 de marzo de 2014. Disponible en: [http://infonavit.janium.net/janium/TESIS/Maestria/Maldonado\\_Mercado\\_Julio\\_Cesar\\_Enrique\\_44813.pdf](http://infonavit.janium.net/janium/TESIS/Maestria/Maldonado_Mercado_Julio_Cesar_Enrique_44813.pdf)

histórico y se le suele denominar *costo*. En estas condiciones, el precio que se paga por un bien o servicio representa la intersección de la oferta y la demanda [2].

Se dice que una construcción nueva tiene su máximo valor, recién terminada, sin embargo, el costo no es el mismo que el valor. Dos construcciones pueden tener el mismo costo, mismos acabados y mismos metros cuadrados de construcción, pero diferir en el valor, si una fue diseñada con un mejor proyecto, opciones para crecimiento y mejor distribución. En el caso de inmuebles con uso específico el valor y el costo pueden ser diferentes y tendrá mayor valor si se le da el uso para el que fue proyectado.

En mercados abiertos en largos periodos el valor de mercado se va influenciando y el valor tiende a aproximarse al costo.

### 1.3. Enfoques de valuación

La práctica de la valuación establece tres enfoques básicos para valorar un inmueble: ingreso, mercado y físico, basados en los principios de anticipación, comparación y sustitución, respectivamente. Se consideran en su aplicación aquellos factores o condiciones que puedan influir en los valores, razonando y ponderando los resultados en términos de las condiciones, funciones y características del inmueble. Estos tres enfoques se describen a continuación.

#### 1.3.1. Enfoque de ingresos

Estima los valores con relación al valor presente de los beneficios futuros derivados del bien, y es generalmente medido a través de la capitalización de un nivel específico de rentas o ingresos. Los avalúos que se realizan bajo el enfoque de ingresos son los bienes inmuebles cuyo fin primordial es generar ingresos. Son habitualmente medidos a través de la capitalización de un nivel

específico de ingresos. La estimación de la renta deberá hacerse en forma unitaria para cada tipo de construcción apreciado, o en su caso, por unidad rentable, debiendo estar sustentado en una investigación de mercado de ofertas de renta de bienes comparables, especificando los factores de homologación utilizados. Debe definirse el tiempo de capitalización y la tasa de descuento o interés para ser utilizadas en el cálculo [5].

### 1.3.2. Enfoque comparativo de mercado

Este enfoque, por un lado consiste en asignar un valor al inmueble por simple comparación de dos construcciones (o terrenos) existentes en el mercado, que tienen un valor conocido, con características intrínsecas y extrínsecas semejantes a las del bien objeto del estudio, calculando el valor unitario promedio o un valor total. Por otro lado supone que un comprador no pagará por un inmueble más que el precio de compra de otro similar en el mercado. Para estimarlo se requiere la existencia de bienes con características y condiciones similares, en una zona igual o similar, y se especificarán los factores de homologación a utilizar en el avalúo, tanto para terrenos como para construcciones, así como sus fuentes de información.

Este procedimiento ha cobrado fuerza en nuestro país a raíz de la crisis económica de 1994, que provocó la caída de los valores inmobiliarios.

### 1.3.3. Enfoque Físico

El enfoque de valor físico (o directo) de reposición establece que el valor de un bien es comparable al costo de reposición o reproducción de uno nuevo,

---

<sup>5</sup> Hermosillo, A.G. "Estudio descriptivo de los métodos utilizados en la valuación inmobiliaria para la determinación de los factores de homologación en las investigaciones de mercado", Tesis maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León, 2007. En línea. Obtenido el 2 de marzo desde: [http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1020145680/1020145680\\_01.pdf](http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1020145680/1020145680_01.pdf)

igualmente deseable, y con utilidad o funcionalidad semejante a aquél que se valúa. Se fundamenta en la teoría económica del Principio de Sustitución, de Homogeneidad o Conformidad. Para el uso de este enfoque de estimación se deberá tomar en consideración los siguientes pasos:

- Estimar el valor del terreno como si estuviera baldío, según sus características físicas, de uso y de servicios, impactándolo con los premios o castigos correspondientes.
- Se estimará el valor de reposición o de reproducción nuevo de las construcciones y mejoras tomando en cuenta sus características físicas a la fecha del avalúo.
- Se estimará el valor de reposición o reproducción nuevo de equipos, instalaciones especiales, elementos accesorios y obras complementarias, siempre que formen parte integral del inmueble, tomando en cuenta sus características físicas.
- Se estimará la pérdida de valor debido a deterioro físico por edad y estado de conservación, para cada tipo de construcción apreciado y, en su caso, la obsolescencia económica, funcional y tecnológica del bien, de acuerdo con sus características particulares.

Este enfoque es especialmente útil para valorar construcciones nuevas, casi nuevas, para inmuebles de tipo especializado y con poco mercado de compra-venta, para mejoras, entre otros usos.

#### 1.4. Valor de Reposición Nuevo, Valor de Reproducción Nuevo y Valor Neto de Reproducción

En la práctica de la valuación de bienes inmuebles se deben distinguir los conceptos de Valor para aplicarlos correctamente, los más utilizados son los siguientes [4]:

- El Valor de Reposición Nuevo (VRN).- Es el costo a precios actuales de un inmueble nuevo similar, que tenga la utilidad o función equivalente más próxima al inmueble objeto del avalúo, con las características que la técnica hubiera introducido dentro de los modelos considerados equivalentes. En muchas ocasiones es difícil estimar el costo de reproducción porque los materiales idénticos no están disponibles y los métodos de construcción han cambiado.
- El Valor de Reproducción Nuevo (VNR).- Es el costo necesario para reproducir una construcción, con las mismas características, materiales iguales y técnicas empleadas en su momento de edificación.
- Valor Neto de Reposición.- Es la diferencia, en términos monetarios, resultante de restar al VRN deméritos existentes debidos al deterioro físico, a la obsolescencia funcional y/o a la obsolescencia económica de cada inmueble valuado.

Finalmente, vale la pena mencionar que el término original empleado en la práctica valuatoria fue costo de reproducción, sin embargo, en la década de los treinta se reemplazó por el término costo de reposición.

# CAPÍTULO 2

## FACTORES CONDICIONANTES DE LOS COSTOS

En este capítulo se describen las características de los costos, los factores que los modifican en general y específicamente en la zona de estudio, todo esto para conocer su comportamiento e importancia con relación a la estimación del valor. Adicionalmente se describe la Ley de Pareto, que es comúnmente empleada como herramienta de análisis para el valuator al momento de realizar sus estimaciones de valor.

### 2.1. Características de los costos

Suárez Salazar establece que, para realizar adecuadamente el análisis del costo, este se puede definir como la evaluación de un proceso determinado, para lo que es necesario conocer sus características, que son<sup>6</sup>:

- El análisis del costo es aproximado, al no existir dos procesos constructivos iguales e intervenir la habilidad personal del operario, y basarse en condiciones "promedio" de consumos, insumos y desperdicios; se puede decir que la evaluación monetaria del costo no puede ser matemáticamente exacta.
- El análisis del costo es específico, si cada proceso constructivo se integra en base a condiciones determinadas de tiempo, lugar y secuencia de eventos, el costo no puede ser genérico.
- El análisis de costo es dinámico, el mejoramiento constante de materiales, equipos, procesos constructivos, técnicas de planeación, organización, dirección, control, incrementos de costos de adquisiciones, perfeccionamiento de sistemas impositivos, de prestaciones sociales,

---

<sup>6</sup> Suárez, C. (2004). Costo y tiempo en edificación. México: Limusa

etc., nos permite recomendar la necesidad de una actualización constante de los análisis de costos.

Con estas características podemos decir entonces que el costo paramétrico es aproximado, el análisis de precios unitarios es específico y ambos necesitan actualización constante.

En este proyecto de tesis se propone encontrar un factor de ajuste que relacione ambos métodos para una población específica, el cual sirva como herramienta de trabajo para estimar con mayor precisión el VRN en el enfoque físico de los avalúos, utilizando la practicidad que ofrece un método paramétrico y la precisión que ofrece un análisis de precios unitarios.

## 2.2. Elementos que afectan al costo

Existen elementos que modifican el costo de un inmueble causándole disparidad, por lo que el valuador debe tomarlos en cuenta para emitir su estimación de valor. Algunos de estos elementos son:

- a) Ubicación: la localización de un inmueble afecta al costo por las características panorámicas, características del suelo, reglamentación en la zona, leyes de planificación, método constructivo, urbanización y competencia.
- b) Factores de diseño: Si las especificaciones de diseño consideradas en dos proyectos similares a la vista varían entre uno y otro, por ejemplo, porque un proyecto puede considerar la opción de crecimiento o cimentación para dos plantas y otro no tomarlo en cuenta. Estos inmuebles pueden parecer idénticos, pero no tienen el mismo costo exacto, ya que la estructura fue diferente. La importancia del diseño también está relacionada con la funcionalidad y distribución del inmueble, este debe cumplir con los requisitos mínimos del reglamento de construcción de la entidad.

- c) Características y calidad de los materiales: Existe una gran oferta y variedad de materiales en el rubro de la construcción para la edificación de inmuebles. Dos inmuebles con la misma apariencia pueden estar edificados con diferentes materiales o de diferente calidad. Un material con mejor calidad contribuirá al mejor funcionamiento y durabilidad del inmueble. La variación de calidad en los insumos modificará los costos de construcción y al mismo tiempo el valor del inmueble.
- d) Método constructivo: Existen diferentes métodos constructivos en cada zona del país, estos métodos son los tradicionales que se fueron desarrollando empíricamente a lo largo de los años y se han mejorado con el desarrollo de las ciencias y tecnología. El método tradicional de cada entidad tiene precios establecidos en el mercado, que incluyen rendimientos en mano de obra conocidos. Los trabajadores locales conocen las técnicas y materiales utilizados para el método constructivo de su región, si este método es modificado variarán los costos de edificación del inmueble, ya sea para reducir costos con un método innovador que utilice materiales prefabricados o colados integrales o lo inverso, que en el proceso de experimentación y adaptación estos costos se eleven.
- e) Instalaciones: Las instalaciones existentes en un inmueble tienen como características el material con el que fueron elaborados, las especificaciones de cada material, la distribución, la eficiencia y el mantenimiento que se les da. Algunas de las instalaciones de un inmueble pueden ser las hidrosanitarias, eléctricas, de aire acondicionado, alarma, voz y datos entre otras. Generalmente estas instalaciones son ocultas, por lo que su eficiencia y características se tienen que suponer en su gran mayoría para poder estimar el valor de un inmueble. Esta suposición puede modificar la precisión de un avalúo, porque un inmueble puede tener las instalaciones en mal estado y no ser perceptible en la visita del valuador, también se debe considerar que existe gran variación de costos entre las diferentes características de

materiales con las que se elaboran el mismo tipo de instalaciones, como por ejemplo el tubo galvanizado y el tubo de cobre y este podría ser otro error de suposición que afecte al valor final del inmueble.

- f) Ecotecnologías: Las ecotecnologías son dispositivos que ahorran luz, agua y gas para beneficio del usuario del inmueble, estas ecotecnologías se pueden considerar una inversión si el usuario final del inmueble y el constructor fuera el mismo, pero si esto no es así, la ecotecnología aumenta el costo de las instalaciones para el constructor o costo del inmueble. Estas se deben considerar en el avalúo como beneficios para el inmueble.
- g) Condiciones poco usuales en suelo: En algunos casos las características de suelo en el terreno entre un inmueble y otro pueden ser diferentes, esto es un condicionante para determinar el método de cimentación y materiales a utilizar, como es el caso de la costa.

### 2.3. Factores que modifican el costo en la región

El método constructivo utilizado en la ciudad de Mérida es más sencillo comparado con el utilizado en otras regiones del país, debido a que nos encontramos en una zona asísmica y con una capacidad de carga de suelo elevada de 100 ton fza/m<sup>2</sup> (10 kg fza/cm<sup>2</sup>). El subsuelo de Mérida está conformado por roca caliza, que es sin duda uno de los materiales más utilizados en la industria de la construcción para la producción de agregados. Dada la gran cantidad de este tipo de roca que se encuentra en la región y la importancia que tiene en las obras de infraestructura para la elaboración de materiales para la construcción, los precios de estas rocas, de los productos que se obtienen de las mismas y de productos elaborados con los agregados, son menores a otras regiones del país, lo cual abarata los costos de construcción en esta zona.

En este proyecto de tesis, además de la zona asísmica y materiales de construcción empleados, se involucran otras variables que podemos considerar como independientes, como lo son el método constructivo en la ciudad de Mérida, los insumos involucrados en la edificación de vivienda de interés social y los costos de estos.

El método constructivo de la zona consiste en una cimentación a base de mampostería con piedra de la región, dados de concreto para castillos reforzados con acero, estructura a base de muros a base de block de concreto vibropresado, reforzados con castillo de concreto y acero y techado a base de vigueta y bovedilla con una capa de compresión de concreto y acabado superior con calcreto. Los pisos están colados con firme de concreto y recubiertos con loseta de cerámica, al igual que las mesetas y el área de regadera. Los muros tienen acabados a base de masilla directa sobre el block y aplicación de pasta y pintura. Las instalaciones hidráulicas son a base de tubo de CPVC, las instalaciones sanitarias a base de tubo de PVC de 2 y 4", las instalaciones eléctricas a base de poliducto y cable de cobre forrado. La cancelería es a base de aluminio, madera y metal.

Los insumos involucrados en la edificación son de tipo directo e indirecto; los primeros son la mano de obra, el material, las herramientas y la maquinaria necesaria para su correcta elaboración, mientras que los segundos son la supervisión, gastos de oficina, operación, financiamiento, proyectos y permisos.

Todas estas variables se utilizan para determinar las variables dependientes que son los presupuestos de viviendas de interés social obtenidos por análisis de precios unitarios, por costos paramétricos y el factor de corrección entre éstos.

## 2.4. Ley de Pareto

Una palabra clave en la práctica de Ingeniería de costos es "la relevancia"; la diferencia entre un especialista experimentado de uno que no lo es, consiste en

el saber distinguir, delimitar y concentrarse en lo que es relevante, haciendo a un lado lo trivial.

En el contexto de la construcción, cuando se menciona la palabra *relevante*, se hace referencia al criterio Paretiano (debido al economista Wilfrido Pareto [1848-1923]) que establece que el 80% del esfuerzo es usado en el 20% del trabajo. En Estados Unidos se le conoce como la “Ley de Relevancia” o “Ley de Trivialidad”. En los costos de construcción se tiene que un 20% de los conceptos de trabajo representan el 80% del importe de obra total (lo relevante), mientras que el 80% de los ítems más triviales o “la menudencia” sólo aporta el 20% [7].

En el presente trabajo de tesis se distinguirán el 20% de los conceptos del presupuesto que representan el 80% de su costo total, para que sean consideradas por el valuator como relevantes al momento de su análisis y cuantificación.

---

<sup>7</sup> Castillo, G. “Apuntes de Ingeniería de Costos”, Buap. En línea. Obtenido el 10 de Abril de 2014 en:<http://www.guso.com.mx/gcr/buap/2012otono/APUNTES%20INGENIERIA%20DE%20COSTOS.pdf>

## CAPÍTULO 3

### ESTIMACIÓN DE LOS VALORES DE REPOSICIÓN

En este capítulo se describen los métodos para estimar el Valor de Reposición Nuevo y se comparan sus características y grado de precisión. Se eligen los métodos de estimación a utilizar en el caso de estudio de la presente Tesis y finalmente se describen detalladamente los factores que modifican los valores estimados en un costo paramétrico.

#### 3.1. Métodos para estimar un Valor de Reposición Nuevo

El Valor de Reposición Nuevo puede ser calculado con alguno de los siguientes métodos:

- Método paramétrico: es un estimado en donde el parámetro es una constante que forma parte de un producto, en donde se obtiene un costo por unidad [<sup>8</sup>]. La constante más empleada en este método es la cantidad de metros cuadrados de construcción, donde el costo del proyecto es igual a los metros cuadrados construidos multiplicados por un parámetro. Los costos paramétricos tienen como variables dependientes el tipo de suelo, altura de entrepiso, niveles, costo indirecto, zona sísmica o asísmica y localidad, entre otros. Estos costos se basan en que el costo promedio de determinado tipo de construcción puede aplicarse para el cálculo del costo de una construcción con características parecidas. Este método, al ser práctico, claro y rápido para la estimación, es el que mayormente se utiliza en la valuación. Existen diversas publicaciones y fuentes de información con costos

---

<sup>8</sup> Varela A. L. (2009) Ingeniería de Costos, teoría y práctica en construcción. México. En línea. Obtenido el 18 de marzo de 2014 desde:  
<http://varela.com.mx/arch/CostosDeConstruccionParaArquitectosEIngenieros.pdf>

paramétricos como herramienta para los valuadores, que deben ser complementadas con la experiencia y criterios del usuario<sup>9</sup>.

- Método de ensambles: agrupa los conceptos de una obra que forman un elemento constructivo, se aplica a piezas constructivas completas y tiene una precisión de  $\pm 25\%$  con respecto al análisis de precios unitarios.
- Método de análisis de precios unitarios: es la integración detallada de la cantidad de insumos, mano de obra, herramienta y equipo que intervienen en la elaboración de una actividad constructiva. En la industria de la construcción existe un nombre de contrato llamado Precios Unitarios, conformado por conceptos de trabajo con una unidad de medida convencional, previamente cuantificados y un precio unitario para cada concepto. Los conceptos, unidades de medida, volúmenes y precios unitarios se agrupan en un catálogo y la suma de los importes de cada volumen multiplicada por su precio unitario es el importe total. Los precios unitarios se integran con un costo directo y un costo indirecto; el primero de éstos es la suma de los importes del material, mano de obra, herramienta y maquinaria necesaria para desarrollar el concepto de trabajo, mientras que el segundo, los costos indirectos, son los costos generados en campo, de oficina, de seguro social y prestaciones, utilidad, financiamiento y en general todos aquellos costos que se involucren con el desarrollo de la obra, diferentes a material, mano de obra, herramienta y equipo, que como se mencionó, corresponden a los costos de tipo directo.

Cada uno de los métodos mencionados requiere diferente tipo de información y emplea habitualmente diferente cantidad de tiempo para su aplicación, lo que además se ve reflejado en la precisión del resultado obtenido. El valor generado aplicando estas metodologías para la obtención del VRN a un mismo inmueble es diferente y surge el cuestionamiento de si la precisión de éste depende del

---

<sup>9</sup> IMIC. Instituto Mexicano de Ingeniería de Costos. En línea. Obtenido el 19 de marzo de 2014 desde: <https://www.imic.com.mx/> y Varela Ingeniería de Costos, software M2.

método de utilizado, cuáles son las ventajas y desventajas de cada método y cuál es el factor de variación entre ambos.

### 3.2. Métodos para obtener Valor de Reposición Nuevo en el caso de estudio

Para el desarrollo de la tesis se emplean diferentes métodos, los cuales se mencionan y describen a continuación y con el nivel de profundidad adecuado al trabajo que se pretende realizar.

Por un lado, en el método paramétrico se obtienen VRN elevados en esta zona y no siempre cuenta con las características específicas de la vivienda a valorar. Por otro lado, en el caso del análisis de precios unitario, se invierte mucho tiempo en integrarlo, debido a que incluye trabajos preliminares, como son generar volúmenes y realizar cotizaciones actualizadas. Para este trabajo de tesis no se analizará la aplicación del método de ensamble, debido a que es un intermedio o combinación del método paramétrico y un análisis de precios unitarios y se requiere un mayor conocimiento en construcción que en la aplicación del paramétrico, por lo que no cuenta con los amplios beneficios de ninguno de los dos métodos elegidos. En la Tabla 3.1 se compara la precisión, tiempo empleado e información necesaria para obtener el VRN de una casa de interés social mediante los tres métodos citados.

Método de estimación	Precisión	Tiempo empleado	Información necesaria
Paramétrico	+/- 30%	1 hora	Característica generales
Ensamblados	+/- 20%	2 días	Anteproyecto
Precio unitario	+/- 10%	1-2 semanas	Proyecto completo

Tabla 3.1. Comparación de métodos de estimación

Al calcular un VRN de un inmueble con un análisis de precios unitarios se reducen las posibilidades de error en la obtención de este valor, debido a que es un cálculo detallado y analítico, mientras que al utilizar el método paramétrico con la misma finalidad, se obtiene un valor de una manera mucha

más sencilla y rápida, pero posiblemente con mayor error, como se puede ver de la tabla anterior.

En el método paramétrico, además de que el valuador no siempre conoce que factores utilizar para mejorar su precisión, en algunas ocasiones hay grandes diferencias entre el bien a valorar y el modelo del cual se obtuvo ese costo por metro cuadrado, lo que puede influir en el costo final. Las bases de datos que integran los costos paramétricos se obtienen a partir de estadísticas y manejan factores que modifican un VRN de acuerdo a las condiciones preliminares establecidas por el usuario. Estas condiciones se modifican con factores propuestos por la publicación los cuales en la práctica profesional para esta región arrojan un VRN mayor al VRN obtenido por precios unitarios. Por esta situación, las bases de datos carecen de algunos materiales empleados en la construcción de vivienda de esta región, además de que no incluyen todos los costos de diferentes conceptos que forman parte del proceso constructivo de esta región, lo cual modifica y afecta el costo particular de los conceptos que integran el presupuesto y, como consecuencia, el costo final de construcción. Los materiales y conceptos por los que los sustituyen son por el más parecido existente. Si los costos equivalentes no son similares a los que sustituyen, pueden modificar el costo final de la construcción, y si la variación de costo y volumen relacionado a ese costo es grande, luego entonces la variación entre el costo real y el costo paramétrico será mayor.

En el caso del análisis de precios unitario, los ingenieros y arquitectos conocen mejor su desarrollo y aplicación, aunque debido al esfuerzo y tiempo requerido muchas veces no se aplica en los avalúos. Por lo anterior es importante saber en qué se basan estos métodos paramétricos y cuál es el nivel de precisión, para que de esta forma el valuador los conozca y utilice correctamente.

### 3.3. Factores de ajuste de los costos paramétricos

En el método de costos paramétricos se emplean diferentes factores de ajuste, los cuales se describen a continuación:

- a) Número de niveles.- El costo por metro cuadrado de construcción incrementa con el número de pisos o niveles que se construyen. Debido a que la mano de obra se encarece por reducir los rendimientos, se utiliza equipo y herramienta complementaria para el acceso a las alturas del personal y el material, se incrementa en costo de cimentación y estructura para soportar más de un nivel, se debe involucrar el costo de escaleras o elevadores en el costo de construcción general. Se sugiere incrementar el 0.2 % por piso adicional a los dos primeros niveles. Si un edificio consta de 8 pisos, el incremento de costo por metro cuadrado sería:

$$FNP = 1 + (NP - 2) \times (0.002) = 1 + [(8 - 2) \times 0.002] = 1.012$$

Este sería el factor con el que se afectaría el valor por metro cuadrado de un edificio de dos niveles.

- b) Factor de altura de entrepiso o altura de techos y paredes.- La altura de los techos promedio en la zona o región es de 2.40 m, sin embargo, lo ideal es aumentarla para reducir las fuertes temperaturas que afectan al interior de la casa, pero al aumentar la altura de muros, ésta impacta con un aumento en el costo por metro cuadrado de block, columnas, acabados, ductos y canales, instalaciones, pintura, y en caso de usar doble altura, se debe considerar el costo estructura de refuerzo, por lo que el costo por metro cuadrado se incrementa al aumentar la altura de la construcción. En la Tabla 3.2 se describen los factores de altura de entrepiso de acuerdo la bibliografía [4].

Para apartamentos y hoteles		Para oficinas		Para casas	
Entrepiso	FAE	Entrepiso	FAE	Entrepiso	FAE
2.4 m	0.96	3.0 m	0.96	2.4 m	1
2.7 m	0.98	3.3 m	0.98	2.7 m	1.02
3.0 m	1.00	3.6m	1.00	3.0 m	1.04
3.3 m	1.02	3.9 m	1.02	3.3 m	1.06
3.6 m	1.04	4.2 m	1.04		
3.9 m	1.06	4.5 m	1.06		

Tabla 3.2: Factor de altura de entrepiso (FAE) capitalización<sup>10</sup>.

- c) Forma de la planta de construcción o factor de silueta en planta.- Se refiere a la regularidad o irregularidad de la silueta de construcción, una con forma irregular y muchos rincones será más costosa que una cuadrada.
- d) Factor de calidad en la construcción.- La calidad de los acabados, muebles de baño, instalaciones y elementos accesorios usualmente modifican de forma considerable el costo de construcción en una misma superficie (dimensiones) y metraje de construcción. Este índice también puede aplicarse para calificar si la construcción a valuar cumple o no con las características y estándares del modelo seleccionado.
- e) Factor de calidad de proyecto.- Califica la funcionalidad y distribución de las áreas interiores. En la tabla 3.3 se muestran los valores que el IMIC (Instituto Mexicano de la Ingeniería de Costos) propone calificar al proyecto arquitectónico.

Muy bueno	1.15
Adecuado	1.00
Deficiente	0.90
Sin proyecto	0.80

Tabla 3.3: Escala de valores que el IMIC propone se deben calificar de un proyecto arquitectónico.

- f) Factor de zona sísmica.- De acuerdo al Servicio Sismológico Nacional<sup>[11]</sup>, la República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas, de acuerdo a los registros históricos de sismos, que son:

<sup>10</sup> Varela L., (2005). Costo por Metro Cuadrado de Construcción. México.

<sup>11</sup> Servicio Sismológico Nacional. En línea. Consultado el 5 de Noviembre del 2014. Disponible [http://www2.ssn.unam.mx:8080/website/jsp/region\\_sismica\\_mx.jsp](http://www2.ssn.unam.mx:8080/website/jsp/region_sismica_mx.jsp).

- La zona A, donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y/o no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.
- La zona D, es aquella en donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad. Las otras dos zonas (B y C) son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo. Aunque la Ciudad de México se encuentra ubicada en la zona B, debido a las condiciones del subsuelo del valle de México, pueden esperarse altas aceleraciones. En la Figura 3.1 [11] se muestra la regionalización sísmica de la República Mexicana. Este mapa se tomó del Manual de diseño de Obras Civiles (Diseño por Sismo) de la Comisión Federal de Electricidad. Al estar una construcción en zona sísmica, el método constructivo involucra mayores factores de seguridad y cambios en la cimentación y estructura.

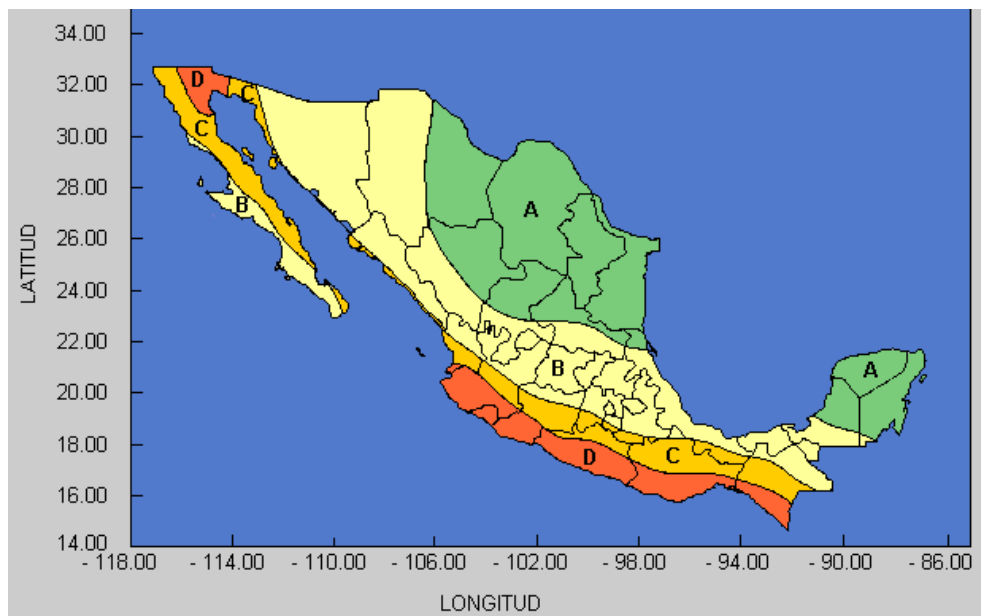


Figura 3.1. Regionalización sísmica de la República Mexicana.

- g) Factor de capacidad de carga de suelo.- La capacidad de carga de suelo, de acuerdo a los estudios de mecánica de suelos, se miden en ton fza/m<sup>2</sup> o su equivalente, kg fza/cm<sup>2</sup>, y éstos se clasificaron en tres grupos, si la capacidad de suelo es menor la cimentación será más compleja y su costo aumentará, de manera inversa si la capacidad de carga del suelo es alta. Se clasifican los factores en la Tabla 3.4.

Capacidad del Suelo (Ton fza/m <sup>2</sup> )	FCS
≤ 15 (arcilla)	1.004
30 (grava)	1.000
≥ 60 (roca)	0.996

Tabla 3.4. Clasificación de los factores de carga de suelo.

- h) Factor o índice interciudad.- Los modelos utilizados son calculados para una edificación en la ciudad de México, por lo que se utiliza un índice de ajuste en cada ciudad, el cual se obtiene dividiendo el importe total de la misma construcción ejecutada en la ciudad donde se requiera utilizar el índice, entre el presupuesto de construir el mismo inmueble en la ciudad de México. Algunos factores que el autor de [10] y el IMIC proponen, se presentan en la Tabla 3.5.

Ciudad	Estado	Varela	IMIC
Cancún	Quintana Roo	1.112	1.110
Cd. De México	D.F.	1.000	1.000
Guadalajara	Jalisco	0.984	0.990
Mérida	Yucatán	1.009	0.990
Monterrey	Nuevo León	1.054	1.070
Puebla	Puebla	0.982	0.990

Tabla 3.5. Factores interciudad propuestos por el IMIC y por Varela.

En ambas publicaciones, los factores propuestos son parecidos, exceptuando a la ciudad de Mérida, para la que Varela propone un índice mayor a la unidad y el IMIC propone uno menor a la unidad, ya que Varela considera que el costo, por metro cuadrado, de construcción es mayor en Mérida que en la ciudad de México.

- i) Factor por uso de suelo.- Este factor califica el uso de suelo donde esta edificada la construcción con respecto al uso de suelo permitido. IMIC propone los valores de afectación que se muestran en la Tabla 3.6.

Optimo	1.10
Permitido	1.00
Sub-usado	0.95
Tolerado	0.90
Prohibido	0.80

Tabla 3.6. Factor de Uso de Suelo.

Otros factores que se consideran en los costos paramétricos son el factor de edad de la edificación y el factor de estado de conservación, los cuales para el presente trabajo de tesis se considerarán iguales a la unidad, debido a que se está haciendo un comparativo de costos entre dos métodos para obtener un VRN. Posteriormente en el desarrollo de la tesis se utilizarán en un ejemplo de aplicación para un avalúo.

- j) Factor de conservación y deterioro.- Corresponde al costo necesario para renovar, como nuevo, el inmueble y tendrá el valor que se seleccione de su estado de conservación de acuerdo a la Tabla 3.7.

Estado de conservación	Calificación	Factor C
Nuevo	10	1.000
Bueno	9	0.990
Regular	8	0.975
Regular-medio	7	0.920
Reparaciones sencillas	6	0.820
Reparaciones medias	5	0.550
Reparaciones importantes	4	0.470
Reparaciones complejas	3	0.250
En desecho	2	0.135

Tabla 3.7. Calificación del Factor de Conservación.

- k) Factor de edad.- Es la depreciación física y funcional del inmueble, que corresponde a la pérdida acumulada de valor en función de su edad. Este factor no debe ser menor a 0.60, excepto en las construcciones precarias y/o ruinosas. Habitualmente depende del uso que se haya dado a la construcción. El manual de Procedimientos y Lineamientos

Técnicos de Valuación Inmobiliaria [12], clasifica los usos que se le dan a las construcciones de acuerdo a la Tabla 3.8.

Clave	Usos de las construcciones
H	Habitación
F	Habitación con comercios y/o servicios en planta baja
L	Hoteles
I	Industria
O	Oficinas
A	Abasto
C	Comercio
D	Deporte
Q	Cultura
S	Salud
K	Comunicaciones

Tabla 3.8. Claves de usos que se dan a las construcciones, según el Manual de Procedimientos y Lineamientos Técnicos de Valuación Inmobiliaria.

El factor de edad de acuerdo al citado manual se calcula con la siguiente fórmula:

$$FED = \frac{0.100 VP + 0.900(VP - E)}{VP}, \quad (3.1)$$

donde *FED* es el Factor de Edad de la construcción, *VP* es la Vida Probable de la construcción nueva y *E* es la Edad de la construcción.

Es común proponer una vida probable de las construcciones de acuerdo a la Tabla 3.9, tomando previamente en cuenta que cuando la construcción tenga losas de concreto armado, su vida probable será la misma que le corresponde al uso H,F,D,L,O,Q,S y K.

Uso	Precaria	Económica	Media	Buena	Muy buena, lujo y especial
H,F,D,L,O,Q,S y K	40	60	70	80	90
C	30	40	50	70	90
A	10	20	30	40	50
I	30	30	50	70	90

Tabla 3.9. Clasificación de la Vida Probable de las construcciones propuesta en el Manual de Procedimientos y Lineamientos Técnicos de Valuación Inmobiliaria.

<sup>12</sup> CGDF. Contraloría General del Distrito Federal. En línea. Consultado el 28 de Mayo de 2014. Disponible en: <http://cgservicios.df.gob.mx/prontuario/vigente/999.htm>

También existe el criterio de Ross Heidecke que ha sido diseñado exclusivamente para calcular la depreciación (entendida como la pérdida de valor, que no puede ser recuperada con mantenimiento) en la valoración de construcciones, considerando la edad y estado de conservación, permitiendo calcular una depreciación más acorde con la realidad. La importancia del mantenimiento radica en que un inmueble con el mantenimiento adecuado se deprecia de modo regular, en cambio un inmueble con mantenimiento menor o nulo, se deprecia más rápido y su vida efectiva puede ser menor que su edad real. El factor de edad y conservación, *FEC*, se calcula por Ross Heidecke con la siguiente expresión:

$$FEC = [1 - (E/VT)^{1.4}]C, \quad (3.2)$$

donde *VT* es la Vida Útil Total de la construcción y *C* es su grado de conservación.

### 3.4. Caso de estudio previo en la Ciudad de Mérida

Existe una investigación del 2006 basada en costos de construcción en la que los autores plantean la problemática de no tener un costo estimado preliminar para el desarrollo de viviendas de interés social en la región [9]. Los autores realizan una recolección y análisis de datos de proyectos de construcción desarrollados en la región, obteniendo el costo de estas construcciones por medio de análisis de precios unitarios y concluyendo con un valor paramétrico. La muestra utilizada en su estudio incluye trece viviendas con las mismas características que las del presente proyecto. En los reportes de este artículo se observa que los rubros de mayor impacto en el importe final de la construcción son la cimentación, la estructura, las losas de azotea y acabados en muros y techos; particularmente, el importe más alto fue para la cimentación, con un valor de \$277.79/(m lineal) (costo a la fecha de Enero de 2006), por citar alguno de los costos mencionados. Estos costos pueden ser actualizados por medio

del los índices aplicables de los publicados por el Banco de México, que también se consideran en [13].

En nuestro caso de estudio, la muestra se compone de viviendas de Interés social con áreas de construcción entre 50 y 100 m<sup>2</sup>, las cuales cumplen con las especificaciones establecidas en los lineamientos de construcción de Infonavit y en los Reglamentos de Construcción correspondientes. Estas viviendas, edificadas en fraccionamientos, se construyeron en cantidades mayores a 180 lotes con el mismo proceso constructivo, por lo que tienen los mismos elementos estructurales, características de acabados, cancelería e instalaciones. Asimismo, los materiales utilizados para su presupuestación son los mismos, siendo algunos de ellos: cemento portland, cal hidratada, bloques y bovedillas de concreto, viguetas de concreto pretensado, losetas de cerámica, puertas prefabricadas etc.

### 3.4.1. Factores preliminares en la estimación de valor para el caso de estudio

Antes de determinar los factores preliminares que más influyen en la estimación de valor de una casa de interés social particular, es menester comprender y/o definir este tipo de construcción. A continuación se presenta una definición de acuerdo con la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF).

La sociedad antes mencionada define como vivienda de interés social a la construida en grupos, conceptualizada con prototipos, que cuenta con un proyecto e Infraestructura adecuados y clasifica a los inmuebles de este tipo de manera general, de acuerdo a sus características [3] como sigue:

---

<sup>13</sup> Puc Sánchez, E. y Pech Pérez, J. (2008) "Método de estimación paramétrica de costos de construcción de vivienda de interés social". En línea. Obtenido el 2 de marzo desde: [www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen12/metodo\\_de\\_estimacion.pdf](http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen12/metodo_de_estimacion.pdf)

- Mínima. Vivienda de características precarias a económicas, construida sin proyecto calificado, sin acabados uniformes, espacios construidos de estructura provisional, catalogada dentro de este apartado además, por no contar con la infraestructura adecuada.
- Económica. Se trata de construcciones de uso habitacional económico, con acabados mixtos y algunos faltantes de recubrimientos, cuenta generalmente con Infraestructura parcial.
- Interés social. Vivienda construida en grupos, conceptualizada con prototipos, cuenta con un proyecto e infraestructura adecuados.
- Medio. Normalmente conceptualizada como vivienda individual con espacios diferenciados por sus usos: sala, comedor, recámaras, cocina, baño. Acabados irregulares en cuanto a calidad e infraestructura adecuada.
- Semilujo. Espacios diferenciados por sus usos: sala, comedor, recámaras, cocina, baño. Con un proyecto adecuado y la definición de acabados uniformes en cuanto a calidad y con la Infraestructura adecuada.
- Residencial. Espacios diferenciados por sus usos: sala, comedor, recámaras, cocina, baño, espacios para cubrir necesidades adicionales. Con un proyecto adecuado y la definición de acabados uniformes en cuanto a calidad, la Infraestructura adecuada y tratamiento especial a la seguridad del lugar.
- Residencial plus. Espacios diferenciados por sus usos: sala, comedor, recámaras, cocina, baño, espacios para cubrir necesidades extraordinarias como alberca, salón de fiestas. Con un proyecto adecuado y la definición de acabados de lujo y uniformes en cuanto a calidad, la infraestructura adecuada y tratamiento especial a la seguridad del lugar.

En estas condiciones, al estimar un VRN para viviendas de interés social en la ciudad de Mérida con un método paramétrico, se obtiene un valor con variación

mayor a la que los autores de [9] proponen, comparado con el obtenido por análisis de precios unitarios. Por lo tanto es menester analizar si existe un factor de relación entre estos dos valores y si éste factor de relación es consistente aplicándolo a diferentes modelos arquitectónicos de viviendas de interés social que conforman la muestra.

Zona	Céntrica	Intermedia	Periférica	De expansión	Total
Superficie de construcción de 0 a 100 m <sup>2</sup>	46	1353	2409	238	4046
Superficie de construcción de 101 a 200 m <sup>2</sup>	0	0	0	0	0
Superficie de construcción de 201 a 299 m <sup>2</sup>	3	14	1	0	18

Tabla 3.10. Número total de casas de interés social valuadas en el año 2013 en Mérida, Yucatán, de acuerdo a su superficie de construcción.

Así, de acuerdo a las publicaciones estadísticas de vivienda de la SHF, el número total de viviendas de interés social valuadas en el año 2013, que fueron reportadas por las unidades de valuación en el municipio de Mérida, se muestran en la Tabla 3.10.

Zona	Céntrica [\$]	Intermedia [\$]	Periférica [\$]	De expansión [\$]	Promedio [\$]
Promedio de valor del mercado/(m <sup>2</sup> de construcción)	5282.00	5807.00	6339.00	6308.00	5934.00
Promedio de valor/(m <sup>2</sup> de construcción)	3117.00	3561.00	4179.00	4204.00	3765.25
Promedio de valor del importe concluido/(m <sup>2</sup> de construcción)	5283.00	5805.00	6335.00	6323.00	5936.50

Tabla 3.11. Publicaciones estadísticas de casas de interés social valuadas en el transcurso del año 2014 en Mérida, Yucatán.

Asimismo, los valores de construcción correspondientes reportados en los avalúos, se muestran en la Tabla 3.11.

### 3.5. Metodología empleada en las estimaciones

En las siguientes subsecciones se explica la metodología empleada tanto para realizar el análisis comparativo de diferentes estimaciones de valor (por los métodos mencionados), como la utilizada para realizar un avalúo mediante el enfoque físico.

### 3.5.1 Metodología para realizar un análisis comparativo de diferentes estimaciones de valor

Se realizará una comparación del VRN de viviendas de interés social generado por el método paramétrico y por el análisis de precios unitarios empleando como fuente de información dos publicaciones especializadas de métodos paramétricos y un programa de costos para el análisis de precios unitarios. Adicionalmente se presupuestará el costo de construcción de siete proyectos arquitectónicos de vivienda de interés social en la ciudad de Mérida. Para determinar los costos de construcción de estas viviendas, se considerarán tanto los precios de materiales de un proveedor local mayorista de materiales, referidos al mes de Octubre de 2014, como los costos de mano de obra en base a rendimientos publicados en libros de costos y los existentes en el mercado. Este proyecto de tesis será de tipo analítico, comparando presupuestos de una muestra de viviendas de las inmobiliarias con mayor número de ventas y producción en la ciudad.

Al comparar el valor obtenido de diferentes inmuebles con ambas metodologías, se pretende determinar si cumplen con un patrón o variación en los mismos elementos, ya sea precio unitario, partida o el precio por metro cuadrado. Si se encontrara un factor de ajuste que relacione el VRN obtenido con paramétricos y el VRN obtenido con el análisis de precios unitarios para inmuebles de esta ciudad, aportaría precisión a la aplicación de paramétricos en la obtención del VRN para el enfoque físico de un avalúo.

Se presupuestarán, con las metodologías antes mencionadas, viviendas de interés social, con diseños arquitectónicos comunes en la zona y utilizadas en desarrollos habitacionales existentes.

### 3.5.2. Metodología para realizar un avalúo mediante el enfoque físico

Para realizar un avalúo con el enfoque físico o de costos se deben sumar el valor del terreno y los costos de la construcción que serán obtenidos de los presupuestos o de los manuales de costos para la zona, que por cierto deberán incluir los costos indirectos en el VRN. Para el análisis del factor de sobre costo o costo indirecto, se toman en cuentas algunos de los siguientes parámetros que desde luego generan costos a considerar:

1. Estudio preliminares, permisos y trámites.
2. Los costos de licencias de construcción.
3. Gastos administrativos, financieros, de comercialización y utilidad del promotor.
4. Honorarios por proyecto y edificación de la vivienda.
5. Primas de los seguros obligatorios de la construcción.

También se toma en cuenta la depreciación y obsolescencia funcional del inmueble, los elementos adicionales y las instalaciones especiales. La depreciación se calcula mediante la técnica de amortización lineal o utilizando la vida útil y remanente estimada, que en el caso de inmuebles, es un método híbrido debido a que conjunta el valor del terreno con los costos de reposición o reproducción de las construcciones y mejoras (como instalaciones especiales, obras complementarias y elementos accesorios).

### 3.5.3. Metodología para obtener el VRN por medio del análisis de precios unitarios para el caso de estudio

La metodología empleada consistió en recopilar información sobre proyectos arquitectónicos de casas habitación de interés social nuevas y actualmente en venta, con una superficie entre 50 y 100 m<sup>2</sup>, como se mencionó antes.

Posteriormente se realizó un catálogo de construcción de acuerdo al método constructivo común de la ciudad. En este catálogo se obtuvieron los volúmenes, por conceptos de cada vivienda, y se les asignó el mismo precio unitario a los mismos conceptos de cada partida en las diferentes viviendas. Las partidas del presupuesto de precios unitarios se ordenaron de acuerdo a las que maneja los programas de costos paramétricos IMIC y Varela (Bibliografía 9). Así mismo se consideraron los conceptos que integran cada partida de acuerdo a los que el programa maneja, con el fin de hacer un comparativo de los mismos conceptos.

#### 3.5.4. Metodología para obtener el VRN por medio de métodos paramétricos

Para estimar el VRN de la muestra de viviendas se utilizaron dos programas de costos paramétricos.

El primer programa fue desarrollado en el IMIC, y desde 1978 ofrece al mercado nacional bases de datos impresas y electrónicas de costos paramétricos, software de presupuestación, control de obra y cursos de capacitación y certificación. Para elaborar un presupuesto con este software se siguen los siguientes pasos:

- Se crea un proyecto eligiendo otro similar de la base de datos del software al que se va a valorar.
- Se le da un nombre al proyecto, datos del cliente y ubicación.
- Se especifican los metros cuadrados de construcción, la altura de entepiso, el número de niveles, el porcentaje de sobrecosto y porcentaje de licencias y permisos a aplicar sobre el costo directo. Para este caso de estudio se consideró un 20% de sobrecosto por indirectos del constructor y 0 % para los costos de planos, proyectos, licencias y permisos, debido a que éstos se considerarán con posterioridad en los gastos del desarrollador en la urbanización y comercialización.

- El software arroja un presupuesto con diferentes partidas, las cuales pueden ser modificadas, sustituyendo los conceptos que las integran por otros existentes en la base de datos. También se pueden modificar los volúmenes que el modelo arroja.

El segundo programa utilizado lo desarrolló la empresa Varela Ingeniería de Costos, la cual se especializa en la estimación de costos de construcción, consultoría en el campo de presupuestos, estimados, precios unitarios, antepresupuestos, cuantificación y valores de reposición en avalúos, que además están certificados por el Colegio Mexicano de Valuadores (COMVAL). Para elaborar un presupuesto con este software se siguen los siguientes pasos:

- Se crea un proyecto ingresando tanto los datos del cliente (como su ubicación) como del constructor.
- Se elige el tipo de proyecto, ya sea departamentos, hotel, casa habitación, etc.
- Se elige la clase de proyecto, dependiendo del tipo del mismo, ya sea un hotel 4 estrellas o una casa habitación clase 6 residencial.
- Se elige un modelo de proyecto de los existentes en la base de datos.
- Se ingresa el porcentaje de indirecto y utilidad.
- Se indica la cantidad y unidad de medida de la construcción, con lo que el programa arroja un presupuesto preliminar. Éste puede ser modificado cambiando los conceptos de partidas que no coincidan con el proyecto a cotizar o valorar, eligiendo uno que lo sustituya en su base de datos, o simplemente eliminándolo, si no aplica para el proyecto.
- Terminado el presupuesto se le aplican los modificadores de costo que son: capacidad de suelo, silueta en planta, economía de escala, zona sísmica y localidad.

Una vez que se contó con los estimados detallados de las viviendas se procedió a analizar la composición de las partidas en que fueron agrupados los conceptos que integraban cada uno de los estimados detallados.

Finalmente, se eligieron aquellas partidas que pudieran ser utilizadas como parámetros de costos, esto es, que afectarán en un mayor porcentaje el monto total de la construcción.

## **CAPÍTULO 4**

### **ANÁLISIS ENTRE LOS VALORES DE CONSTRUCCIÓN CALCULADOS POR ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y POR COSTOS PARAMÉTRICOS**

En este capítulo se describen las características de los inmuebles que servirán para estimar su Valor de Reposición Nuevo, se describe paso a paso los factores, procedimientos y resultados obtenidos de la valoración por análisis de precios unitarios y con dos softwares o programas de cómputo desarrollados por empresas expertas en el ramo de costos.

#### **4.1. Características de los inmuebles que se utilizarán para estimar su Valor de Reposición Nuevo**

Se eligieron siete modelos de casa habitación de los fraccionamientos con mayores índices de venta en la ciudad de Mérida, los cuales fueron edificados con el mismo método constructivo y que ofrecen los mismos acabados en pisos, muros, plafones, instalaciones, cancelería, grifería y equipamiento.

Para cotizar el precio por metro cuadrado de construcción, se supusieron las mismas condiciones climáticas, la misma capacidad de carga del suelo, los mismos materiales y métodos constructivos, alturas de excavación y cimentación de un metro, alturas de entrepiso de dos metros con cuarenta centímetros, ventanas y puertas prefabricadas de la misma medida. Todos los materiales, destajos y costos implícitos en el presupuesto, se asume tienen el mismo precio, o en caso de ser una variable dependiente del costo directo o del total de mano de obra, consideran el mismo porcentaje. En general se presupuestan y comparan bajo las mismas condiciones.

Las casas habitación consideradas cuentan con sala-comedor o sala, comedor, cocina, un baño y dos o tres habitaciones.

Modelo	Superficie construida [m <sup>2</sup> ]
A	55.70
B	58.35
C	60.67
D	61.29
E	66.83
F	72.56
G	83.63

Tabla 4.1. Descripción del metraje de cada modelo de construcción, en orden creciente.

En el Anexo A se muestran las plantas arquitectónicas correspondientes, mientras que en la Tabla 4.1 se describe el metraje de cada una de las ordenes o modelos de construcción.

## 4.2. Valores de Reposición Nuevo calculado con un análisis de precios unitarios

Los valores obtenidos con un análisis de precios unitarios consideran el impuesto al valor agregado en los materiales, el pago de impuesto relacionados con la mano de obra y un costo indirecto del constructor del 20%, en el cual contempla un 7% de utilidad, un 6.5% de gastos de oficina y 6.5% de gastos de obra.

MODELO	A	B	C	D	E	F	G
m <sup>2</sup> DE CONSTRUCCION	55.7	58.35	60.67	61.29	66.83	72.56	83.63
CIMENTACION	21290.34	19601.4	23169.24	24257.31	24172.39	27035.47	34800.24
ESTRUCTURA	41373.26	44466.92	42481.88	44726.09	52592.63	51351.15	60938.91
FACHADAS Y TECHADOS	26319.16	25632.48	24465.36	25800.14	34499.68	30622.51	33233.03
ALBANILERIA Y ACABADOS	54915.39	56680.94	53956.85	57220.49	66420.42	58739.23	71412.6
INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS	13545.72	13873.49	13736.87	13690.21	13995.39	13710.77	13965.52
INSTALACION ELECTRICA	12640.72	13532.66	12640.72	12640.72	13532.66	12640.72	14083.97
TOTAL PRESUPUESTO	170084.59	173787.89	170450.92	178334.96	205213.17	194099.85	228434.27
COSTO POR m <sup>2</sup> DE CONSTRUCCION P.U.	3053.58	2978.37	2809.48	2909.69	3070.67	2675.03	2731.49

Tabla 4.2. Costos, en pesos, de construcción por partida, por el total del presupuesto y por metro cuadrado de construcción para siete modelos de casas calculados con análisis de precios unitarios.

Un ejemplo de los valores por partidas que se obtuvieron con el análisis de precios unitarios para la casa modelo “A”, se encuentran desglosados en el presupuesto del Anexo B. El resumen de costo por partidas y costo final por metro cuadrado de construcción se muestran en la Tabla 4.2.

Los costos por metro cuadrado de cada casa, comparada con la media de las del mismo tipo, son menores al 10%.

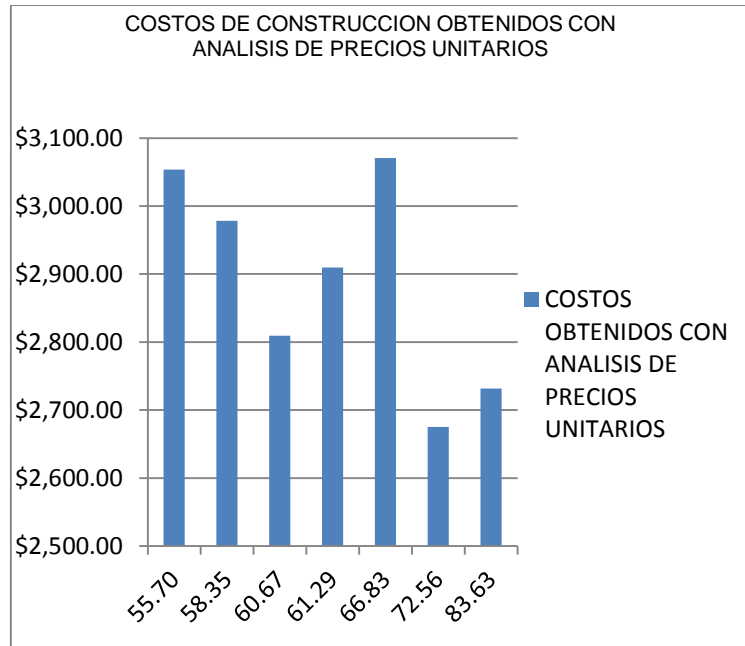


Figura 4.1. Gráfica que muestra el comportamiento de los valores de los siete diferentes modelos de construcción considerados en el estudio.

En la Figura 4.1 se muestra una gráfica en la que se puede apreciar el comportamiento de los valores, que muestra que sus costos finales no están en relación con el metraje de construcción, por lo que se procede a analizar el comportamiento de las partidas con respecto a la superficie total de la casa.

### 4.3. Valores de Reposición Nuevo estimado con costos paramétricos propuestos por el IMIC

Como se mencionó en la última sección del capítulo anterior, se estimaron valores de reposición nuevos para las siete casas habitación con dos software

de precios paramétricos. El primer software utilizado es del IMIC, en este se consideró el total de la superficie construida para cada casa de acuerdo a los planos del Anexo A y un costo indirecto del 20%. Los factores de ajuste para paramétricos se eligen de acuerdo a las opciones que el software tiene y este determina los valores que les corresponde, como se muestra en la Tabla 4.3. Se puede observar que el factor interciudad (primer renglón de la tabla) para Mérida es menor a la unidad.

Factor	Descripción	Valor
Factor por ciudad	Mérida	0.99
Factor por edad de la edificación	0 año	1.00
Factores por estado de conservación	Bueno	1.00
Factores por calidad de construcción	El proyecto cumple con los estándares o características del modelo seleccionado	1.00
Factores por uso de suelo	Permitido	1.00
Factores por calidad de proyecto	Adecuado	1.00

Tabla 4.3. Valores propuestos por el IMIC a partir de los factores seleccionados para el caso de estudio.

Un ejemplo de estimación del Valor de Reposición Nuevo que se obtuvo para la casa modelo “A” con los paramétricos del IMIC se encuentran desglosado en Anexo C y el resumen de costo por partidas y costo final por metro cuadrado de construcción de todos los modelos de casas se encuentra en la Tabla 4.4.

MODELO	A	B	C	D	E	F	G
m <sup>2</sup> DE CONSTRUCCION	55.70	58.35	60.67	61.29	66.83	72.56	83.63
CIMENTACION	31,635.32	33,140.41	34,458.07	34,810.21	37,957.09	41,211.52	47,498.41
ESTRUCTURA	73,405.47	76,897.84	79,955.30	80,772.38	88,073.43	95,624.83	110,213.65
FACHADAS Y TECHADOS	17,415.65	17,938.08	15,483.23	16,779.47	17,916.66	17,654.23	17,908.70
ALBANILERIA Y ACABADOS	100,787.47	106,391.49	109,944.96	110,894.58	119,380.16	128,156.60	145,111.98
INSTALACIONES HIDROSANITARIAS	20,407.99	21,378.92	22,228.94	22,456.11	24,486.14	26,585.59	30,641.29
INSTALACION ELECTRICA	22,293.88	23,354.54	24,283.11	24,531.26	26,748.89	29,042.34	33,472.83
TOTAL PRESUPUESTO	265,945.78	279,101.28	286,353.61	290,244.01	314,562.37	338,275.11	384,846.86
COSTO POR m <sup>2</sup> DE CONSTRUCCION	4,774.61	4,783.23	4,719.86	4,735.59	4,706.90	4,662.01	4,601.78

Tabla 4.4. Estimado de valores de reposición nuevo por partida, por metro cuadrado de construcción y total, en pesos (M/N), para siete modelos de casas calculados con paramétricos propuestos por IMIC.

Los valores por metro cuadrado de construcción con este software estiman un costo decreciente conforme aumenta el metraje de construcción, como se observa en la Figura 4.2, que también incluye un comparativo con el costo por

metro cuadrado de las mismas casas calculado con análisis de precios unitarios.

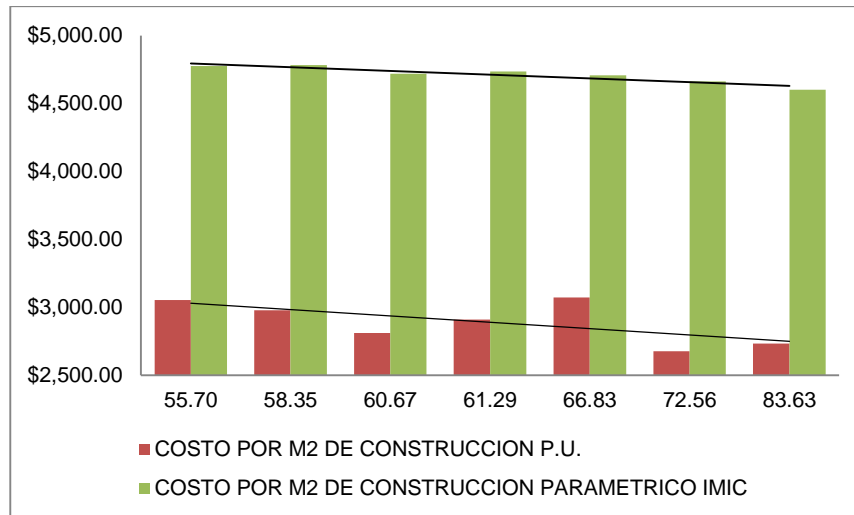


Figura 4.2. Gráfica del comparativo de los costos por metro cuadrado de construcción obtenidos con un análisis de precios unitarios y costos paramétricos propuestos por el IMIC.

El efecto decreciente que se menciona en el párrafo anterior y que se observa en la Fig. 4.2, se debe a que un paramétrico hace sus cálculos por áreas o zonas de la construcción, por ejemplo, el costo de un baño es el mismo para cualquier superficie de casa habitación con las mismas características, ya que lo manejan como un único conjunto en el catálogo y no está en relación de su cercanía a la cocina o a la red sanitaria. Lo mismo ocurre con las instalaciones eléctricas y los conceptos considerados como un lote único, su costo total se prorroga entre el total de metros cuadrados de construcción y al aumentar el área de construcción reduce el costo final del inmueble.

La relación entre estas dos estimaciones de valor por metro cuadrado de construcción es 62.5% mayor que la estimación del paramétrico en relación con el costo obtenido por precios unitarios, con un margen de error menor al 2%. Adicionalmente, el factor de correctivo de ajuste que se propone para este software se obtiene con una regresión lineal de la forma

$$y = ax, \tag{4.1}$$

donde  $y$  es el valor de reposición nuevo real,  $a$  es la pendiente de la recta de estimación y tiene un valor de 0.625 y  $x$  es el valor de reposición nuevo estimado con costos paramétricos propuestos por IMIC. Se considera que este modelo puede arrojar un margen de error  $\leq$  al 6.5%.

En las Tablas 4.5 y 4.6 se muestran los porcentajes de impacto de cada partida sobre el total del presupuesto para los dos modelos empleados, el de precios unitarios y el de paramétricos del IMIC, respectivamente.

MODELO	A	B	C	D	E	F	G
m <sup>2</sup> DE CONSTRUCCION	55.70	58.35	60.67	61.29	66.83	72.56	83.63
CIMENTACION	12.52%	11.28%	13.59%	13.60%	11.78%	13.93%	15.23%
ESTRUCTURA	24.33%	25.59%	24.92%	25.08%	25.63%	26.46%	26.68%
FACHADAS Y TECHADOS	15.47%	14.75%	14.35%	14.47%	16.81%	15.78%	14.55%
ALBANILERIA Y ACABADOS	32.29%	32.62%	31.66%	32.09%	32.37%	30.26%	31.26%
INSTALACIONES HIDROSANITARIAS	7.96%	7.98%	8.06%	7.68%	6.82%	7.06%	6.11%
INSTALACION ELECTRICA	7.43%	7.79%	7.42%	7.09%	6.59%	6.51%	6.17%

Tabla 4.5. Porcentaje de costo de cada partida con respecto al valor total de la construcción calculado por análisis de precios unitarios.

MODELO	A	B	C	D	E	F	G
m <sup>2</sup> DE CONSTRUCCION	55.70	58.35	60.67	61.29	66.83	72.56	83.63
CIMENTACION	11.90%	11.87%	12.03%	11.99%	12.07%	12.18%	12.34%
ESTRUCTURA	27.60%	27.55%	27.92%	27.83%	28.00%	28.27%	28.64%
FACHADAS Y TECHADOS	6.55%	6.43%	5.41%	5.78%	5.70%	5.22%	4.65%
ALBANILERIA Y ACABADOS	37.90%	38.12%	38.39%	38.21%	37.95%	37.89%	37.71%
INSTALACIONES HIDROSANITARIAS	7.67%	7.66%	7.76%	7.74%	7.78%	7.86%	7.96%
INSTALACION ELECTRICA	8.38%	8.37%	8.48%	8.45%	8.50%	8.59%	8.70%

Tabla 4.6. Porcentaje de costo de cada partida con respecto al valor total de la construcción calculado por paramétricos propuestos por el IMIC.

A partir de los valores de las Tablas anteriores se obtiene la media por partida y es posible comparar el impacto porcentual con el valor total de la construcción.

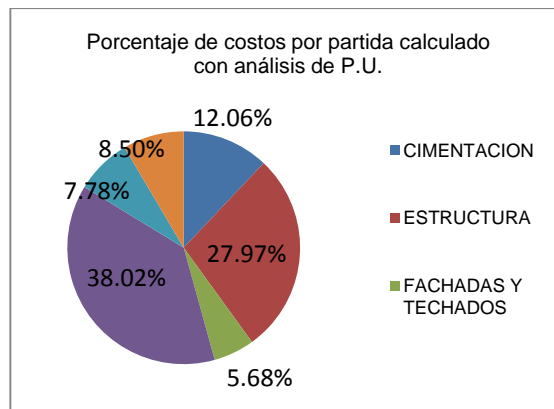


Figura 4.3. Gráfica de porcentajes de cada partida por el método de precios unitarios.

En la Fig. 4.3 se muestra los porcentajes de cada partida para el método de análisis de precios unitarios, mientras que en la Fig. 4.4 se muestra la correspondiente gráfica para los porcentajes estimados con paramétricos IMIC.

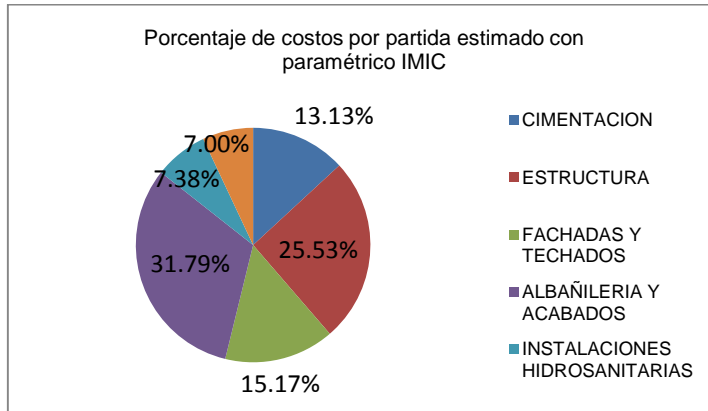


Figura 4.4. Gráfica de porcentajes estimados con paramétricos del IMIC de cada partida.

Al comparar los porcentajes de cada partida con respecto al total en los dos métodos, se puede apreciar que existe una diferencia mayor al 10%, en las partidas estructuras, fachadas y acabados, por lo que de manera particular se comparan los conceptos considerados en este rubro por cada método.

Las partidas de estructura en la presupuestación por análisis de precios unitarios consideran los siguientes conceptos: unidades de medición, volúmenes y precios para cada modelo de casa, como se muestra la Tabla 4.7.

MODELO			A	B	C	D	E	F	G
DESCRIPCION	UNI	P.U. [\$]	VOL	VOL	VOL	VOL	VOL	VOL	VOL
MURO DE BLOCK DE 12 X 20 X 40	m <sup>2</sup>	153.62	90.25	102.43	80.70	93.43	128.12	119.88	131.25
CASTILLO DE 12X12 cm CON ARMEX	mL	114.37	22.50	27.00	27.00	27.00	22.50	28.80	33.60
CASTILLO AHOGADO CONC. F' C=150	mL	33.37	36.00	13.50	28.80	24.00	29.70	19.20	21.60
CERRAMIENTO DE CONCRETO F' C=150	mL	107.39	13.70	13.58	13.40	16.10	16.90	15.80	19.70
ENRASE DE NIVELACION CON MORTERO	mL	45.88	37.70	49.64	49.50	48.55	59.45	37.70	65.70
LOSA DE VIGUETA 12-4 Y BOV. 15 CM	m <sup>2</sup>	363.68	55.70	58.35	60.67	61.29	66.83	68.80	83.63
TRABE T3 DE CONCRETO DE 15 X20 CM	mL	153.61	1.80	1.54	1.70	1.55	3.25	3.60	4.35
TOTAL PARTIDA ESTRUCTURA			\$41,373.26	\$44,466.92	\$42,481.88	\$44,726.09	\$52,592.63	\$51,351.15	\$60,938.91

Tabla 4.7. Conceptos, volúmenes y monto total que integran la partida de estructura en un presupuesto con análisis de precios unitarios para siete casas.

La partida de estructura en el método paramétrico del IMIC está integrada por los conceptos: unidades y volúmenes que se muestran en la Tabla 4.8, en donde también se incluyen los volúmenes considerados para la estimación de valor. El precio unitario de estructura incluye los factores de ajuste de interciudad y de costo indirecto.

MODELO			A	B	C	D	E	F	G
DESCRIPCION	UNI	P.U.	VOL	VOL	VOL	VOL	VOL	VOL	VOL
MURO DE BLOCK DE 10X20X40 cm CASTILLO AHOGADO. Dala de 15X15 cm. TRABE DE CONC. F'C=200 15X20 cm LOSA PLANA DE CONC. ARMADA	m <sup>2</sup>	\$1,317.9	55.7	58.35	60.67	61.29	66.83	72.56	83.63
TOTAL PARTIDA ESTRUCTURA			\$73,405.47	\$76,897.84	\$79,955.30	\$80,772.38	\$88,073.43	\$95,624.83	\$110,213.65

Tabla 4.8. Conceptos volúmenes y monto total que integran la partida de estructura en un presupuesto con análisis de precios unitarios para los siete modelos de construcción.

Se puede observar que el concepto que difiere entre ambos métodos es el de techado. Uno emplea vigueta 12-4 y bovedilla 15x25x56, con una capa de compresión con concreto  $f'c=200 \text{ kg/cm}^2$ , y en los paramétricos se considera una losa armada a base de concreto  $f'c=200 \text{ kg/cm}^2$  reforzada con 60 kg de acero por  $\text{m}^3$  y cimbrada con acabado aparente. Estos dos conceptos generan una diferencia en el método constructivo e impactan en sus costos. Al techar una vivienda con materiales prefabricados como la vigueta y bovedilla, los procesos de colocación son más rápidos, comparados con armar una losa armada, en el que la cantidad de concreto necesaria para colar una losa de este tipo con 10 cm de espesor, duplica la cantidad de concreto necesario, que a su vez también impacta el costo de la cimbra, ya que el volumen requerido en este caso es mucho mayor. El costo del acero, que no se considera en el sistema de vigueta y bovedilla, para el caso de la losa armada si impacta en su costo.

#### 4.4. Valores de Reposición Nuevo estimado con costos paramétricos propuestos por Varela

El otro software utilizado para calcular valores de reposición nuevo es “Costos por metro cuadrado de construcción”, desarrollado por la empresa Varela

Ingeniería de Costos. En éste se consideró el total de la superficie construida para cada casa, de acuerdo a los planos del Anexo A, y un costo indirecto del 20%. Los factores de ajuste para los modelos de la base de datos, se eligen de acuerdo a las opciones y descripción que el software tiene es su base de datos, como se muestra en la Tabla 4.9. Se puede observar en este caso que el factor interciudad para Mérida es mayor a la unidad.

Factor	Descripción	Valor
Factor por ciudad	Mérida	1.009
Factor por capacidad de suelo	Alta	0.996
Factores economía de escala	Estándar	1.00
Factores por silueta en planta	Estándar	1.00
Zona sísmica	Asísmica	0.97

Tabla 4.9. Factores propuestos por el Varela para el caso de estudio.

Un ejemplo de los valores que se obtuvieron para la casa modelo “A” con los costos paramétricos propuestos por Varela se encuentran desglosado en Anexo D y el resumen de costo por partidas y costo final por metro cuadrado de construcción de todos los modelos de casas se encuentra en la Tabla 4.10.

MODELO	A	B	C	D	E	F	G
METROS CUADRADOS DE CONSTRUCCION	55.70	58.35	60.67	61.29	66.83	72.56	83.63
CIMENTACION P.V.	42795.36	40595.25	46270.11	57214.10	48578.14	53801.87	68879.96
ESTRUCTURA P.V.	164348.03	189491.10	156772.49	171504.94	217114.38	203861.25	235316.07
FACHADAS Y TECHADOS P.V.	44886.13	48917.40	47806.84	50438.89	62216.91	54114.13	56562.81
ALBAÑILERIA Y ACABADOS P.V.	85062.50	92689.66	90745.18	92441.75	101202.32	96428.20	116964.10
INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS P.V.	53026.64	52905.52	53152.62	52931.83	52565.67	52689.57	52315.21
INSTALACION ELECTRICA P.V.	32821.42	37751.88	34015.74	33981.32	37222.25	35775.41	40903.79
TOTAL PRESUPUESTO	422940.08	462350.82	428762.97	458512.83	518899.67	496670.41	570941.93
COSTO POR M2 DE CONSTRUCCION	7593.18	7923.75	7067.13	7481.04	7764.47	6844.96	6827.00

Tabla 4.10. Estimado de valores de reposición nuevo por partida, por metro cuadrado de construcción y total, en pesos (M/N), para los siete modelos de casas calculados con paramétricos propuestos por Varela.

Los valores por metro de construcción estimados con este software no tienen un crecimiento constante con respecto al aumento de su metraje de construcción, como se observa en la Figura 4.5, que incluye un comparativo con el comportamiento del costo por metro cuadrado de las mismas casas, calculado con análisis de precios unitarios. Sin embargo, existe una relación

1:2.5 veces el costo de construcción calculado con análisis de precios unitarios comparado con los estimado propuesto por Varela.

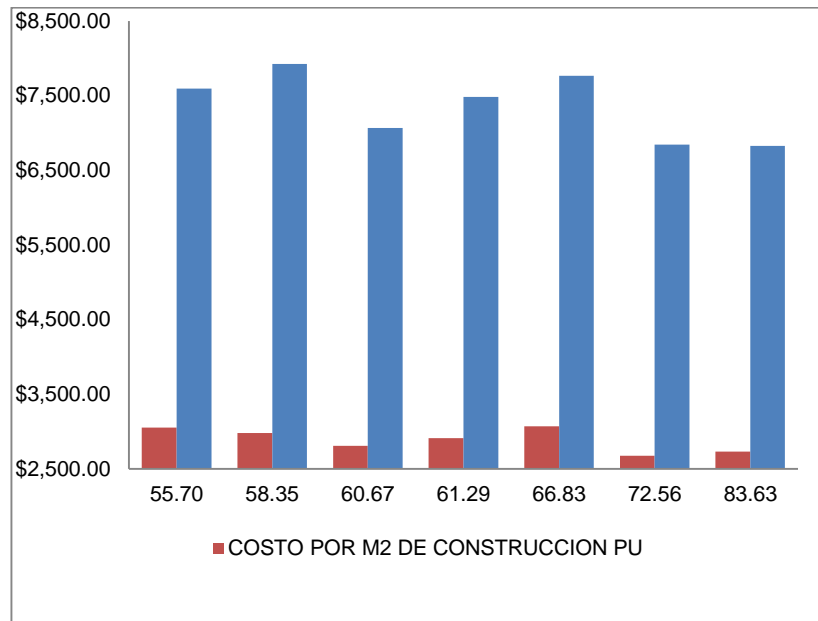


Figura 4.5. Comparativo de los costos por metro cuadrado de construcción obtenidos con un análisis de precios unitarios y de costos paramétricos, este último propuesto por Varela.

El factor de ajuste que se propone para este software se obtiene con una regresión lineal de la forma de la Ec. 4.1, en donde  $y$  es el valor de reposición nuevo real,  $a$ , que es la pendiente del modelo, tiene un valor de 0.40 y  $x$  es el valor de reposición nuevo estimado con costos paramétricos propuesto por Varela. Se considera que este modelo puede arrojar un margen de error  $\leq$  al 2%.

## **CAPÍTULO 5**

### **CASO PRÁCTICO DE ESTIMACIÓN DEL VALOR DE UNA CASA HABITACIÓN LOCALIZADA AL SUR DE LA CIUDAD DE MÉRIDA, YUCATÁN**

En este capítulo se describen los antecedentes para realizar el avalúo de una casa habitación tomando en cuenta sus características fundamentales como su ubicación, descripción y áreas de construcción. Para llevar a cabo el avalúo se realizó una investigación de campo y de gabinete, en donde se aplican los enfoques de mercado, valor físico y de rentas. El capítulo se finaliza con la exposición de los resultados obtenidos por cada uno de los enfoques. Para realizar el cálculo del Valor de Reposición Neto se utiliza la estimación con los paramétricos de IMIC y después se le aplica el factor de ajuste final propuesto en este trabajo de tesis.

#### **5.1. Características urbanas y del terreno de la zona de ubicación de la casa-habitación de estudio**

Se estimó el valor de una casa habitación localizada en la calle 20 No. 92 x 19 y 21, de la Colonia Chichen Itza, de la ciudad de Mérida. Ésta es una propiedad privada, no se encuentra en régimen de condómino y el propósito de del avalúo es conocer su valor comercial. Las características urbanas de la zona son las siguientes: se trata de una zona habitacional cuyas construcciones existentes son viviendas unifamiliares de una y dos plantas, con un índice de saturación del 90%, un uso de suelo con clasificación habitacional de alta densidad. Las vías de acceso e importancia son las Avenidas Fidel Velázquez al Norte y Quetzalcóatl al Sur; cuenta con vías primarias de enlace entre las colonias de la zona con importante afluencia vehicular. La contaminación existente es mínima y se origina por el tráfico vehicular. Los servicios públicos existentes son calles

con pavimento de asfalto, aceras y guarniciones de concreto, red de agua potable con suministro al predio mediante toma domiciliaria, línea telefónica, energía eléctrica en baja y alta tensión con red de distribución aérea soportada mediante postes de concreto, alumbrado público a base de luminarias de tipo mercurial apoyadas en postes de concreto y recolección de desechos sólidos. En referencia al equipamiento urbano, existe servicio de transporte colectivo a 50 m aproximadamente, cuenta con áreas verdes, iglesia, mercados y centros comerciales.

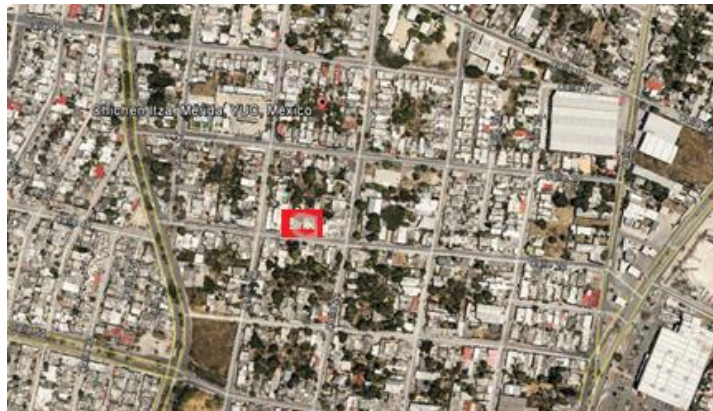


Figura 5.1. Localización de la zona de estudio de las casas-habitación.

En cuanto al terreno, éste es plano, de superficie regular, con una vista y con 375.90 m<sup>2</sup> de superficie y cuenta con las siguientes colindancias: al Norte con el predio no. 92 de la calle 20 y tablaje 10669, al Sur con el predio de la señora Carmen Pacheco, al Oeste con el tablaje 1491 y al Poniente con la calle 20. La densidad habitacional es de 30 viviendas/Ha, no tiene servidumbres ni restricciones, el C.O.S. es del 40% y el C.U.S. es 1.00. En la Figura 5.1 se presenta la localización geográfica (marcada en rojo) en la ciudad de Mérida de la zona de estudio.

## 5.2. Descripción general del inmueble

El uso actual del inmueble es una casa habitación que consta de sala, comedor, cocina, dos recámaras y un baño, distribuidos en una planta. Corresponde al tipo de construcción habitacional económica.

La edad aproximada de la construcción es de 25 años y se estima su vida probable de 60, por lo que cuenta con una vida útil remanente de 35 años, aproximadamente. El estado de conservación de la casa-habitación de estudio se considera regular con una calidad del proyecto funcional para su uso, considerando solo una unidad rentable.

### 5.2.1. Elementos constructivos empleados

A continuación se describen y enlistan los elementos de construcción que se observaron en el inmueble a valorar, o que se supusieron, de no ser perceptibles a la vista.

- a) Obra negra o gruesa
  - Cimentación: Se supone mampostería de piedra de 30 cm de espesor con dados de concreto armado y roca firme.
  - Estructura: Castillos armados y ahogados en block vibroprensado de 15x20x40 cm por lado.
  - Muros: Fabricados con block vibroprensado de 12x20x40cm por lado.
  - Techos: Losa de vigueta 12-4 y bovedilla de concreto 15x25x56 cm por lado, con una capa de compresión de concreto  $f'c=200$  kg/cm<sup>2</sup> de 5 cm de espesor y reforzado con malla electrosoldada.
  - Azoteas: De calcreto mortero cemento-cal-arena-grava.
  - Bardas: De piedra de la región (albarrada).
- b) Revestimientos y acabados interiores.
  - Acabados: A base de masilla directa sobre block y pasta acrílica.
  - Plafones: Con mortero cemento-cal-polvo a plomo y regla.
  - Lambrines: En pisos interiores.
  - Zoclos: De loseta cerámica.
  - Pintura: en plafones interiores y muros exteriores.
- c) Carpintería.

- Puertas: Prefabricadas de madera con marco de aluminio en recámaras y baño.
- d) Instalaciones hidráulicas y sanitarias.
- Instalación hidráulica: Ramaleo y salidas para abastecer tarja, lavadero y baño, a base de tubería de CPVC de 13 y 19 mm de diámetro; cuenta con un tinaco de 450 l.
  - Instalación sanitaria: Ramaleo y salidas para recoger las aguas negras de tarja, lavadero y baño, a base de tubería de PVC de 2 y 4 pulgadas de diámetro.
  - Muebles sanitarios: Inodoro ecológico de cerámica, una regadera y un lavabo de cerámica.
  - Muebles de cocina: Meseta de concreto armado recubierta con lambrin de cerámica de 25x40 cm.
- e) Instalaciones eléctricas.
- Completas y ocultas con poliducto de PVC y cable THW; contactos y apagadores de plástico.
- f) Cancelería.
- Ventanas a base de aluminio y cristal transparente, puertas exteriores de lámina.
- g) Cerrajería.
- Nacional sencilla y chapa de acero.
- h) Fachada.
- Sencilla, a base de muro de block y volado de concreto armado, con trazos rectos.
- i) Instalaciones especiales y obras complementarias.
- Barda al frente.

### 5.3. Consideraciones previas al avalúo

La estimación del valor comercial del inmueble se realizó mediante el análisis y ponderación del resultado, de los procedimientos de valuación, que a continuación se mencionan:

- Método físico: Se basa en el costo de reproducción o de reemplazo de un bien similar al analizado. Si el bien no es nuevo, su valor se afectará por los diversos factores aplicables, según sea el caso.
- Método de rentabilidad: Considera que su valor corresponde, al capitalizar la renta neta anual, real o susceptible de producir, a una tasa de capitalización determinada en base a las características del bien valuado (edad, vida remanente, estado de conservación, etc.).
- Método de mercado: Está basado en la comparación y homologación de ofertas de inmuebles similares al bien valuado; ya sea en la zona misma, en regiones similares o contrastantes.
- Valor comercial: Se define como el precio probable que tendría un bien a la fecha del avalúo por el cual un vendedor y un comprador estarían de acuerdo en celebrar una operación de compra-venta; ambos con pleno conocimiento del bien sin ninguna necesidad imperiosa o urgente.

Al efectuarse este avalúo se tomaron en consideración las operaciones realizadas en la zona a través de despachos notariales y de bienes raíces que guardan una relación de trabajo constante con la estudiante y presentadora del trabajo. Asimismo se realizó una investigación de mercado de inmuebles con características similares que se encuentren en venta o bien que su operación de compra-venta se haya realizado en fechas recientes. Esta investigación se presenta a continuación en la siguiente sección de la tesis.

## 5.4 Investigación de mercado

Como se mencionó en la sección anterior, para la realización del trabajo se llevó a cabo una investigación de mercado, cuyos resultados se presentan en las Tablas 5.1-5.3.

OFERTA DE TERRENOS EN VENTA						
REFERENCIA	UBICACIÓN	ÁREA [m <sup>2</sup> ]	VALOR TOTAL	VALOR UNITARIO	INFORMÓ	TELÉFONO
1-T	Col. Vergel IV.	270.00	\$ 140,000	\$ 518.52	LIC. RAFAEL.	927-55-10
2-T	Juan Pablo II	350.00	\$ 170,000	\$ 485.71	SRA. PATRICIA	943-15-15
3-T	Fracc. Jardines de Musay	164.00	\$ 70,000	\$ 426.83	SR. ALEJANDRO	91-43-90-32
4-T	Col. Nueva Chichen Itza	159.50	\$ 60,000	\$ 376.18	SR JULIAN	9 38 1566

Tabla 5.1. Resultados de la investigación de mercado para la oferta de terrenos en venta.

En la Tabla 5.2 se presentan los resultados correspondientes a oferta de inmuebles (construcciones) en renta.

OFERTA DE INMUEBLES (CONSTRUCCIONES) EN RENTA							
REFERENCIA	UBICACION	AREA T [m <sup>2</sup> ]	AREA C [m <sup>2</sup> ]	RENTA TOTAL	RENTA UNITARIA	INFORMÓ	TELÉFONO
1-R	Fracc. Jardines de Mulsay SA,COM,COC,2R EC,1B.	159	68	\$ 2,500.00	\$ 36.76	SRA. DIANA	97-49-61-61
2-R	Opichen SA,COM,COC,2R EC,1B.	160	62	\$ 1,800.00	\$ 29.03	SR. CENTENO	99-69-69-95
3-R	Xoclan SA,COM,COC,2R EC,1B.	158	75	\$ 1,500.00	\$ 20.00	SR. ENRIQUE	91-13-32-16
4-R	Nueva Chichen Itza SA,COM,COC,2R EC,1B.	160	62	\$ 1,200.00	\$ 19.35	SR. TORRES	981-49-00
5-R	Fracc. Mulsay SA,COM,COC,2R EC,1B.	159	65	\$ 1,000.00	\$ 15.38	SR. TORRES	981-44-98

Tabla 5.2. Resultados de la investigación de mercado para la oferta de inmuebles en renta.

Finalmente, en la Tabla 5.3 se presentan los resultados de la investigación de mercado correspondiente a la oferta de inmuebles (construcciones) en venta.

OFERTA DE INMUEBLES (CONSTRUCCIONES) EN VENTA							
REFERENCIA	UBICACION	AREA T [m <sup>2</sup> ]	AREA C [m <sup>2</sup> ]	VENTA TOTAL	VENTA UNITARIA	INFORMÓ	TELÉFONO
1-V	Col. Vergel IV SA,COM,COC, 2REC,1B.	160	115.5	\$ 398,000	\$ 3,445.89	SRA. KARINA	91-49-15-94
2-V	Jardines de Mulsay SA,COM,COC, 2REC,1B.	187	68.0	\$ 275,000	\$ 4,044.12	SR. BORGES	981-15-82
3-V	Vergel 65 SA,COM,COC, 2REC,1B.	160	67.7	\$ 390,000	\$ 5,761.56	SR. OMAR	986-23-46
4-V	Col Chhubu SA,COM,COC, 2REC,1B.	170	82.7	\$ 375,000	\$ 4,535.01	SR. CETINA	948-40-88
5-V	Fracc. Mulsay SA,COM,COC, 2REC,1B.	160	62.0	\$ 259,000	\$ 4,177.42	SR. CETINA	948-12-20

Tabla 5.3. Resultados de la investigación de mercado para la oferta de inmuebles en venta.

## 5.5. Aplicación del enfoque comparativo o de mercado

Al aplicar el enfoque comparativo o de mercado a los resultados de la investigación de mercado se obtienen los siguientes resultados.

- a) Homologación de terreno: en la siguiente tabla se presentan los resultados de la homologación del terreno

REFE RENCIA	VALOR UNITARIO	FACTORES APLICABLES					FACTOR RESULTANTE	VALOR HOMOLOGADO
		Zona	Ubic. Mza.	Superficie	Forma	Negociación		
1	\$ 518.52	0.85	1.00	1.05	1.00	0.95	0.998	\$ 517.00
2	\$ 485.71	0.85	1.00	1.05	1.00	0.95	0.998	\$ 485.00
3	\$ 426.83	0.85	1.00	1.05	1.00	0.95	0.848	\$ 362.00
4	\$ 376.18	1.00	1.00	1.05	1.00	0.95	0.998	\$ 375.00
VALOR RESULTANTE HOMOLOGADO								\$ 434.75
VENTA UNITARIA A APLICAR								\$ 440.00

Tabla 5.4. Homologación del terreno.

- b) Homologación construcciones: los resultados de la homologación de las construcciones se presentan en la Tabla 5.5. Es importante mencionar que en la citada Tabla se consideran la superficie construida, los acabados, el factor de negociación y en la última columna se presenta el resultado del valor homologado, que es precisamente el valor buscado en la investigación.

REFE RENCIA	VALOR UNITARIO	FACTORES APLICABLES					FACTOR RESULTANTE	VALOR HOMOLOGADO
		Zona	Sup.Const.	Acabados	Const. Adic.	Negociación		
1	\$ 3,445.89	0.85	1.00	1.00	1.00	0.95	0.808	\$ 2,783.00
2	\$ 4,044.12	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	0.950	\$ 3,842.00
3	\$ 5,761.56	0.85	1.00	1.00	1.00	0.95	0.808	\$ 4,652.00
4	\$ 4,535.01	0.85	1.00	1.00	1.00	0.95	0.808	\$ 3,662.00
5	\$ 4,177.42	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	0.950	\$ 3,969.00
VALOR RESULTANTE HOMOLOGADO								\$ 3,781.60
VENTA UNITARIA A APLICAR								\$ 3,780.00

Tabla 5.5. Homologación de construcciones.

En estas condiciones, se obtiene que el resultado de la aplicación del enfoque comparativo de mercado tiene un valor de:  $82.64 \text{ m}^2 \times \$ 3\,780.00 = \$ 312\,379.20$

## 5.6. Aplicación del valor físico o directo

Al aplicar el método del valor físico o directo se encuentran los resultados que se presentan en las siguientes tablas.

- a) Resultados para el valor del terreno: en la Tabla 5.6 se presentan los resultados del cálculo del valor del terreno.

FRACCION	AREA m <sup>2</sup>	VALOR UNITARIO	COEFICIENTE		VALOR	
			A APLICAR	MOTIVO	UNITARIO	TOTAL
1	375.90	\$ 440.00	1.00	Lote tipo 1	\$ 440.00	\$ 165,396.00

Tabla 5.6. Cálculo del valor del terreno.

Así, de acuerdo a las investigaciones de mercado en la zona de ubicación del predio en cuestión, el valor unitario de la tierra es de:  $\$440.00/\text{m}^2$ .

- b) Resultados para el valor de las construcciones: para obtener el VRN de las construcciones tipo 1, se elige usar el paramétrico Varela, el cual arroja un  $\text{VRN}/\text{m}^2 = \$7\,632.63$ . Esta estimación se encuentra desglosada en el Anexo D.
- c) De acuerdo al factor de ajuste propuesto en esta Tesis para el método paramétrico, se utiliza la Ec. (4.1) con un valor de  $a = 0.40$ , como se mencionó en la sección 4.4, y se refiere al Valor de Reposición Nuevo Real ( $\text{VRNR}$ ) para la ciudad de Mérida y  $x$  el estimado por los paramétrico de Varela. Sustituyendo los datos necesarios en la Ec. (4.1) se obtiene:

$$y = VRNR = (0.40)(\$7632.63) = \$3053.05 \quad (5.1)$$

La información correspondiente se presenta en la Tabla 5.7.

TIPO	AREA m <sup>2</sup>	VALOR DE REPOSICION NUEVO		DEMERITO	VALOR NETO DE REPOSICION	
		UNITARIO	TOTAL		UNITARIO	TOTAL
1	59.68	\$ 3,053.52	\$ 182,234.00	0.6493	\$ 1,070.87	\$ 63,909.00
2	22.96	\$ 1,200.00	\$ 27,552.00	0.6493	\$ 420.84	\$ 9,662.00
						\$ 73,571.00

Tabla 5.7. Cálculo del valor de las construcciones

d) Instalaciones especiales, obras complementarias y elementos accesorios: la casa habitación de estudio cuenta con 16.5 m de barda a base de muro de mampostería con piedra de la región, con un estado de conservación bueno y edad de 25 años. En la Tabla 5.8 se presenta la información correspondiente al cálculo del valor de estos rubros.

TIPO	Unidad Medición	VALOR DE REPOSICION NUEVO		DEMERITO %	VALOR NETO DE REPOSICION	
		UNITARIO	TOTAL		UNITARIO	TOTAL
Bardas:	16.15 ml.	\$700.00	\$ 11,305.00	0.7041	\$207.13	\$ 3,345
						\$ 3,345.00

Tabla 5.8. Cálculo del valor de Instalaciones especiales, obras complementarias y elementos accesorios.

En este caso, el resultado de la aplicación del enfoque de costos da un valor de \$242,312.00.

## 5.7. Aplicación del enfoque de ingresos

La aplicación del enfoque de ingresos genera comparables de inmuebles en rentas semejantes en uso al que se valúa. En la Tabla 5.9 presentan los resultados de la homologación de rentas de construcciones.

REFE RENCIA	VALOR UNITARIO	FACTORES APLICABLES					FACTOR RESULTANTE	VALOR HOMOLOGADO
		Zona	Sup.Const.	Acabados	Const. Adic.	Negociación		
1	\$ 36.76	1.00	0.80	1.00	1.00	0.95	0.760	\$ 28.00
2	\$ 29.03	0.85	0.80	1.00	1.00	0.95	0.646	\$ 19.00
3	\$ 20.00	1.00	0.80	1.00	1.00	0.95	0.760	\$ 15.00
4	\$ 19.35	1.00	0.80	1.00	1.00	0.95	0.760	\$ 15.00
5	\$ 15.38	1.00	0.80	1.00	1.00	0.95	0.760	\$ 12.00
VALOR RESULTANTE HOMOLOGADO								\$ 19.25
RENTA UNITARIA A APLICAR								\$ 19.00

Tabla 5.9. Homologación de rentas de construcciones.

Por lo tanto, el valor de renta homologado para el siguiente avalúo es de \$19/m<sup>2</sup>.

Adicionalmente se presentan los resultados del cálculo de capitalización de rentas en la Tabla 5.10.

TIPO	USO del Área	Área (m <sup>2</sup> )	RUM	Renta Mensual
1	Área habitable	59.68	\$19.00	\$ 1,133.92
2	Cochera	22.96	\$19.00	\$ 436.24
TOTAL		59.68		\$ 1,570.16
RENTA MENSUAL POTENCIAL Y REDONDEADA				\$ 1,500.00
RENTA ANUAL POTENCIAL				\$ 18,000.00
VACÍOS			2.00%	\$ 360.00
RENTA ANUAL EFECTIVA ( RENTA POTENCIAL MENOS VACÍOS)				\$ 17,640.00
ADMINISTRACIÓN ( SOBRE RENTA ANUAL EFECTIVA)			5.00%	\$ 882.00
CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO (SOBRE RENTA ANUAL EFECTIVA)			7.00%	\$ 1,234.00
PREDIAL (SOBRE RENTA ANUAL EFECTIVA)			1.00%	\$ 176.40
SEGURO ( SOBRE VALOR CONSTRUCCIÓN)				
SUMA DEDUCCIONES FISCALES				\$ 2,293.00
DEDUCCIÓN OPCIONAL (SOBRE RENTA ANUAL EFECTIVA)			35.00%	\$ 6,174.00
DEDUCCIÓN MAYOR				\$ 6,174.00
BASE GRAVABLE				\$ 11,466.00
IMPUESTO SOBRE LA RENTA			30.00%	\$ 3,439.80
PARTICIPACIÓN TRABAJADORES EN UTILIDADES				\$ -
SUMA DEDUCCIONES ( PTU, ISR, SEGURO, PREDIAL, MANT Y ADMÓN.)			31.82%	\$ 5,733.00
INGRESO NETO ANUAL (RENTA ANUAL EFECTIVA MENOS DEDUCCIONES)				\$ 11,907.00

Tabla 5.10. Cálculo de capitalización de rentas.

Finalmente, en la Tabla 5.11 se presentan los resultados del cálculo de la tasa de capitalización.

TASA DE CAPITALIZACIÓN			
La tasa de capitalización resulta de sumar la tasa real, la tasa de riesgo y la tasa de recuperación			
La tasa de real se obtiene de los instrumentos a un año	0.56%	Tasa Real = (( TE - TI)/( 1 + TI / 100))	
La tasa de de riesgo	2.00%		
La tasa de recuperación	VUR = 35	2.86%	Cetes últimos 6 años 4.78%
TASA DE CAPITALIZACIÓN, ENFOQUE FINANCIERO			
	5.42%	Inflacion (Inegi)	4.19%

Tabla 5.11. Cálculo de tasa de capitalización

Con los resultados obtenidos en la Tabla 5.10 y 5.11, se divide la renta anual efectiva menos deducciones entre la tasa de capitalización, dando como resultado un valor por enfoque de mercado de \$219.677.13.

## 5.8. Resultados de los métodos aplicados

En términos generales y a manera de resumen final de la información mostrada en las tablas del presente capítulo, se tienen los siguientes resultados para el valor de la vivienda de interés que se pretende estimar, por los diferentes métodos:

- Método de mercado \$312,379.20.
- Método físico o directo \$242,312.00.
- Método de capitalización de rentas \$219.677.13.

De acuerdo con estos resultados se puede mencionar a manera de conclusión lo siguiente: el valor comercial estimado para el inmueble del presente avalúo es: \$ 312,379.20 (trescientos doce mil trescientos setenta y nueve pesos 20/100 M.N.), con lo cual se logra el objetivo propuesto al inicio del presente trabajo de investigación.

## Conclusiones y recomendaciones

1. Se distingue que valor, precio y costo tienen diferente significado y sus términos diferentes interacciones durante un proceso de compra-venta. Se establece que una construcción nueva tiene su valor máximo recién terminada.
2. Los valuadores necesitan un método práctico para estimar los Valores de Reposición Nuevos y no tienen forma de cerciorarse de si su método de cálculo es exacto, a menos que lo realicen con un análisis de precios unitarios, el cual es tan específico que minimiza el margen de error. El análisis del costo es específico y aproximado, dependiendo del método con que se estimen, por lo que la precisión de estos afectará a la estimación del Valor de Reposición Nuevo que posteriormente se aplicará en el enfoque físico de un avalúo.
3. Existen muchos factores que afectan a los costos de construcción, por lo que es complejo la integración y análisis de estos, sin embargo podemos tomar como referencia los costos de publicaciones de paramétricos actualizadas y ajustarlos de acuerdo al proyecto a valorar. En específico en la ciudad de Mérida los costos de construcción comparados con los de la capital son menores debido a las cualidades del suelo en esta región. El suelo en la zona tiene una elevada capacidad de carga y de éste también se obtienen los materiales agregados que se utilizan para la mayor parte del proceso constructivo.
4. El software IMIC propone un factor de ajuste interciudad menor a la unidad y el Software M2 de Ingeniería de Costos Varela propone uno mayor a la unidad. El factor interciudad se obtiene del cociente del Valor de Reposición Nuevo de un inmueble en la ciudad donde se estima el proyecto y el Valor de Reposición Nuevo del mismo inmueble en la ciudad de México, por lo que se concluye que este debería de ser menor a la unidad.

5. Sociedad Hipotecaria Federal reporta en sus datos estadísticos el registro de 4046 avalúos de casa habitación con superficie menor o igual a 100 m<sup>2</sup>, con un valor promedio por metro cuadrado que fluctúa desde \$3117.00 hasta \$4204.00. Los costos por metro cuadrado estimados por análisis de precios unitarios para siete viviendas con las mismas características arrojan valores entre los \$2,731.49 y \$3,070.67 y tienen una variación de \$2889.75 con respecto a la media, que es menor al 10 %. Los Valores de Reposición Nuevos calculados con los paramétricos propuestos por el IMIC para las mismas viviendas, arrojaron valores entre \$4601.78 y \$4783.23 por metro cuadrado de construcción, con una variación, con respecto a la media, menor al 2.4 %. Comparando los Valores de Reposición Nuevos obtenidos con este paramétrico con respecto a los reales calculados con análisis de precios unitarios para cada vivienda, se calcula una variación del 56 al 74 %, lo cual es mayor a lo que en teoría se predice. Para este método se propone una relación lineal correctiva con un factor de 0.625, el cual se multiplicará por el Valor estimado por paramétricos del IMIC y el producto será un Valor de Reposición Nuevo con un margen de error menor al 2 %.
6. Los Valores de Reposición Nuevos calculados con los paramétricos propuestos por el software M2 para las mismas viviendas arrojaron valores entre \$7923.18 y \$6844.96 por metro cuadrado de construcción, con una variación, con respecto a la media, menor al 8 %. Comparando los Valores de Reposición Nuevos obtenidos con este paramétrico con respecto a los reales calculados con análisis de precios unitarios para cada vivienda, se calcula una variación del 248 % al 266 %, lo cual es mucho mayor a lo teórico y confirma que el factor interciudad para la ciudad de Mérida propuesto por este paramétrico debe ser menor a la unidad. Para este método se propone una relación lineal correctiva con un factor de 0.40, el cual se multiplicará por el Valor estimado por paramétricos del IMIC y el producto será un Valor de Reposición Nuevo con un margen de error menor al 2%.

Finalmente, como recomendaciones para trabajos posteriores para el valuador se sugiere comparar las publicaciones de paramétricos con costos reales en la región donde sean aplicados, para saber si estas tienen variación con la realidad y si son confiables. En México no existe reglamentación ni lineamientos para los valores publicados por dichos métodos.

Existen diferentes publicaciones y softwares de paramétricos; los cuales por default proponen factores que ajustan los modelos originales a las características que el usuario requiera para hacer similar el modelo a su proyecto. A estos factores, el valuador puede agregarle otros más que considere convenientes, con la finalidad de precisar su estimación de valor, como los propuestos en la presente Tesis. El valuador deberá utilizar su experiencia y criterios para reconocer cuando estos valores están fuera de la realidad, para así descartarlos o ajustarlos.

Se sugiere descartar un factor de interciudad para construcción de casas habitación en la ciudad de Mérida mayor a la unidad y proponer uno menor a la unidad para ajustar los modelos propuestos por un paramétrico desarrollado con bases de datos de la ciudad de México.

## Bibliografía

- 1.- Instituto de Catastro del Estado de Puebla (ICEP), “Manual de valuación comercial para el estado de Puebla”. Disponible en la página: [www.ircep.gob.mx/pdf/manual\\_valuacion\\_comercial\\_marco\\_de\\_referencia.pdf](http://www.ircep.gob.mx/pdf/manual_valuacion_comercial_marco_de_referencia.pdf).
  
- 2.- Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT) “Glosario de términos del Instituto de Administración y Avalúos de Bienes Nacionales”. Disponible en: <http://www.sct.gob.mx/obrapublica/MarcoNormativo/3/3-2/3-2-14.pdf>.
  
- 3.- Sociedad Hipotecaria Federal (SHF), “Reglas de Carácter General que establecen la Metodología para la Valuación de Inmuebles Objeto de Créditos Garantizados a la Vivienda”. Disponible en la página: [www.shf.gob.mx/sobreshf/informacionfinanciera/infopin2007/Documents/Reglas\\_ValuadoresModif3.pdf](http://www.shf.gob.mx/sobreshf/informacionfinanciera/infopin2007/Documents/Reglas_ValuadoresModif3.pdf).
  
- 4.- Maldonado J.C.E. (2008) “Análisis de métodos para la obtención del valor neto de reposición de bienes inmuebles”, Tesis de maestría, Instituto Tecnológico de la construcción, A. C., 2008. Disponible en la página: [http://infonavit.janium.net/janium/TESIS/Maestria/Maldonado\\_Mercado\\_Julio\\_Cesar\\_Enrique\\_44813.pdf](http://infonavit.janium.net/janium/TESIS/Maestria/Maldonado_Mercado_Julio_Cesar_Enrique_44813.pdf).
  
- 5.- Hermosillo, A.G. “Estudio descriptivo de los métodos utilizados en la valuación inmobiliaria para la determinación de los factores de homologación en las investigaciones de mercado”, Tesis maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León, 2007. Obtenido el 2 de marzo desde la página: [http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1020145680/1020145680\\_01.pdf](http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1020145680/1020145680_01.pdf).
  
- 6.- Suárez, C. “Costo y tiempo en edificación”, México: Limusa.

7.- Castillo, G. "Apuntes de Ingeniería de Costos", Buap. Disponible en: <http://www.guso.com.mx/gcr/buap/2012otono/APUNTES%20INGENIERIA%20DE%20COSTOS.pdf>.

8.- Varela A. L. "Ingeniería de Costos, Teoría y Práctica en Construcción. México. Obtenido el 18 de Marzo de 2014 desde la página: <http://varela.com.mx/arch/CostosDeConstruccionParaArquitectosElIngenieros.pdf>.

9.- IMIC. Instituto Mexicano de Ingeniería de Costos. En línea. Obtenido el 19 de marzo de 2014 desde: <https://www.imic.com.mx/> y Varela Ingeniería de Costos, software M2.

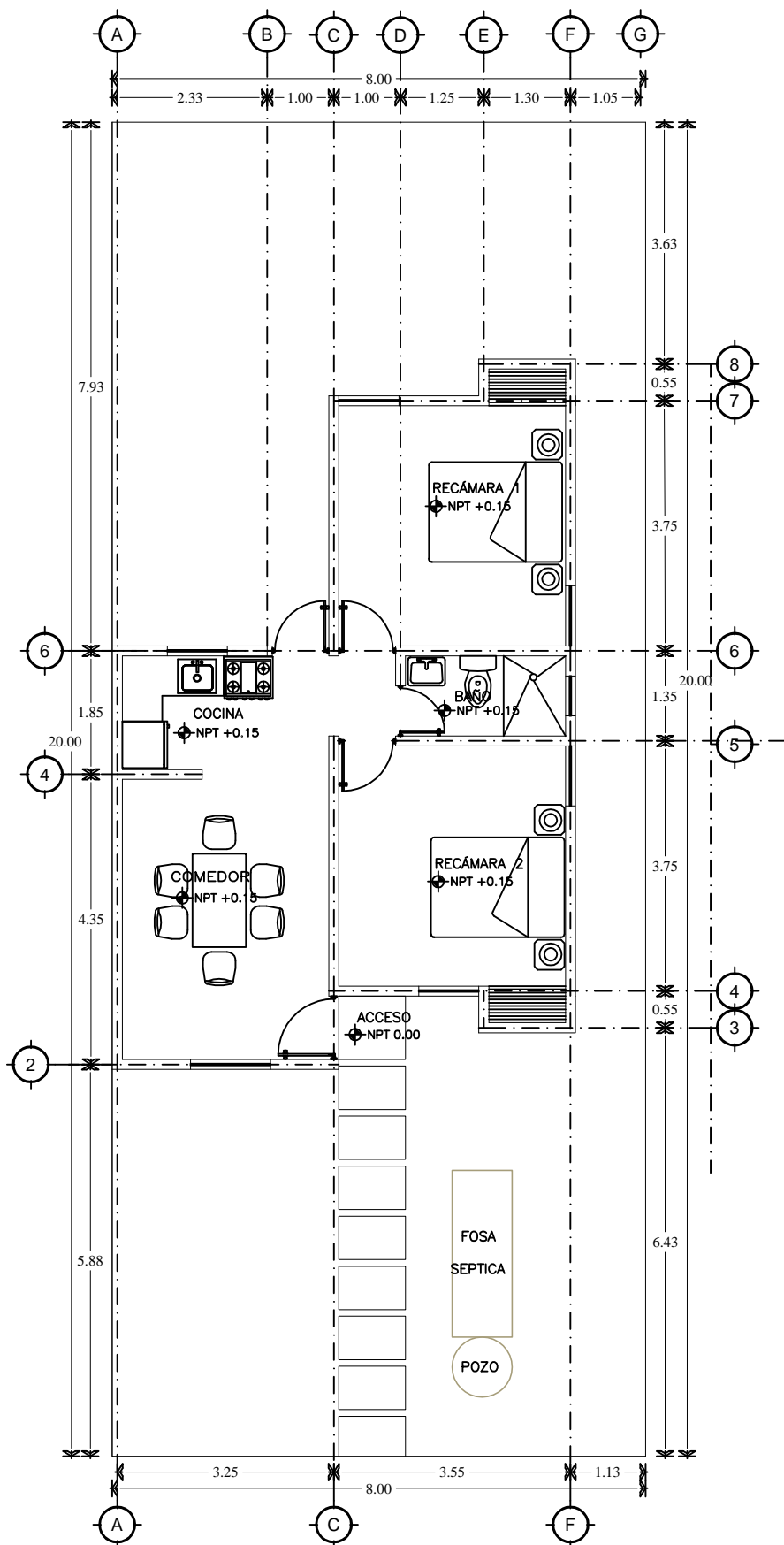
10.- Varela A.L. "Costo por Metro Cuadrado de Construcción", Vol. 1, 3a. edición, Intercost, México, 2005.

11.- Servicio Sismológico Nacional (SSN). Regiones Sísmicas en México. Disponible [http://www2.ssn.unam.mx:8080/website/jsp/region\\_sismica\\_mx.jsp](http://www2.ssn.unam.mx:8080/website/jsp/region_sismica_mx.jsp).

12.- Contraloría General del Distrito Federal (CGDF) "Manual de Procedimientos y Lineamientos Técnicos de Valuación Inmobiliaria, así como de Autorización y Registro de personas para practicar avalúos", [Online]. Disponible en: <http://cgservicios.df.gob.mx/prontuario/vigente/999.htm>.

13.- Puc Sánchez, E. y Pech Pérez, J. "Método de estimación paramétrica de costos de construcción de vivienda de interés social". [Online]. Disponible en: [www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen12/metodo\\_de\\_estimacion.pdf](http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen12/metodo_de_estimacion.pdf)

## ANEXO A



## ANEXO B

OLGA LILIA BRICEÑO IRIBE  
CALLE 31 NO. 183 X 16 Y 18 COLONIA MEXICO ORIENTE

R.F.C. BII0810410LX9

FECHA : 01/11/2014

PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN

HOJA : 11

CASA-HABITACION 55.70 M2  
MODELO A  
UBICADA EN MERIDA YUCATAN

NUM	CLAVE	DESCRIPCION	FTE UNID	CANTIDAD	P. UNITARIO	IMPORTE
-----	-------	-------------	----------	----------	-------------	---------

RESUMEN POR PARTIDAS

A01		TRABAJOS PRELIMINARES				\$ 1,628.44
A02		CIMENTACION				\$ 24,344.94
A03		MUROS, CADENAS Y CASTILLO				\$ 20,839.78
A04		LOSAS Y AZOTEA				\$ 32,319.16
A05		ACABADOS EXTERIORES EN MUROS				\$ 10,182.09
A06		ACABADOS INTERIORES DE PLAFON				\$ 4,898.62
A07		ACABADOS INTERIORES EN MUROS				\$ 5,191.54
A08		ACABADOS INTERIORES				\$ 12,308.15
A09		OBRA EXTERIOR				\$ 6,517.47
A10		PINTURA				\$ 9,813.65
A11		CANCELERIA				\$ 17,107.64
A13		INSTALACION SANITARIA				\$ 5,418.17
A14		INSTALACION HIDRAULICA				\$ 8,332.84
A15		INSTALACION ELECTRICA				\$ 11,182.10
<b>TOTAL</b>						<b>\$ 170,084.59</b>

(Son: CIENTO SETENTA MIL OCHENTA Y CUATRO PESOS 59/100 M.N.)

## ANEXO C



BII0810410LX9

Proyecto: CASA HABITACION MODELO A 55.70 M2

Propietario: BUAP

Fecha: 21-10-2014

## DATOS GENERALES DEL PROYECTO

Fecha:	21-10-2014
Proyecto:	CASA HABITACION MODELO A 55.70 M2
Ubicación:	FRACCIONAMIENTO BICENTENARIO, MERIDA
Niveles:	1.00
Altura de Entrepiso:	2.4m



## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

- CIMENTACION DE LOSA DE CONCRETO ARMADO DE 10 CM ESPESOR.
- ESTRUCTURA DE MURO DE BLOCK DE CONCRETO DE 10 X 20 X 40 CM CON DALAS Y CASTILLOS AHOGADOS.
- LOSA PLANA DE CONCRETO DE CONCRETO ARMADO DE 10 CM DE ESPESOR.
- CANCELERIA DE FIERRO TUBULAR CON VIDRIO DE 3 MM.
- PISO DE MOSAICO Y APLANADOS INTERIORES DE YESO CON PINTURA VINILICA.
- ACABADOS DE BAJA CALIDAD.

## COSTOS Y VALORES

Concepto	% del CD	Importe
Costo Directo	100.00	\$223,860.09
Costos Indirectos y Utilidad del Constructor	20.00	\$44,772.02
Costos de Planos y Proyectos	0.00	\$0.00
Costos de Licencias y Permisos de Construcción	0.00	\$0.00
<b>Valor de Reposición Nuevo</b>	<b>120.00</b>	<b>\$268,632.10</b>

## FACTORES DE AJUSTE

Factor	Descripción	Valor	Valor del Proyecto
	<b>Valor de Reposición Nuevo</b>		<b>268,632.10</b>
Factores por Ciudad	Mérida	0.99	265,945.78
Factores por Edad de la Edificación	0 año	1.00	265,945.78
Factores por Estado de Conservación	BUENO	1.00	265,945.78
Factores por Calidad de Construcción	El Proyecto cumple con los estándares o características del Modelo sele	1.00	265,945.78
Factores por Uso de Suelo	PERMITIDO	1.00	265,945.78
Factores por Calidad de Proyecto	ADECUADO	1.00	265,945.78
	<b>Valor Total del Proyecto</b>		<b>265,945.78</b>

## ANEXO D

INMUEBLE PROYECTO

CASA HABITACION MODELO A DE 55.70 M2

Colonia                   FRACCCIONAMIENTO BICENTENARIO  
 Ciudad                   Mérida, Yucatan C.P.  
 Propietario               BUAP

Importe estimado por partida

Partida	%	\$/m <sup>2</sup>	Importe
CIMENTACION	7.94	602.85	33,578.47
ESTRUCTURA	30.49	2,315.12	128,952.20
FACHADAS Y TECHADOS / CUBIERTA EXTERIOR	8.33	632.30	35,218.95
ALBAÑILERIA Y ACABADOS	15.78	1,198.25	66,742.49
INSTALACION HIDROSANITARIA	9.84	746.97	41,606.23
INSTALACION ELECTRICA	6.09	462.35	25,752.63
CONDICIONES GENERALES	21.54	1,635.35	91,089.20
<b>Total:</b>		<b>7,593.18</b>	<b>422,940.18</b>

NOTA: Estos precios incluyen indirectos y utilidad de contratistas y un estimado de costos de proyecto y licencias, los cuales pueden variar.  
 No incluye Factores de afectación de Costo.

