



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES**

**CENTRO DE CIENCIAS DEL DISEÑO Y LA CONSTRUCCIÓN
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN Y ESTRUCTURAS**

TESIS

**FACTORES DE PONDERACIÓN DE COMPARABLES DE MERCADO,
EMPLEADOS PARA LA VALUACIÓN DE BIENES INMUEBLES MEDIANTE EL
PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO.**

PRESENTA

Ing. Jorge Luna Alvarado

PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRÍA EN VALUACIÓN

TUTOR

M. en Val. Arq. Luis Manuel Hernández de Lira

Aguascalientes, Ags., 30 de Octubre de 2014

DR. en ING. MARIO EDUARDO ZERMEÑO DE LEON
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS DEL DISEÑO Y LA CONSTRUCCION
P R E S E N T E.

Por medio del presente, como Asesor designado del Sustentante: **JORGE LUNA ALVARADO** con ID **159914**, quien realizó la tesis titulada: **FACTORES DE PONDERACIÓN DE COMPARABLES DE MERCADO, EMPLEADOS PARA LA VALUACIÓN DE BIENES INMUEBLES MEDIANTE EL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO**. Y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia, me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que pueda imprimirla, así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención de grado.

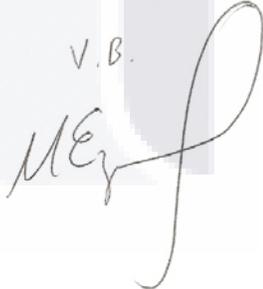
Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"SE LUMEN PROFERRE"

Aguascalientes, Ags., a 30 de Octubre de 2014


M. en Val. Arq. Luis Manuel Hernández de Lira
ASESOR DE TESIS

V.B.



c.c.p.- M en Ing. José Luis López López. - **Secretario de Investigación y Posgrado**
c.c.p.- M. en Val. Cecilia Yolanda Vega Ponce. - **Coordinadora de Maestría en Valuación**
c.c.p.- M. en Val. Arq. Luis Manuel Hernández de Lira. - **Asesor**
c.c.p.- Ing. Jorge Luna Alvarado.- **Egresado de la Maestría en Valuación**



UNIVERSIDAD AUTONOMA
DE AGUASCALIENTES

CENTRO DE CIENCIAS DEL DISEÑO
Y DE LA CONSTRUCCION

OFICIO No. CCDC-D-305-2014
ASUNTO: CONCLUSION DE TESIS.

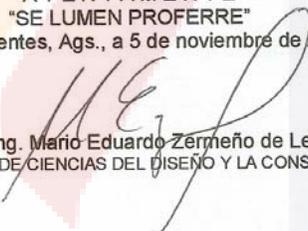
DRA. GUADALUPE RUIZ CUELLAR
DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION Y POSGRADO
P R E S E N T E.

Por medio de este conducto informo que el documento final de Tesis titulado: **FACTORES DE PONDERACION DE COMPARABLES DE MERCADO, EMPLEADOS PARA LA VALUACION DE BIENES INMUEBLES MEDIANTE EL PROCESO ANALITICO JERARQUICO.** Presentado por el Sustentante: **ING. JORGE LUNA ALVARADO** con ID **159914** egresado de la **MAESTRIA EN VALUACION**, cumple las normas y lineamientos establecidos institucionalmente. Cabe mencionar que el autor cuenta con el voto aprobatorio correspondiente.

Para efecto de los trámites que la interesada convengan se extiende el presente, retirándole las consideraciones que el caso amerite.

ATENTAMENTE
"SE LUMEN PROFERRE"

Aguascalientes, Ags., a 5 de noviembre de 2014


Dr. en Ing. Mario Eduardo Zermeno de León
DECANO DEL C. DE CIENCIAS DEL DISEÑO Y LA CONSTRUCCION

c.c.p.- M. en Ing. José Luis López López – Secretario de Investigación y Posgrado del CCD y C.
c.c. p.- M. en Val. Cecilia Yolanda Vega Ponce.- Coordinadora de la Maestría en Valuación.
c.c. p.- M. en Val. Luis Manuel Hernández de Lira.- Asesor.
c.c.p.- Ing. Jorge Luna Alvarado.- Egresado de Maestría en Valuación.
c.c.p.- Expediente del Alumno.

MEZL/ibm

Agradecimientos

A lo largo de mi formación profesional y laboral, he logrado reconocer a todas aquellas personas que influyeron significativamente en la elección del camino para alcanzar mis metas, a quienes quisiera transmitir mi agradecimiento por permitirme acumular conocimientos para compartirlos, en especial en este trabajo de Tesis Profesional para mi titulación en la Maestría en Valuación.

A **mis maestros**, por su voluntad y preparación para mi formación profesional;

A los catedráticos **M. en Val. Luis Manuel Hernández de Lira, Dra. Evangelina Tapia Tovar** y **M. en Val. Oscar Gutiérrez Navarro** por su amistad y asesoría para la realización de este trabajo;

Al **M. en V. Arq. Cecilia Y. Vega Ponce**, por su interés e intervención para el logro de este objetivo;

A las personas que profesionalmente me han influenciado con su profesionalismo y apoyo, en especial al **C.P. Carlos Rubalcava Arellano** y mis **compañeros de generación**.

Dedicatorias

Son tantas las personas a las que debería dedicar esta Tesis, que en este espacio solo podré mostrar mi gratitud a algunas de ellas. La ayuda de **Dios** queda reconocida a lo largo de toda mi vida. Enseguida están las personas que tanto influyeron en ella, lo que me permitió ver más allá de lo que contemplaban mis ojos.

A mi esposa **Guillermina** la compañera de mi vida, cuyas palabras de aliento tanto tiempo esperaron ser escuchadas;

A mis hijos **Guillermina Alejandra, Lisa Marcela y Jorge Emiliano**, que con su alegría y comprensión permitieron que mi corazón viera rectamente;

A mi madre **María Guadalupe**, en gratitud a su esfuerzo, preocupación y apoyo incondicional;

A la memoria de mi padre **Jorge (+)**, porque desde donde está me orienta en mi camino;

A mis hermanos **Martha Guadalupe, Carlos y Gustavo**, por compartir mis anhelos;

A la memoria de mis tías **Teodora (+) e Isaura (+)** por su formación moral;

A la memoria de mi tío **Guillermo (+)** por su ejemplo en mi formación profesional.

A todos mis familiares y amigos, en especial a **José Luis y Abel** por permitirme ser su compañero y amigo.

Índice general

	Índice general	1
	Índice de tablas	5
	Índice de figuras	7
	Acrónimos	9
	Resumen	11
	Abstract	13
	Introducción	15
Capítulo 1	La ponderación de comparables en el proceso de estimación de valor de inmuebles	17
1.1	La ponderación de los comparables	18
Capítulo 2	La valoración de mercado	21
2.1.	Teoría del valor	21
2.2.	La valuación y sus antecedentes	24
2.2.1	Inicios de la valuación en México	24
2.2.2.	Concepto de valuación	27
2.2.3.	Principios de la valuación	29
Capítulo 3	La valuación de inmuebles por el enfoque de mercado	33
3.1.	El sujeto y la selección de los comparables de mercado	37
3.1.1.	Características del sujeto	37
3.1.2.	Investigación del mercado de inmuebles	42
3.2.	El enfoque de mercado (Comparativo)	45
3.2.1.	Determinación de comparables de mercado de inmuebles en venta	48
3.2.2.	Ponderación de comparables de inmuebles en venta	49
Capítulo 4	Teoría de la decisión multicriterio aplicada a la valuación	55
4.1.	Modelos multicriterio.	57

4.2..	Generalidades del modelo: Proceso Analítico Jerárquico (PAJ) aplicado a la valuación de inmuebles.	59
Capítulo 5	Presentación del Modelo Sistematizado	65
5.1.	Procedimiento para el ingreso de información y pasos a seguir al interno de la hoja electrónica de cálculo, Excel	68
5.1.1.	Módulo de captura de datos del modelo	69
5.1.2.	Resumen de resultados del modelo	75
Capítulo 6	Calibración de resultados a través de la comparación de valores concluidos mediante el método convencional de ponderación y el PAJ Luna 14	79
Capítulo 7	Procedimiento realizado para la conformación del modelo propuesto	85
7.1.1.	Determinación del vector propio de criterios en función de cada criterio	85
7.1.2.	Obtención de la matriz normalizada de comparación pareada de criterios en función de cada criterio	92
7.1.3.	Determinación del ratio de consistencia de la matriz de comparación pareada de criterios	93
7.1.4.	Vector propio de criterios	97
7.1.5.	Determinación del vector propio de comparables en función de cada criterio considerando las variables cualitativas	101
7.1.6.	Obtención de la matriz normalizada de comparación pareada de comparables en función de cada criterio	106
7.1.7.	Determinación del ratio de consistencia de la matriz de comparación pareada de comparables en función de cada criterio	107
7.1.8	Vector propio de los comparables en función del criterio	111
7.1.9.	Determinación del vector propio de comparables en función de cada criterio considerando las variables cuantitativas	115
7.2.	Integración de los resultados para la obtención del vector de factores globales	119
7.3.	Ponderación de comparables de inmuebles en venta aplicando el Proceso Analítico Jerárquico, PAJ	123

Conclusiones	125
Bibliografía	129
Anexos	131



Índice de tablas

Número	Descripción	Página
1	Comparación crítica de las teorías del valor	21
2	Esquema de datos de homologación de mercado	50
3	Ejemplo de homologación de mercado	52
4	Esquema de datos de homologación de mercado con 3 comparables	53
5	Esquema de matriz de decisiones	60
6	Escala fundamental de comparación de pares (Saaty 1980)	61
7	Pasos y procedimientos requeridos para aplicar el Proceso Analítico Jerárquico	65
8	Formato del módulo de captura del Proceso Analítico Jerárquico	70
9	Determinación del orden previo y comparación pareada de criterios en función de cada criterio	71
10	Determinación de variables cuantitativas y cualitativas	72
11	Transformación de los criterios cuantitativos indirectos a directos	73
12	Determinación del orden previo y comparación pareada de comparables en función de cada criterio cualitativo	74
13	Resumen de valores obtenidos por el método Proceso Analítico Jerárquico	76
14	Información básica del sujeto analizado	80
15	Información de los datos de los comparables investigados de mercado	80
16	Formato de homologación de comparables con factores de ponderación iguales	81
17	Formato de homologación de comparables con factores de ponderación determinados de manera aleatoria A	81
18	Formato de homologación de comparables con factores de ponderación determinados de manera aleatoria B	82
19	Formato de homologación de comparables con factores de ponderación obtenidos con el Proceso Analítico Jerárquico	83
20	Orden previo de criterios	85
21	Matriz de ponderación pareada de criterios en función de cada criterio	87
22	Número de niveles de diferencia en comparación de pares	88
23	Valor de la Escala Fundamental de Saaty en función del número de niveles de diferencia en comparación de pares	88
24	Determinación de la matriz triangular superior de comparación pareada de criterios en función de cada criterio	89
25	Determinación de la matriz triangular inferior de comparación pareada de criterios en función de cada criterio	91
26	Matriz de comparación pareada de comparación de criterios en función de cada criterio (completa)	92
27	Matriz de comparación pareada normalizada de criterios	93
28	Cálculo del vector total	94

29	Cálculo del cociente del vector total entre el vector promedio	94
30	Valores de consistencia aleatoria (Thomas Saaty)	96
31	Porcentajes máximos de ratio de consistencia	97
32	Cálculo de la primera estimación del vector propio de criterios	98
33	Cálculo de la segunda estimación del vector propio de criterios	99
34	Comparación de estimación del vector propio de criterios	100
35	Vector propio de criterios en función de cada criterio	100
36	Orden previo de los comparables en función del criterio Estado de conservación	101
37	Matriz de ponderación pareada de comparables en función del criterio Estado de conservación	102
38	Determinación de la matriz triangular superior de comparación pareada de comparables en función del criterio Estado de conservación	104
39	Determinación de la matriz triangular inferior de comparación pareada de comparables en función del criterio Estado de conservación	105
40	Matriz de comparación pareada de comparables en función del criterio Estado de conservación (completa)	106
41	Matriz de comparación pareada normalizada de comparables en función del criterio Estado de conservación	107
42	Cálculo del vector total de comparables en función del criterio Estado de conservación	108
43	Cálculo del cociente del vector total entre el vector promedio de comparables en función del criterio Estado de conservación	108
44	Cálculo de la primera estimación del vector propio de comparables en función del criterio Estado de conservación	112
45	Cálculo de la segunda estimación del vector propio de comparables en función del criterio Estado de conservación	113
46	Comparación de estimación del vector propio de criterios	113
47	Vector propio de comparables en función del criterio Estado de conservación	114
48	Vectores propios de comparables en función de cada criterio cualitativo	114
49	Datos de las variables de los comparables de mercado por cada criterio cuantitativo	117
50	Transformación de las variables de los comparables por cada criterio cuantitativo convertidos a variables directas	118
51	Vector propio de comparables en función al criterio Superficie de construcción	118
52	Vectores propios de comparables en función de cada criterio cuantitativo	119
53	Matriz de vectores propios de comparables en función de cada criterio	120
54	Vector de factores globales	121
55	Vector de factores globales sin incluir al sujeto	121
56	Vector de factores globales de los comparables	123
57	Factores de ponderación de comparables (Fp)	124

Índice de figuras

Número	Descripción	Página
1	Esquema del proceso de valuación	19
2	Esquema de las teorías del valor	21
3	Esquema de la disminución de la subjetividad	36
4	Modelo jerárquico	63



Acrónimos

Acrónimo	Descripción
PAJ	Proceso Analítico Jerárquico
AHP	Analytic Hierarchy Process
ANP	Analytic Network Process
MCDA	Multiple Criteria Decision Analysis



Resumen

Esta tesis, tiene como objetivo proponer una metodología para estimar el Valor de los Factores de Ponderación de los Comparables, que son empleados en la valuación de inmuebles a través del método de mercado, considerando que en la generalidad, se utiliza una ponderación sin diferenciación y sin un sustento objetivo para los comparables, según el formato establecido por las instituciones que regulan los trabajos de valuación.

Está orientada hacia los valuadores profesionales con la finalidad de promover el aumento en la objetividad para la ponderación de los comparables, establecer la medida en que estos contribuyen, así como conocer los que mayor influencia tienen en la determinación del valor de todo tipo de activos inmobiliarios.

El objetivo principal es, poner a la disposición del valuador una metodología para determinar los factores de ponderación de comparables utilizados en la valuación de bienes inmuebles investigados en el mercado inmobiliario y la forma en que estos factores contribuyen a la determinación del valor de un inmueble.

Se analiza un inmueble comparándolo su valor por un método convencional de ponderación y por el modelo Multicriterio Proceso Analítico Jerárquico, para la obtención de los factores de ponderación de los comparables, de acuerdo a sus características específicas, de contexto y particularidad, incluyendo el criterio y experiencia del valuador, no como determinante, sino coadyuvante del resultado, con la finalidad de precisar los factores de ponderación que afectan la conclusión de valor de un inmueble.

Abstract

This thesis aims to propose a methodology for estimating the value of Weighting Factors of Comparability, which are used in the valuation of properties across the market, whereas in the majority, a weighting is used without differentiation and no objective for comparable support, according to the format established by the institutions that regulate the work of valuation.

This is oriented towards professional appraisers for the purpose of promoting increased objectivity for appraisal of comparable properties to establish the extent to which they contribute, and to know that the greatest influence in determining the value of real state property.

The main purpose of this is to make available to the appraiser a methodology to determine the weighting factors used in valuing comparable Realty investigated in the property market and how these factors contribute to determining the value of a property.

A property is analyzed by comparing its value by a conventional weighting method and the Multicriteria Analytic Hierarchy Process decision method, to obtain the weights of comparable, according to their specific characteristics, context and particularity, including the criteria and experience of the appraiser, not as decisive, intervener but the result, with the aim of clarifying the weighting factors that affect the completion of a real estate value.

Introducción

Esta tesis, tiene como objetivo proponer una metodología para estimar el Valor de los Factores de Ponderación de los Comparables (Fp), que son empleados en la valuación de inmuebles a través del método o enfoque de mercado, considerando que en la generalidad, se utiliza una ponderación sin diferenciación y sin un sustento objetivo para todos los comparables, sin demeritar la experiencia de los profesionistas de la valuación, aplicándolos o no según el formato establecido por las instituciones que regulan los trabajos de valuación.

Se centra en la valuación de inmuebles, la cual por sus características y tendencias de urbanización del país son las de mayor desarrollo y cuantía realizadas por los valuadores, la cual se desarrolla en siete capítulos relacionados con el tema de la valuación, orientada hacia los valuadores profesionales, con la finalidad de promover el aumento en la objetividad para la ponderación de los comparables, establecer la medida en que estos contribuyen, así como conocer los que mayor influencia tienen en la determinación del valor del sujeto en estudio, con la finalidad que a lo largo del tiempo establezcan objetividad, diferenciación y sistematización para cada avalúo en su contexto y características.

El objetivo principal de la propuesta es, poner a la disposición del gremio valuator una metodología para determinar los factores de ponderación de comparables utilizados en la valuación de bienes inmuebles investigados en el mercado inmobiliario y la forma en que estos factores contribuyen a la determinación del valor, bajo dos objetivos:

- ✓ Aplicar las bondades y adaptabilidad del modelo matemático Proceso Analítico Jerárquico para proporcionar a los profesionales de la valuación objetividad en la ponderación de comparables.
- ✓ Comparar el grado y forma en que afecta la ponderación de comparables en la obtención del valor de los bienes inmuebles.

Se propone analizar por un método convencional de ponderación y por el modelo Multicriterio Analítico Jerárquico, la obtención de los factores de ponderación de los comparables, de acuerdo a sus características específicas, de contexto y particularidad, incluyendo el criterio y experiencia del valuator, no como determinante, sino coadyuvante

del resultado, con la finalidad de precisar los factores de ponderación que afectan la conclusión de valor de un inmueble.

La presente propuesta retoma el enfoque de mercado tradicional utilizando factores de ponderación a criterio o experiencia del valuador y su comparación con la propuesta de sistematización, de factores de ponderación obtenidos por el Proceso Analítico Jerárquico mediante la utilización de hojas de cálculo, para tal efecto se consideraron como máximo seis comparables y ocho criterios o características distintos, aun cuando el modelo funciona con un mínimo de dos comparables y dos criterios, para ejemplificar el proceso metodológico.

Se requiere de la definición del inmueble sujeto para determinar sus resultados, alimentando la información investigada de mercado de inmuebles de características similares, para utilizarlos como comparables en diferentes ubicaciones, conforme se establece por la metodología e instituciones propias que regulan la realización de este tipo de valuaciones.

A partir de esta, se sistematiza el método de valuación de inmuebles por homologación de comparables, proponiendo factores de ponderación objetivos y sustentados en un método probado y validado por el gremio de profesionistas relacionados, lo que permite obtener los resultados comparativos y sus efectos.

Para complementar y sustentar este estudio, se apoyó en la bibliografía existente sobre el tema, revistas y artículos publicados relativos a la obtención de factores de ponderación; de metodología de la investigación, de trabajos de valuación, así como de los métodos Multicriterio.

1. La ponderación de comparables en el proceso de estimación de valor de inmuebles

Partiendo del concepto que el mercado es: El entorno en el que se comercializan bienes y servicios entre compradores y vendedores a través de un mecanismo de precios lo cual implica que los bienes y servicios pueden comercializarse sin alguna restricción indebida en sus actividades. Suponiendo que las partes responderá a relaciones de oferta y demanda, así como a otros factores, para fijar los valores conforme a sus propias capacidades y conocimientos, a la utilidad relativa de los bienes y servicios, a sus necesidades y deseos individuales.

El valor de mercado depende de la ubicación geográfica, características inherentes al producto, ya sea de cantidad o calidad, así como del número disponible de compradores y vendedores que tengan interés en el inmueble, entre otras características.

El valor obtenido por el enfoque de mercado es relevante en la valuación de bienes muebles e inmuebles y todo aquello que sea comercializable, enajenable o puesto en garantía, por lo tanto, es común que se elija esta opción para la conclusión de un avalúo en la estimación del valor comercial de inmuebles, principalmente habitacional.

En el proceso de valuación se exigen por las autoridades y organismos generalmente incluir tres enfoques de valuación para la estimación de valor de inmuebles, siendo uno de ellos el fundamentado en realizar una exhaustiva labor de investigación de mercado de inmuebles, tanto en venta como en renta para la obtención de valores de inmuebles comparables similares o iguales en características al sujeto que se valúa.

Se identifica en el entorno inmediato comparables en: la zona; ubicación dentro de la manzana; equipamiento urbano, dimensiones, pendiente topográfica, entre otros respecto al inmueble valuado, asimismo se comparan aspectos como: edad de la construcción y la vida útil remanente, estado de conservación, superficies de terreno y de construcción; cajones de estacionamiento; número de recamaras y baños; entre otros.

En la práctica el Valuador se encuentra ante una situación de poca o escasa información, donde incluso, solo conoce el precio al que se han realizado recientemente

algunas transacciones o bien cuenta con una amplia información de anuncios y ofertas, de bienes similares al que pretende valorar.

Considerando lo anterior, la presente propuesta de ponderación es determinante en la objetividad del Valor Concluido, toda vez que la selección de los comparables adecuados determina de manera importante la estimación del valor en los tres enfoques comercialmente solicitados:

- ✓ Enfoque Físico: Otorgando objetividad al valor del terreno,
- ✓ Enfoque de Mercado: Aportando “mejores” comparables o un análisis más objetivo de los mismos.
- ✓ Enfoque de Ingresos, al cual se apoya en la selección de comparables en renta.

1.1. La ponderación de los comparables

El desarrollo e investigación de la valuación inmobiliaria, tiene por objeto la estimación del valor de bienes inmuebles, por lo cual se recurre a la aplicación de los tres enfoques de valuación donde cada vez más toma mayor relevancia la investigación de mercado de inmuebles y la selección de los comparables para determinar el valor de un inmueble.

En la actualidad, conforme a los formatos de avalúo aprobados por las Instituciones de crédito, sean públicas ó privadas, se registran ponderaciones a los comparables en base al criterio y experiencia del profesional de la valuación, en otros casos se le da una ponderación igual a cada comparable, es decir, si son 6 comparables los solicitados, cada comparable tendrá un peso específico de 16.66%, si son 3, cada uno tendrá un pesos específico de 33.33%.

Para otorgar mayor objetividad a lo anterior, la presente investigación aporta al gremio valuador un Sistema para la obtención de los Factores de Ponderación a través de la sistematización y automatización del Proceso Analítico Jerárquico, de tal manera que se determine si la forma de ponderación actual afectan la conclusión de valor de un inmueble y en qué medida pudieran adaptarse de forma objetiva los factores analizados bajo el método propuesto.

El ámbito de valuación, no es ajeno a los procesos de toma de decisiones, por lo cual se justifica la propuesta de un método sencillo, práctico, comprobable y que proporcione información con mayor certeza y precisión, en base a la información utilizada actualmente, adicionando la existencia de un grupo de expertos que demanda el Proceso Analítico Jerárquico (*AHP* por sus siglas en inglés *Analytic Hierarchy Process*), que se basa en el concepto de asignación de ponderaciones por pares, en donde primero se analizan los criterios contra ellos mismos, posteriormente los comparables en función de cada criterio, confrontando todos los comparables con todos los criterios.

Finalmente, se vincula el análisis de los criterios con el de los comparables y se obtiene los factores de contribución para el cálculo del valor de un bien, determinando los factores de ponderación de comparables de forma sustentada matemáticamente, clara, utilizando una metodología probada y sistematizada.

El estudio aporta una herramienta de análisis útil para los profesionales de la valuación, poniendo en práctica una metodología sustentada para determinar los factores de ponderación de comparables, mediante la aplicación de una hoja de cálculo Excel, con aplicación sencilla y amigable, permitiendo adicionalmente a los evaluadores, obtener la estimación de valor, de manera directa con base en la información de mercado de inmuebles, existiendo la posibilidad adicional de ser utilizado por los evaluadores de otras especialidades y ámbitos de aplicación, donde se requiere determinar ponderación de comparables, el proceso sugerido para la propuesta se resume en la figura 1:

Figura 1 Esquema del proceso de valuación

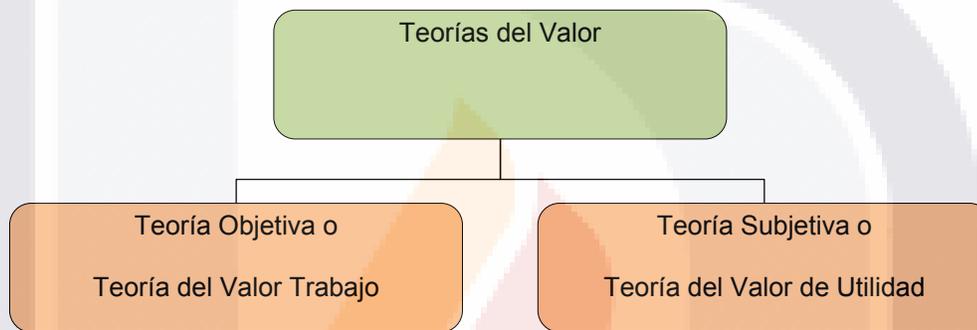


2. La valoración de mercado

2.1. Teoría del valor

Los fundamentos teóricos del valor provienen de profundos razonamientos de varios filósofos y profesionales a lo largo de la historia del hombre, iniciado en el momento de la existencia de excedentes que generan la necesidad de intercambio por otros bienes que requiere y no produce. De forma general existe un consenso en que el valor puede ser analizado desde dos puntos de vista:

Figura 2 Esquema de las teorías del valor



Fuente: Elaboración propia en base a estructura presentada por el Ing. Fidel Álvarez González, Apuntes de Introducción a la Valuación I

De igual manera, a partir de estos conceptos existe una comparación crítica de las teorías del valor que se resumen de manera conceptual como se muestra en el Tabla 1:

Tabla 1 Comparación crítica de las teorías del valor

Concepto	Teoría	
	Objetiva	Subjetiva
Objeto del valor	Conjunto de relaciones económico – sociales	El sujeto
Origen del valor	Trabajo	Utilidad y escasez
Medida del valor	Cantidad de trabajo socialmente necesario	Utilidad marginal
Satisfactores de necesidades	Mercancías	Bienes

Fuente: Elaboración propia en base a estructura presentada por el Ing. Fidel Álvarez González, Apuntes de Introducción a la Valuación I

De estas teorías se desprenden conceptos como: costo, precio y valor, así como sus derivados como valor de cambio y valor de uso, que se abordarán posteriormente.

A continuación se describen brevemente las principales teorías de valor a lo largo del tiempo.

En la edad de oro de los griegos, Aristóteles enuncia su teoría del valor subjetivo, en el cual se considera que el valor de los objetos creados por el hombre no está en el objeto mismo, sino en la mente humana.

En el siglo XVI, surgen los mercantilistas, quienes sustentaban que el bienestar económico individual se lograba únicamente en un Estado económicamente sólido, cuya filosofía capitalista aplicaba valores a la tierra, aunque ésta no tuviese un costo de producción, comenzando a introducir la Ley no escrita de la oferta y la demanda, e iniciaron un análisis viable del valor subjetivo cuando consideraron el deseo como factor determinante del valor.

Posteriormente en el siglo XVIII surge John Stuart Mill, quién aborda el tema del valor de la tierra desde el punto de vista político, económico e inicia el proceso de la valuación periódica de propiedades agrícolas y urbanas a efecto de cobrar impuestos.

Para fines del siglo XVIII, Adam Smith introduce la teoría sobre el costo, reconoce al valor de uso y al valor de cambio, e incorpora como parte de ese valor, la importancia del trabajo y del uso del capital. Estos conceptos concebidos el primero como la utilidad o beneficio de cualquier bien concreto y el segundo como el poder proporcionado por la posesión de bienes.

En el mismo siglo David Ricardo aporta su teoría sobre la renta económica, estableciendo que el valor de un bien se determina por su escasez y por la cantidad de trabajo necesario para su producción.

En esa misma época, se presenta la teoría de la renta marginal de Thomas R. Maltus, que incorpora conceptos de valor de uso, renta y cambio, relacionados con la demanda de bienes en el mercado. Acepta en principio la teoría de Smith, pero define el valor de cambio como poder de disposición de las cosas necesarias y útiles de la vida,

incluyendo el trabajo, en contraposición con poder de disposición de metales preciosos; Fundamento la teoría de valor en el razonamiento de que el examen de las variaciones del valor lleva necesariamente al análisis de las alteraciones en los precios de mercado; por esta causa, en Malthus la demanda adquiere una importancia fundamental.

Por otra parte, Karl Marx parte en su teoría de valor del concepto de trabajo incorporado por David Ricardo, desarrollándolo al máximo, define la fuerza de trabajo como una mercancía construida por la suma de cualidades que hacen al hombre capaz de producir trabajo; al valor de la fuerza de trabajo como el trabajo necesario para mantener y desarrollar la capacidad de trabajo de los hombres; y el trabajo como la actualización de la fuerza de trabajo.

Es así que Marx incorpora la plusvalía, que se genera por el hecho de la cantidad de trabajo que el trabajador efectúa y que es superior a la cantidad de trabajo que se precisa para la producción de sus medios de subsistencia, siendo esta la diferencia entre el valor producido y el consumido.

De aquí se desprende que el valor, entonces, vendrá definido por la suma de capital constante, de capital variable y de plusvalía, con lo que la composiciones orgánicas distintas producen el mismo valor, pero distintos tipos de beneficios.

Más adelante a finales del siglo XIX, Jean Baptiste Say, fue el primero que consideró el valor de cambio de un bien definido por la demanda y la oferta. La demanda determinada por la utilidad de un bien y la oferta fijada por la suma de remuneración de los factores productivos o costo de producción.

A su vez, Marshall, fundador de la escuela neoclásica, partió de una concepción muy precisa: el término precio es el valor expresado en dinero y el valor expresa la relación entre los bienes; el valor de cambio de un bien en términos de otro es la cantidad de este segundo bien que en ciertas circunstancias puede ser obtenida a cambio del primero. Consideró el contenido de la teoría de valor fijado en dos puntos: formación de los precios y examen de las fuerzas que están detrás de la oferta y la demanda.

A mediados del siglo XIX, Johann Heinrich Von Thünen, economista alemán quien desarrollo la teoría de la renta de la tierra, hace una clara distinción entre el valor del

suelo y las contribuciones al capital y el trabajo, y reconoce que la localización de la tierra influye en su propio valor.

En ese mismo tiempo, el francés Claude Frédéric Bastiat, influido por la abundancia de tierras vírgenes en América, sostenía que el valor de la tierra está en función de su localización, de su productividad y de sus mejoras, idea que prevalece hasta nuestros días.

Como se puede observar desde su concepción inicial hasta las precisiones determinadas por cada uno de los autores, parte de ponderar factores que determinan el valor de las cosas para el caso, inmuebles, reforzando con ello la utilidad de la presente propuesta de sistematización y objetividad.

2.2. La valuación y sus antecedentes

Otro aspecto a considerar para la presente propuesta, corresponde a las diversas etapas en las que se han realizado procesos valuatorios para diferentes fines, encontrándose que desde esas fechas la falta de objetividad en su determinación causa reacciones en la sociedad, por lo que es importante conocer y contextualizar las siguientes etapas.

2.2.1. Inicios de la valuación en México

En México se tienen datos de la actividad valuatoria desde la época de la conquista, que inició con la introducción de las prácticas comerciales españolas y europeas en general, las cuales, se tomó como referencia las Memorias, Septiembre de 1992, presentadas por el autor Julio E. Torres Coto en el Congreso Panamericano de Valuación, celebrado en la ciudad de Puebla, del cual se resumen los siguientes aspectos:

En materia comercial, la práctica valuatoria se remonta al 15 de junio de 1592 fecha en que se instituyó por Cédula Real, el Consulado de la Ciudad de México, Nueva España y sus Provincias.

En cuanto al avalúo de inmuebles se encuentra el primer avalúo el 14 de agosto de 1528 ordenado por el cabildo de la Ciudad de México-Tenochtitlán y en febrero del año siguiente aparece la primera inconformidad presentada en contra de las ordenanzas, aranceles y tasaciones establecidas en la ciudad de México.

Para efectos impositivos, se hizo la tasación o valuación general de todos los solares de la Ciudad de México en el año de 1607. Esta valuación fue practicada por peritos valuadores designados por la autoridad con el propósito de recabar fondos para las obras de desagüe de las aguas excedentes del Valle y de la Ciudad, que es la mención más antigua de que se tiene conocimiento en el país, con relación a un gravamen sobre la propiedad inmobiliaria.

A lo largo de los siglos en el periodo del Virreinato, se fue arraigando la práctica de censar y tasar los solares de la Ciudades y pueblos con propósitos de fiscalización.

Después de la independencia, el Síndico Primero del Cabildo de la Capital ordenó a los arquitectos Joaquín de Heredia y Francisco de Paula Heredia el avalúo de los terrenos de la Ciudad. Para este trabajo se consideró el criterio de fijar valores unitarios para cada cuadra en los cruceros o centros de esquina. En esta época se consagran dos procedimientos valuatorios:

- ✓ En trabajos individuales y, de cualificación de partidas, así como en trabajos masivos.
- ✓ Criterios de uniformar valores por zonas o calles.

Por esta época, se diseñó la primera Ley de Catastro del Distrito Federal y de México, basada en la práctica y en la legislación italiana, donde se estableció un Sistema de Avalúos por clases y tarifas, se previó un medio de conservación constante y con avalúos revisables periódicamente.

Con esta medida, se fundamentaron las bases de la valuación que solo en tiempos muy recientes han sido cuestionados y modernizados.

En 1925, a los peritos valuadores catastrales les correspondía la realización de avalúos para la Dirección General de Pensiones Civiles y del Retiro, incluyendo en sus funciones la de otorgar créditos hipotecarios. Así, también intervienen en 1933 cuando se

actualiza la Ley de Catastro del Distrito Federal y se crea el Banco Nacional Hipotecario de Obras y Servicios Públicos, donde se originó la práctica de que los avalúos fuesen responsabilidad del área fiduciaria y se obligó a los bancos recién creados a establecer el área de valuación.

El sistema de valuación en México parte de la influencia italiana y la tendencia de asociar la actividad valuatoria con profesiones relacionadas con la construcción y edificación. Es importante resaltar que el aumento del mercado profesional de la valuación no observó un crecimiento en la profesionalización de la doctrina y en la evolución de la teoría valuatoria en México.

En el ámbito judicial la valuación siguió una vía de evolución paralela a la reseñada, con pocas aportaciones de significación por parte de la Judicatura, pues las pocas discusiones en torno al valor económico de los bienes que se suscitaron y llegaron a la suprema corte, no dieron lugar a tesis y jurisprudencia que obligase a un cuestionamiento del quehacer valuatorio y con ello a una verdadera evolución de la práctica profesional en la materia.

Fue hasta finales de los cuarenta y principios de los cincuenta que los valuadores mexicanos dan forma a la ciencia de valuación. La valuación se ha considerado como una rama de la ingeniería y de la arquitectura, tradición ésta, que se comparte con casi todos los países de América Latina.

Solo en los últimos tiempos se reconoce el carácter multidisciplinario de la valuación como ciencia derivada de la economía.

En la actualidad, dependiendo del propósito que se plantee, las instituciones que actualmente regulan los procedimientos de valuación en México, así como la elaboración de reportes e informes del valor de los bienes inmuebles se encuentran los siguientes:

- ✓ Banco de México
- ✓ Comisión Nacional Bancaria y de Valores
- ✓ Comisión Nacional de Seguros y Fianzas
- ✓ Instituto de Administración y Avalúos de Bienes Nacionales
- ✓ Sociedad Hipotecaria Federal

- ✓ Tesorerías de las Secretarías de Finanzas de las Entidades Federativas y Municipios
- ✓ Órganos de apoyo para la Administración de la Justicia del Poder Judicial.

Actualmente se demanda de mayor objetividad en la determinación de valor, principalmente por dos factores, la creciente cantidad de procesos y trámites en las que se involucra un avalúo, así como la importancia de los factores asociados para realizarla, desde la garantía que se determina hasta el ponderar el patrimonio familiar de quien los solicita.

A continuación se delinea el concepto de valuación, retomando los aspectos que se relacionen o inciden en la forma de plantear la Homologación de los Comparables y su importancia.

2.2.2. Concepto de valuación

De manera general, varios autores han definido a la valuación como un procedimiento técnico basado en metodologías específicas que, a través de la indagación física, económica y social, permite establecer las variables cuantitativas y cualitativas que inciden en el valor que se estima a los bienes, derechos o negocios en un momento determinado.

Algunas veces las decisiones se fundamentan en análisis y razonamientos sencillos, otros dependen de la combinación de aspectos relativos a la experiencia, al buen juicio y a la especulación, que dan como resultado incertidumbre ante los tomadores de decisiones que buscan soluciones que les permitan elegir las alternativas valuatorias a sus problemas formulados.

Para muchos aspectos de la toma de decisiones, la valuación proporciona un soporte adecuado, constituyéndose también en un apoyo fundamental para otras áreas de la economía, las finanzas, la contabilidad y particularmente, la jurídica.

Se plantea pensar en la valuación, como una técnica multidisciplinaria, debido a que por sí misma, no establece postulados objetivamente mesurables, toda vez que se

recurrer al conocimiento desarrollado en otras ramas para lograr su fin. Su fortaleza radica en el hecho de que se adjunta al quehacer humano como herramienta para la toma de decisiones en materia de estimación de valor de un bien.

Se parte del concepto definido de valuación, que según el autor Enrique Augusto Hernández señala lo siguiente:

“.. la valuación es una técnica que aporta una base metodológica para asignar un valor económico a un bien específico, aunque también decimos que ésta es multidisciplinaria, porque utiliza y combina de manera práctica los conocimientos formulados e integrados por otras disciplinas o ciencias. Por su naturaleza social y económica, podríamos decir que la valuación es una técnica ética profesional, con normas y metodologías definidas y adaptables, encargada de indagar, analizar y seleccionar las variables objetivas y subjetivas que influyen en la determinación del valor de las cosas”¹

Por lo que, la valuación, es la acción y efecto de estimar, establecer o determinar el valor de las cosas mediante un procedimiento técnico y metodológico que toma en cuenta la investigación física, económica, social, jurídica y de mercado de un bien o servicio de interés.

En este sentido se puede afirmar que el valor de un bien está compuesto, en parte por una apreciación objetiva y una subjetiva del conjunto de variables y atributos que forman parte de ese bien bajo un entorno económico temporal, por lo que es claro que la valuación o valoración, no es una materia estática e invariable a través del tiempo, sino que es una teoría en constante evolución y adaptación a las necesidades del medio y a nuevos tipos de necesidades y variables que influyen en la estimación del valor, entre ellas la presente propuesta de ponderación de Comparables.

Para el presente trabajo de investigación, se retoma la siguiente definición, la cual resalta la importancia de la existencia de comparables y la relevancia de otorgar objetividad a su manejo e incorporación en la determinación de la estimación final de Valor:

“La valoración es la ciencia aplicada que tiene como objetivo la determinación del valor de un bien, teniendo en cuenta los elementos de comparación, características o variables explícitas que lo caracterizan, el entorno económico-

¹ Hernández Ruíz, Enrique Augusto, Valuación Inmobiliaria, Editorial Trillas 2012, México, Pág. 19

temporal en que se encuentra, mediante la utilización de un método contrastado de cálculo aplicado por un tasador profesional, y que permita al experto incorporar tanto el conocimiento objetivo y las variables cuantitativas, como el conocimiento subjetivo y las variables cualitativas”².

La valuación de los bienes raíces incluye tanto el inmueble en sí, como los demás intangibles derivados del mismo y se basa en principios o leyes fundamentales.

Estas leyes no son solamente teorías académicas, sino claves para comprender el cómo, y el cuándo ciertas cosas cambian. Cuando el valuador descubre que ciertos factores presentes y ciertas influencias específicas influyen en una situación particular, deberá ser lo suficientemente hábil para reconocer la actuación de estas leyes. Al comprender los principios, podrá anticipar el ingreso y podrá ser capaz de emitir una opinión o tener una decisión basada en el conocimiento, estos principios son los siguientes:

2.2.3. Principios de la valuación

Ley de Oferta y Demanda: La oferta se integra por la disponibilidad de las mercancías, así como de los requerimientos de los demandantes por satisfacer sus necesidades. El costo de cualquier propiedad siempre estará determinado por el número de otras propiedades similares en venta y su relación con la cantidad de compradores en el mercado. La escasez determina la oferta, mientras que la deseabilidad determina la demanda.

Ley de Cambio: El valor de los bienes raíces está cambiando constantemente por diversos agentes: físicos, económicos, sociales y políticos. Los inmuebles se ven afectados en el tiempo, aumentando o disminuyendo su valor por la inflación, mejoras en la zona, plusvalía, renovación, deterioro físico, social, económico, sobreoferta, condiciones ambientales, entre otros.

Ley de Conformidad: El valor máximo de un bien raíz se logra cuando está presente un grado razonable de homogeneidad social y económica. Entre dos

² Aznar Bellver, Jerónimo y otros, Nuevos Métodos de Valoración: Modelos Multicriterio, Editorial Universitat Politècnica de València 2012, España, Pág. 17

propiedades de calidad semejante, la de inferior valor sacará ventaja de su asociación con la de mayor valor. A la inversa, una propiedad de mayor valor se demeritará por la asociación con una de valor inferior.

Ley de Uso Consistente: Una propiedad en transición a otro uso no deberá valuarse considerando un uso para la tierra y otro para las mejoras. Su inadecuada aplicación tiene lugar en aquellos usos en que se pretende valorar el terreno basado en su mayor y mejor uso como el comercial, mientras las edificaciones son valuadas con un uso diferente como residencial.

Ley de Contribución: El costo de las mejoras no contribuye en la misma medida al valor final de un bien raíz. Una mejora a un inmueble puede ayudar a aumentar el valor de mercado de una propiedad, sin embargo, el incremento en el valor del inmueble no necesariamente será proporcional a la cantidad de dinero invertido en las mejoras.

Ley de Equilibrio: Este principio refleja una armonía entre la oferta y la demanda. un mercado en equilibrio tenderá a contar con más propiedades disponibles para venta que compradores. Cuando hay un número suficiente de ofertas de tipos complementarios de inmuebles ya sea unidades comerciales e industriales, se dice que los usos de las propiedades están en equilibrio.

Ley de Mayor y Mejor Uso: Establece que el valor máximo de un bien raíz se logra cuando esté presente un balance razonable entre los valores del terreno y las edificaciones. Asimismo, es recomendable tener presente aquellos casos que no atienden este principio como son:

- ✓ Desarrollo de una construcción de alto valor en un terreno de precio reducido.
- ✓ Construcción inadecuada o de bajo costo en predios de alto valor.

Ley de Sustitución: Este principio asevera que cuando dos o más objetos útiles y en igualdad de servicio están disponibles, el que tiene el menor precio recibe la mayor demanda y la mayor distribución. El costo de producir, al construir una nueva edificación sustituta igualmente deseable, generalmente fija el límite superior del valor.

Ley de Ingresos Crecientes y Decrecientes: Afirma que entre mayor sea la cantidad de los factores en producción, se producirá mayor ingreso neto hasta un cierto límite. En ese límite el valor máximo se habrá establecido y cualquier gasto adicional no podrá producir un ingreso en proporción con este gasto adicional.

Ley de Competencia: La competencia es el resultado de la oferta y la demanda. La competencia razonable estipula una contribución creativa. La ganancia o provecho tiende a provocarla competencia. Todo el provecho puede desaparecer si continúa la expansión de servicios competitivos más allá del punto de la demanda económica.

Ley de Anticipación: El valor es creado por los beneficios anticipados que se derivarán en el futuro. Se adquiere un bien raíz por su plusvalía, es decir, porque se supone que su valor aumentará con el tiempo.

Bajo estos principios o leyes, se propone realizar el análisis de los comparables seleccionados para alimentar los comparables del Proceso Analítico Jerárquico, teniendo especial énfasis en los referentes al enfoque de mercado, que está basado en los principios de oferta y demanda, así como los de sustitución y de cambio.

Considerando un enfoque deductivo a continuación se da a conocer el enfoque que da justificación e importancia a la presente propuesta, sin que esto sea limitativo a la aplicación en otros enfoques o metodologías.

3. La valuación de inmuebles por el enfoque de mercado

La importancia de conceptualizar la valuación de los bienes raíces por el enfoque de mercado, radica en que su aplicación y desarrollo metodológico está directamente relacionada con la posibilidad de aplicación del método de ordenación multicriterio denominado Proceso Analítico Jerárquico (PAJ ó *AHP* por sus siglas en Inglés), siendo sus sistematización y automatización la propuesta central del presente trabajo, aunado a que este enfoque tiene aplicación en los tres métodos de valuación, tanto en el enfoque físico, para la determinación del valor de terreno, así como en el de ingresos, para la determinación del valor de las rentas investigadas en el mercado inmobiliario.

El mercado es el espacio físico o virtual donde confluyen compradores y vendedores de bienes y servicios, intercambiándolos e interactuando a través del sistema de costos, valores y precios. Acotando que sin alguno de estos agentes el sistema dejaría de existir, el mercado sería inexistente.

Como lo menciona Enrique Hernández Ruíz en su libro:

“Cuando sea el caso que exista equivalencia entre los valores dispuestos a ser pagados por los compradores y los que están dispuestos a recibir los vendedores para intercambiar determinados bienes o servicios (demanda y oferta), se dirá que existe *equilibrio de mercado*”³

Por lo tanto se puede definir el mercado, como el conjunto de mecanismos por medio de los cuales la sociedad resuelve la mayor parte de los problemas económicos, es decir, qué, cuánto, cómo y para quién producir.

Por otra parte, el valor, como un todo, es una medida de comparación para diferentes aspectos, incluyendo los bienes raíces, es decir, el valor de una propiedad depende fundamentalmente de que tanto otros bienes y servicios, se pueden obtener a cambio de una propiedad o de los servicios que esta representa. En la práctica, la relativa importancia de los bienes raíces se refleja en los precios, los cuales son valores expresados en términos monetarios, considerando que el mercado de bienes raíces no está eficientemente organizado, los precios pagados pueden o no coincidir con los valores; no obstante precio y valor tenderán a ser similares o idénticos bajo condiciones

³ Hernández Ruíz, Op. Cit., Pág. 63

de perfección en la transacción, o bien como aspiración profesional de cualquier profesional de la valuación.

Las estimaciones de valor pueden estar basadas en:

- ✓ Tendencias y condiciones económicas locales, regionales y nacionales
- ✓ Panorama de la industria de bienes raíces
- ✓ Mercado de los diferentes tipos de bienes raíces y los precios de producción de los servicios de tales propiedades,
- ✓ Panorama a futuro de los fraccionamientos o colonias donde se encuentran localizadas las propiedades
- ✓ Características de valor inherentes a la propiedad (antigüedad, conservación, tipología, entre otros)

Aun cuando es complicado, dentro del campo de la valuación de los bienes raíces contar con la certeza de un valor de mercado, frecuentemente es necesario realizar estimaciones de valor. Estas valoraciones, juegan un papel determinante en la toma de decisiones, ya sea para comprar, vender, financiar, construir o rentar, entre otras, de ahí la importancia de implementar y ajustar la aplicación de métodos que unifiquen y otorguen objetividad a los mismos.

El objetivo del enfoque de mercado es establecer el valor de cambio de los inmuebles, su fundamento radica en la consideración de que éstos tienen una determinada escasez y de que son deseados, se necesitan o se requieren en el mercado donde se comercializan, lo cual significa que su aplicación queda condicionada a la oferta y la demanda.

Verificada la presencia de ambos aspectos: oferta y demanda en un mercado específico, se extrae de ellos los valores representativos con que los bienes son cambiados de las manos de los oferentes a las de los demandantes.

En este enfoque, es difícil conocer el monto exacto de las operaciones concretas de intercambio de bienes y de derechos, con mayor razón el valor involucrado, lo que comúnmente se difunde en el mercado de inmuebles es el precio pretendido por los oferentes y no las propuestas ofrecidas por los demandantes para adquirirlos.

Por lo anterior se puede afirmar, que dichas operaciones de compra - venta se realizan por otras cantidades que, probablemente, se ubican entre ambas posturas, marcando así el concepto de valor.

El valor de un bien puede ser apreciado en dos esquemas básicos que son: El valor de uso y el valor de cambio. El primero, es aquel que poseen los bienes de proporcionar una satisfacción, valor asignado subjetivamente por cada individuo, dependiendo del grado de utilidad que recibe, por lo tanto el grado de satisfacción será también distinto de una persona a otra. El segundo, se refiere a aquel que toman en el mercado al momento de su intercambio, y se identifica a través del equilibrio de las funciones de la oferta y la demanda, teniendo que determinarlos de forma indirecta a través de comparables o inmuebles similares.

Por otra parte, es conveniente diferenciar el concepto de valor de los de costo y precio, pues por costo se entiende por la cantidad en términos monetarios que debe erogar el productor de un bien o servicio para producirlo y ponerlo a disposición en el mercado; y por precio, refiriéndose también a la cantidad en términos monetarios que pretende recibir el productor de un bien o servicio por su venta, es decir, por su intercambio.

Los conceptos de valor, costo y precio, son iguales únicamente al momento de llevar a cabo el intercambio del bien o servicio entre el oferente y el demandante del mismo, considerando que desde el momento en que una persona paga por adquirirlo, por esa simple acción, queda establecido su valor en un instante dado.

Por otra parte, atendiendo el comportamiento de los precios en el mercado, la predictibilidad aproximada de los precios se basa en principios que dan a tal pronóstico un fundamento científico, ciencia a la que se denomina *Timografía*: Ciencia que se integra por cinco principios fundamentales, que para la valuación inmobiliaria tiene una aplicación intrínseca, siendo estos los siguientes:⁴

⁴ Id, Pág. 69

Principio de Permanencia: Existe un lapso durante el cual los precios se mantienen; esto admite la variabilidad de los precios, pero siempre habrá un intervalo durante del cual el precio pronosticado tiene vigencia.

Principio de Coherencia: Se refiere a las diversas manifestaciones del precio de un bien, las cuales guardan relación lógica entre sí.

Principio de Equivalencia: Sostiene que dos bienes equivalentes en mercados equivalentes tendrán el mismo precio.

Principio de Proporcionalidad: Afirma que dos bienes semejantes en mercados semejantes, tienen precios semejantes y que la diferencia de precios es proporcional a las diferencias entre sus características de bienes y mercados.

Principio de Normalidad: Asegura que todos los pronósticos de precio obtenidos para un mismo bien, en un mismo mercado, tienen una distribución estadística llamada distribución normal.

Bajo estos principios timográficos, se induce a la comparación, como una técnica para el pronóstico de precios, en virtud de que el precio no se calcula, sino que se mide, y toda medición implica comparación.

Por lo anterior, es determinante que estos principios al igual que las leyes de los Principios de valuación, sean incorporados al momento de otorgar ponderaciones a los comparables, por lo que su discusión y análisis es determinante para la viabilidad de aplicación de la presente propuesta:

Figura 3 Esquema de la disminución de la subjetividad



Fuente: Elaboración propia

3.1. El sujeto y la selección de los comparables de mercado

Para lograr el objetivo de una valuación como apoyo al proceso de la toma de decisiones, los métodos orientados hacia la cuantificación del valor de uso y el valor de cambio de los bienes, se sustentan en la indagación de los valores alcanzados por otros bienes, para efectos de comparación, considerando las características físicas similares o idénticas en los mercados propios de comparación.

Debido a lo anterior, es común que los bienes intercambiados entre oferentes y demandantes no son idénticos al que se quiere determinar su valor, es decir al sujeto, por lo que se acepta que dicha comparación se realice con objetos similares, siempre y cuando tenga el mismo uso que el objeto de valuación, aunque con características y capacidades diferentes, caso en el cual habrá que identificar con la mayor precisión posible, los elementos que definen esa diferencia.

En este sentido, el objeto de la valuación estriba en precisar que, para considerar a dos a más elementos comparables entre sí para fines de valuación, sus diferencias deben ser pequeñas en términos físicos, pues de lo contrario sería inadecuado e impropio realizar su comparación.

3.1.1. Características del sujeto

Definido como: Cualquier bien, derecho o negocio propiedad de una entidad física o moral, es decir, cualquier elemento tangible o intangible de un patrimonio del cual se requiere conocer su valor.

El sujeto no se encuentra aislado por lo que hay que ubicarlo en las características económicas que prevalecen en su región, el país, así como las tendencias del lugar donde se localiza la propiedad sujeto que se valúa. Según el autor William J. Ventolo Jr., establece que:

“... el estudio de la zona en que se localiza el inmueble es uno de los elementos más importantes del avalúo. Toda propiedad se ve afectada por su entorno y por los usos a los que se destinan otras propiedades circundantes”⁵.

Por lo cual, en la estimación de valor, el análisis de la zona, como son el fraccionamiento o colonia donde se localiza, son tan importantes como las características específicas de la propiedad que se está valuando, por lo tanto, para producir una estimación de valor de mercado de una propiedad, el valuador debe recabar todos los datos pertinentes, disponerlos de manera ordenada y utilizar procedimientos y técnicas que se han desarrollado a través de años de experiencia. El avalúo es una técnica que combina investigación, criterio y experiencia previa.

En el proceso de investigación del inmueble sujeto a su valuación, se debe estar en condiciones de conocer ampliamente sus características y las circunstancias relacionadas con el mismo, monitorear constantemente el mercado para conocer las tendencias, moda y necesidades de los compradores.

El valuador al determinar las características del sujeto, debe considerar éste, como un todo, compuesto de terreno y construcción, y no considerar de manera separada la construcción y por el otro el terreno, entre otros aspectos y características, se encuentran las siguientes de manera enunciativa, más no limitativa, considerando que el tipo de propiedad valuada dictará los tipos de datos que se deberán reunir:

Zona: Referida a la ubicación dentro del fraccionamiento o colonia donde se ubica el inmueble valuado, considerando entre otros la cercanía o acceso a los servicios de infraestructura básica, o con los que cuenta, al equipamiento urbano de la zona donde se localiza el inmueble, identificando aquellos inmuebles que cuente con menores características, estas características de la zona se pueden subclasificar dependiendo de su disponibilidad, en:

Infraestructura y Servicios: Que considera como demérito, si carece de alguno o todos de los siguientes servicios de infraestructura básica:

⁵ Ventolo, William L. Jr. y otros, Técnicas del Avalúo Inmobiliario: Guía completa para vendedores, corredores, administradores, inversionistas y valuadores de propiedades, Editorial PAX México (*Real Estate Education Company*), 2008, México, Pág. 2

- ✓ Servicios de agua potable y alcantarillado
- ✓ Servicios de electrificación y alumbrado público
- ✓ Suministro de gas natural por redes ocultas
- ✓ Servicio de red telefónica
- ✓ Pavimentos, guarniciones y banquetas en vías de acceso
- ✓ Señalización y nomenclatura de calles

Equipamiento Urbano: Estableciendo la existencia, falta, cercanía o lejanía de alguno o todos los aspectos que se enlista a continuación, respecto a la zona donde se ubica el inmueble valuado.

- ✓ Escuelas y bibliotecas públicas
- ✓ Mercados o centros de abasto
- ✓ Templos o centros de culto religioso
- ✓ Tiendas de autoservicio o de conveniencia
- ✓ Centros comerciales
- ✓ Hospitales o centros de salud
- ✓ Bancos
- ✓ Plazas y jardines públicos
- ✓ Espacios deportivos
- ✓ Estaciones de transporte
- ✓ Entre otros.

Ubicación: Determinado por su situación física en una manzana, pudiendo ser estos clasificados respecto a su ubicación, en: Manzanero, cabecero, intermedio, interior o de esquina.

Acceso: Dependiendo del número de calles que le dan acceso directo al inmueble valuado.

Frente: El cual considera la longitud efectiva del acceso al inmueble, que es la magnitud del ancho de lote, que considera la medida mínima de acceso al terreno, recomendando hacer referencia al lote tipo y sus características de uso de la Zona.

Fondo: Considerado como la longitud efectiva del inmueble valuado, determinado a partir del frente que da a la calle hasta el límite posterior.

Forma: Determina el potencial de aprovechamiento que la forma del terreno le da al mismo para edificar sobre él, pudiendo ser: regular o irregular.

Topografía: Esta característica califica al predio derivado de las variaciones en las elevaciones del terreno, respecto a su frente o acceso principal, y dependiendo del desnivel o irregularidad de la superficie, se pueden clasificar en: Planos, ascendentes, descendentes, inclinados o accidentados.

Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS): Que se define a partir de la relación que existe entre el área de desplante de las construcciones y el área efectiva del terreno del bien valuado.

Coeficiente de Uso del Suelo (CUS): Característica denominada intensidad de construcción, el cual se determina a partir del cociente definido por el área total construida entre el área total del terreno del inmueble sujeto a la valuación.

Nivel Socioeconómico de la Zona: Determinado según el criterio del valuador, por las características de la generalidad de los asentamientos o de las personas que habitan entorno al bien valuado.

Vistas Panorámicas: Se analiza en su caso que desde el predio o inmueble valuado se observe un entorno o paisaje reconocido o de valor social.

Orientación: Que considera el punto cardinal hacia el cual se dirige el eje longitudinal del predio en estudio.

Seguridad de la Zona: Se inspecciona de manera general, la percepción de la seguridad pública, expresada por la presencia o no de vigilancia policial y en su caso, investigar en nivel de criminalidad o delitos en el entorno del bien valuado, si se tiene acceso a la información.

Calidad del Proyecto: Se analiza la vocación del inmueble y el proyecto arquitectónico de las edificaciones o construcciones, si este es funcional, si se utiliza para lo que fue diseñado.

Cajones de Estacionamiento: Considerando si cuenta o no con espacios para estacionamiento dentro del inmueble o con acceso reglamentado a cajones de estacionamiento cercanos al inmueble, para resguardo de vehículos.

Calidad de Materiales de Construcción: Ponderando la magnitud del costo de construcción de las edificaciones del inmueble analizado, generalmente determinado por el tipo de acabados presentes en el inmueble.

Avance de la Construcción: Aspecto que en su caso debe considerarse, si las edificaciones del inmueble valuado no están totalmente o parcialmente concluidas, para su funcionalidad óptima, es decir, puede presentarse el avalúo de un inmueble que se encuentre realizando por autoconstrucción, o que de acuerdo al programa de crecimiento del inmueble, se encuentre en una etapa intermedia, para lo cual se deberá calificar, el grado de avance percibido por el valuador.

Estado de Conservación: Que es uno de los aspectos o características que mayor relevancia cobran, que está muy estrechamente ligada a la edad. Con este aspecto se califica la suficiencia de mantenimiento preventivo o correctivo que un inmueble ha recibido para ser utilizado en todo su potencial, que generalmente se califica mediante el método establecido por Ross – Heidecke, que va desde Excelente hasta Muy Malo o de Desecho.

Edad: Aspecto de relevancia al momento de realizar un avalúo, ya que considera los años con que cuenta la edificación desde su construcción, comparándolo con la vida útil total de las edificaciones.

Estas características, como se mencionó anteriormente son enunciativas, más no limitativas, y dependiendo del tipo de inmueble objeto de la valuación, permite al profesional de la valuación, contar con elementos que permitan establecer la magnitud y condiciones en el momento del estudio, que a su vez determinarán los factores de homologación, que se considerarán para establecer la comparación del sujeto, con otros

inmuebles de características similares, que permitirán obtener una estimación de valor referida a esos inmuebles tal y como se encuentran en el mercado inmobiliario.

Es aquí en donde la presente propuesta encuentra su fundamentación y pertinencia ya que por costumbre, tradición o experiencia, que en ningún momento se desprecia o cuestiona, pero si el hecho de premiar o demeritar algún factor de igual forma para varios aspectos en diferentes circunstancias, por lo que se propone retomar esas experiencias y formas de asignar castigos y premios a un proceso de Homologación en el cual seguramente el Valor final será similar pero las ponderaciones y contribuciones fluctuaran en base a las condiciones particulares de estudio y no a estándares poco sustentables.

A continuación se dan a conocer las principales características que la normatividad vigente considera en la valuación de inmuebles por el enfoque de mercado, que determina el universo de comparables, que el valuador deberá considerar para realizar un avalúo.

3.1.2. Investigación del mercado de inmuebles

En la investigación de mercado, al hablar de las diferencias sustantivas entre los elementos comparables y el sujeto, significa que siempre y en todos los casos se deberán involucrar los mismos aspectos que a juicio del valuador, tengan influencia en el valor de los inmuebles. Esto significa que ante todo, se deberán identificar las propiedades físicas que son valoradas en el mercado específico que se trate y sobre las cuales puedan existir diferencias que repercutan en el valor de los inmuebles que en ese mercado se comercializan.

De igual manera, es necesario cuantificar el peso específico con el cual contribuye en el valor de los bienes cada elemento específico representativo de cada diferencia identificada y que el tomador de decisiones hace intervenir en su proceso de comparación, además de la cantidad individual con que se medirá la deseabilidad de cada elemento considerado en el mercado de bienes.

En otras palabras, el objetivo del enfoque de mercado es establecer el valor de cambio de los inmuebles, su fundamento radica en la consideración de que éstos tienen una determinada escasez y son deseados, y está definida por la oferta y la demanda.

De esta manera, considerando que el universo de bienes que son dispuestos en el mercado puede ser muy grande, o bien, muy pequeña o inexistente, se deberá extraer un subconjunto de dicho universo, que deberá ser característico del mismo en términos estadísticos, la cual deberá ser lo suficientemente representativa en términos de valor de cambio.

Para la utilización de este enfoque se deberá disponer de información suficiente del mercado local de que se trate; a efecto de contar según la Sociedad Hipotecaria Federal SHF⁶, con al menos seis transacciones u ofertas de inmuebles similares que reflejen en el avalúo, adecuadamente, la situación actual de dicho mercado. Al mismo tiempo se deberán identificar, en su caso, parámetros necesarios para realizar una homologación de comparables, para lo cual se realiza lo siguiente:

- ✓ Se analizará el mercado de comparables, para obtener precios actuales de operaciones de compraventa de dichos inmuebles o, en su caso, de ofertas en firme.
- ✓ Se seleccionará entre los precios obtenidos, una muestra representativa de los que correspondan como comparables, a la que se aplicará el procedimiento de homologación correspondiente.
- ✓ Se realizará la homologación de comparables con los criterios que resulten adecuados y justificables para el inmueble de que se trate.
- ✓ Se estimará el valor del inmueble, libre de gastos de comercialización, en función de los precios homologados.

Adicionalmente, se deberá justificar la aplicación de valores unitarios, las fuentes de consulta de la investigación de mercado, criterios de valuación y todos aquellos conceptos que incidan en el valor del bien. En su caso, se ampliará la descripción del inmueble, haciendo énfasis en aquellos aspectos relevantes del mismo o de la zona.

⁶ Sociedad Hipotecaria Federal, Reglas de Carácter General que Establecen la Metodología para la Valuación de Inmuebles Objeto de Créditos Garantizados a la Vivienda, Diario Oficial de la Federación (27-09-2004), Pág. 110

El valuador deberá informar en su reporte de avalúo, las referencias de mercado utilizadas para la estimación del valor unitario de terreno y/o de construcciones, con su correspondiente tabla de homologación y se indicará el procedimiento de ajuste a seguir para hacer comparables las investigaciones de mercado.

Los criterios que se deberán observar en el desarrollo del procedimiento de homologación, establecidos por la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV) en el anexo 42⁷, indica que deberán utilizarse cuando menos 3 comparables y los criterios podrán ser, de manera enunciativa más no limitativa, entre otros aspectos:

- ✓ Revisar que los factores de ajuste aplicados sean los pertinentes y contemplen todos los aspectos relevantes del sujeto.
- ✓ Los ajustes deberán ser consistentes, entre los comparables y el sujeto.
- ✓ Los ajustes deberán derivarse de observaciones del mercado.
- ✓ Dar un mayor peso al comparable que menos ajustes requiera.
- ✓ Favorecer la aplicación de factores de ajuste que menores suposiciones impliquen.
- ✓ Observar el rango de amplitud entre los valores obtenidos para cada comparable, después de los ajustes.
- ✓ Analizar la razonabilidad de los resultados obtenidos en el proceso de homologación.

De manera descriptiva, más no limitativa dependiendo de la disponibilidad y fidelidad de la información recabada en los bancos de información, ya sea en revistas o páginas de internet especializadas en compra venta de bienes raíces, banco de datos propias o de colegas o asociaciones de valuadores profesionales, se utilizan factores de ajuste a considerar dependiendo de las características necesarias para la estimación de valor.

Por ejemplo, para la valuación de una casa habitación pueden ser considerados para efecto de valuación, entre otros, la superficie del terreno y la superficie de construcción, el uso, la zona, la ubicación, la forma, la topografía y la comercialización o negociación, como factores característicos para homologarlos con la propiedad sujeto, los cuales se verán más adelante. Procedimientos y requerimientos que fueron incorporados en la presente propuesta de sistematización utilizando el Proceso Analítico Jerárquico de análisis de información.

⁷ Comisión Nacional Bancaria y de Valores, Anexo 42: Lineamientos Generales para la Valuación Bancaria, DOF (S/F), Numeral 6.2.3.1.

3.2. El enfoque de mercado (Comparativo)

En las siguientes líneas se desarrolla el enfoque motivo de la presente propuesta de sistematización y automatización de comparables que corresponde a uno de los tres métodos de valuación, denominado Enfoque Comparativo de Mercado, en el cual se realizará la aplicación del Proceso Analítico Jerárquico, para la determinación de la ponderación de comparables y sus criterios.

Para obtener una estimación de valor, el valuador utiliza tres métodos convencionales: el comparativo de mercado, el enfoque de costos y el de capitalización de ingresos o rentas, los cuales son necesarios para determinar de manera ponderada o a criterio del valuador, dependiendo del objeto y propósito del avalúo, lo cual se resume a continuación:

Enfoque de Costos: El valuador calcula el costo de construir una estructura comparable en un predio similar.

Enfoque de capitalización de rentas: Con esta técnica, el valuador calcula o estima el valor de una propiedad basándose en los ingresos que por rentas un inmueble similar es capaz de producir.

Enfoque comparativo de mercado: Que es utilizado en los tres enfoques invariablemente, es la técnica mediante la cual el valuador compara el valor de la propiedad con la de otras similares, que se preferentemente se hayan vendido recientemente.

El mercado se define como el espacio físico o virtual donde confluyen compradores y vendedores de bienes y servicios, intercambiándolos e interactuando a través del sistema de costos, valores y precios.

Cuando existe equivalencia entre los valores dispuestos a ser pagados por los compradores y los que están dispuestos a recibir los vendedores para intercambiar determinados bienes y servicios, es decir existe demanda y oferta, se dice que existe equilibrio de mercado.

En este sentido, el mercado es el conjunto de mecanismos por medio del cual la sociedad resuelve la mayor parte de los problemas económicos, como: qué, cuánto, cómo y para quién producir.

Partiendo de esos aspectos, el objetivo del enfoque de mercado o comparativo de mercado, es el de establecer el valor de cambio de los inmuebles, su fundamento radica en la consideración de que éstos tienen una determinada escasez y que son deseados, necesitados o requeridos en el mercado donde se comercializan, lo cual significa que su aplicación queda condicionada a su existencia que, como definición económica señala, está integrada por la oferta y la demanda.

Como se ha comentado, el valor de mercado es el precio más probable que pueda obtenerse por una propiedad en una venta que ocurre en condiciones normales de mercado.

La teoría establece que el valor de la propiedad sujeto u objeto de valuación, está relacionada directamente con los valores de venta o de oferta de propiedades llamadas comparables, basada en la investigación de mercado, donde el valuador debe reunir, clasificar, analizar e interpretar un conjunto de datos que arroja el mercado.

El método propone que el valuador localice del universo investigado dependiendo la institución a la que se presentará el avalúo, entre tres y seis propiedades comparables que hayan sido vendidas recientemente y que sean similares a la propiedad sujeto. Por lo que con las diferencias entre los precios de oferta o venta de estas propiedades el valuador realiza ajustes (homologaciones) a cada una de ellas aplicando el siguiente razonamiento:

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{Precio de Venta o} \\ \text{Valor de Oferta} \\ \text{(Comparables)} \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{|c|} \hline \text{Factores de Ajuste} \\ \text{(Homologación)} \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline \text{Valor Estimado} \\ \text{Sujeto} \\ \hline \end{array}$$

Generalmente, los precios de venta que se comparan representan el rango probable del valor de la propiedad, y a partir de este rango, se puede llegar a un estimado del valor del mercado de la propiedad.

En este enfoque, las propiedades comparables se ajustan siempre por factores, denominados de homologación, con la finalidad de hacerlas tan parecidas a la propiedad sujeto como sea posible, es decir, una propiedad que tiene mejores características que la propiedad sujeto se debe ajustar con factores menores a la unidad, y una propiedad comparable con peores o menores características al sujeto, se debe ajustar con factores de homologación mayores a la unidad, en tal sentido, las que tienen características idénticas o iguales a sujeto tendrán el valor de la unidad (1).

Como se ha referido anteriormente, la técnica de comparación de mercado parte de una investigación empírica, en la cual el valuador reúne, clasifica, analiza e interpreta los datos de mercado, para estar en condiciones de estimar el precio de venta más probable de una propiedad.

Según el autor William L. Ventolo⁸, los pasos básicos que deben darse para la aplicación de ésta técnica son:

Identificar fuentes de valor o características de la propiedad sujeto que producirán demanda de mercado, tomando en cuenta los puntos de vista del comprador medio, así como todos los factores que pueden influir en él.

Encontrar propiedades comparables recientemente vendidas preferentemente, que sean alternativas razonables para el comprador medio.

Comparar las propiedades comparables con el Sujeto y realizar la homologación entre ellas (ajustes por diferencias).

Llegar a *determinar un valor* de la propiedad a la fecha del avalúo.

Por regla general, la técnica de comparación de mercado es de mayor utilidad cuando se valúan viviendas. La técnica de cálculo de costos se aplica mejor a la valuación de propiedades productoras de ingresos y poco ofrecidos en el mercado y la técnica de capitalización de rentas resulta más útil cuando se valúan propiedades para inversión.

⁸ Ventolo, 2008, México, Pág. 82

3.2.1. Determinación de comparables de mercado de inmuebles en venta

Una vez realizada la investigación de mercado, y que existe presencia de oferta y demanda, se deberá de extraer de él, los valores representativos con que los bienes son cambiados de las manos de oferentes a la de los demandantes.

Como se ha señalado, en la investigación de mercado, es difícil conocer de hecho operaciones concretas de intercambio de bienes inmuebles o contar con información privilegiada, para determinar el valor involucrado en dichas operaciones; lo que se difunde normalmente en el medio es el precio pretendido por los oferentes. Sin embargo, es evidente y definitivo que dichas operaciones se realizan por otras cantidades que, seguramente, se ubicarán entre los precios de oferta y demanda prevalecientes en el mercado.

Cuando se emplea el enfoque comparativo de mercado, se obtiene una estimación de valor de una propiedad comparando el bien que se valúa o propiedad sujeto con el mercado de venta de propiedades similares y cercanas recientes, llamados comparables.

Es importante recalcar que para lograr el objetivo de una valuación como apoyo al proceso de toma de decisiones, los métodos orientados hacia la cuantificación del valor de uso y el valor de cambio de los bienes, se sustentan en la indagación de valores alcanzados por otros inmuebles, para efectos de comparación, con características físicas idénticas o similares en los mercados propios de su comercialización⁹.

El valuador debe reunir, clasificar, analizar e interpretar un conjunto de datos que arroja el mercado; su razonamiento es que un comprador bien informado no pagara más que el precio de una propiedad comparable como lo establece el principio de sustitución, que dicta:

“El valor máximo pagado por una propiedad tiene que estar en relación con el valor de adquisición o sustitución, de esta propiedad semejante, de igual utilidad, durabilidad y características. El costo de construcción no se toma en cuenta en el de sustitución; por lo que no se justificará pagar más por una propiedad de lo que se paga por una que tenga las mismas características.”¹⁰

⁹ Hernández Ruíz, Enrique Augusto, Valuación Inmobiliaria, Editorial Trillas 2012, México, Pág. 83

¹⁰ Antuñano Iturbide, Antonio, El Avalúo de los Bienes Raíces, 1ª. LIMUSA 2011, México, Pág. 12

Los ajustes al precio de venta de una propiedad comparable se realizan mediante factores denominados de homologación, premiando el valor de aquellas características presentes en la propiedad comparable, cuando estas sean de menor calidad o valor a las del sujeto en estudio, y demeritando o castigando el valor de características presentes en la propiedad comparable, cuando estas características sean de mayor valor o calidad con las que cuenta el sujeto.

En el caso de la valoración urbana, algunas de estas variables serán directamente observables o cuantificables, como la superficie, el número de dormitorios, el número de baños, la antigüedad, entre otras. Pero también serán importantes otras variables cualitativas, como la calidad de la construcción, el entorno comercial, el entorno urbanístico, entre otras. Para cuantificar este tipo de variables se utilizarán las comparaciones pareadas, que permiten cuantificar variables de carácter cualitativo e incorporarlas en el proceso de valoración.

3.2.2. Ponderación de comparables de inmuebles en venta

El propósito de la valuación en general, establece un patrón de medida para comparar los aspectos más importantes de elementos similares entre sí, y de esta manera determinar el valor de un bien, es decir, que para valorar un bien surge la necesidad de evaluarlo primero, pero también se deben tomar decisiones para evaluar y elegir la mejor opción.

Se debe realizar un análisis del segmento de mercado inmobiliario basándose en informaciones concretas sobre transacciones reales y ofertas firmes apropiadamente corregidas en su caso. Preferentemente, se debe obtener la información de viviendas con sus valores de oferta o precios actuales de compraventa. Los comparables o viviendas de referencia son inmuebles que se consideran similares al inmueble objeto de valoración, o adecuados para aplicar el proceso de homologación.

Cuanto más similares son los comparables al bien valuado, mayor precisión se alcanza en la estimación del valor de mercado de la misma. En consecuencia, la similitud a este, es un aspecto importante a la hora de seleccionar los comparables.

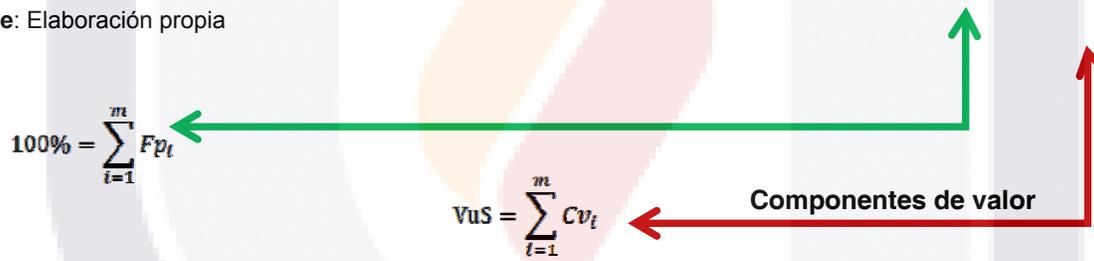
Los esquemas generales de los formatos del proceso de valuación de inmuebles, principalmente los bancarios, presentan similitudes en cuanto a su presentación, que de

acuerdo a la investigación y los formatos obtenidos pueden presentarse a manera de ejemplo esquemático como se muestra en el Tabla 2. Este cuadro, representa el formato de homologación de comparables con información investigada de mercado, en la generalidad dependiendo de la instancia o entidad solicitante, se seleccionan de tres a seis comparables, y a su vez determina cuales criterios son los que en su análisis contribuyen de manera positiva o negativa a la determinación del valor del inmueble valuado.

Tabla 2 Esquema de datos de homologación de mercado

Comparables	Vu (\$)	Factores de homologación (Criterios)					Fr	Vuh	Fp	Cv
		C ₁	C ₂	C _j	...	C _n				
A ₁	Vu ₁	X ₁₁	X ₁₂	X _{1j}	...	X _{1n}	Fr ₁	Vuh ₁	Fp ₁	Cv ₁
A ₂	Vu ₂	X ₂₁	X ₂₂	X _{2j}	...	X _{2n}	Fr ₂	Vuh ₂	Fp ₂	Cv ₂
A _i	Vu _i	X _{i1}	X _{i2}	X _{ij}	...	X _{in}	Fr _i	Vuh _i	Fp _i	Cv _i
...
A _m	Vu _m	X _{m1}	X _{m2}	X _{mj}	...	X _{mn}	Fr _m	Vuh _m	Fp _m	Cv _m

Fuente: Elaboración propia



En su caso, el valuador selecciona los comparables de mercado que más se ajusten o que cuentan con características de similitud en relación al sujeto valuado. Este proceso, involucra una vasta capacidad para identificar dichos comparables. Una vez identificada esta base de comparables, el valuador realiza el proceso de homologación de los comparables.

La información de mercado, refleja los valores de oferta o los precios de venta de inmuebles comparables, en base a este, por ejemplo, si se trata de la valuación de una vivienda, se obtiene un valor unitario por metro cuadrado de construcción, identificado como Vu_i, que representa el valor unitario del comparable *i*, producto del cociente del valor o precio del comparable *i* entre la cantidad de metros cuadrados de la superficie de construcción del mismo.

El valuador, realiza su proceso de homologación en base a las características o criterios establecidos a su consideración, para su mayor referencia representados por C_j , que es la característica j del comparable i , es decir X_{ij} , otorgándoles un premio o castigo según la similitud que este tenga con el sujeto, es decir, para los comparables con características iguales o idénticas a las del sujeto, el valor es la unidad o 1; para los comparables con características mejores a las del sujeto el valor es menor a la unidad, en caso contrario, si el comparable cuenta con características menores a las del sujeto en la misma escala de homologación, su valor será mayor a la unidad.

Bajo estas premisas, el valuador aplicará el producto de todos estos factores, por ejemplo, para el comparable i , se multiplican todos los factores desde X_{ij} hasta X_{in} , obteniendo un factor resultante Fr_i , este procedimiento se aplica para todos los comparables desde A_1 hasta A_m .

Enseguida, se calcula el valor unitario homologado por metro cuadrado de construcción, identificado como Vuh_i , para cada comparable i hasta m , hasta aquí, todo tiene un sustento metodológico convencional, sin embargo, cuando se requiere calcular o determinar el factor de ponderación del comparable Fp_i , para $i=1$ hasta m , el valuador en la mayoría de los casos, no cuenta con una herramienta para determinar su ponderación, por lo que recurre a otorgarle subjetivamente valores, como por ejemplo, 16.66 por ciento a cada uno en el caso de utilizar seis comparables, o de 33.33 por ciento en cada uno, en caso de utilizar 3 comparables del mercado.

En ocasiones el valuador dependiendo del valor unitario homologado Vuh y su relación con el factor resultante Fr , otorga diferentes valores a priori, dependiendo de su criterio, considerando que no todos los comparables contribuyen de igual forma o tienen el mismo peso para la determinación de los componentes de valor, identificados como Cv_i .

Finalmente el valor unitario homologado ponderado por metro cuadrado de construcción, es la sumatoria de estos componentes de valor desde el comparable i hasta el comparable m , cuyo resultado se aplica multiplicándolo por los metros cuadrados de construcción del sujeto, para estimar su valor comercial o de mercado homologado.

Considerando lo anterior, la finalidad de la propuesta de automatización del Proceso Analítico Jerárquico, es proporcionar al valuador profesional una herramienta

accesible y de manejo amigable por medio de una hoja de cálculo en Excel, que le permita sustentar con mayor objetividad estos factores de ponderación, y utilizarlos en los formatos de valuación convencionales, para la determinación de valores de mercado de inmuebles en venta para el enfoque de mercado (comparativo) o inmuebles en renta para el enfoque de capitalización de ingresos, así como para terrenos en venta utilizados en el enfoque físico, que como se muestra en el Tabla 3, el factor de ponderación, está determinado por el valuador con un valor de 16.7 por ciento, considerando igual peso o contribución al valor de todos los comparables.

Tabla 3 Ejemplo de homologación de mercado

	Valor oferta o venta	Superficie		Valor Unitario (Vu)	Factores de homologación						Valor Ajustado	Factor de Ponderación (Fp)	Componente de valor	
		Terreno	Construcción		Zona	Ubicación	Superficie	Edad	Calidad	Comercialización				Factor Resultante
1	\$1,250,000	210.00	160.00	\$7,813	1.00	1.00	1.01	0.96	1.00	0.95	0.92	\$7,196/M ²	16.7%	\$1,199/M ²
2	\$1,200,000	200.00	220.00	\$5,455	1.00	1.00	1.04	0.95	1.00	0.95	0.94	\$5,120/M ²	16.7%	\$853/M ²
3	\$1,050,000	150.00	150.00	\$7,000	0.93	1.00	1.00	0.95	1.00	0.95	0.84	\$5,896/M ²	16.7%	\$982/M ²
4	\$1,500,000	160.00	250.00	\$6,000	1.00	1.00	1.06	0.94	1.00	0.95	0.95	\$5,679/M ²	16.7%	\$946/M ²
5	\$1,200,000	160.00	220.00	\$5,455	1.00	1.00	1.04	0.96	1.00	0.95	0.95	\$5,174/M ²	16.7%	\$862/M ²
6	\$1,250,000	270.00	150.00	\$8,333	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	0.90	\$7,500/M ²	16.7%	\$1,250/M ²
VALOR UNITARIO AJUSTADO Y PONDERADO:												100.0 %	\$6,093/M²	

Fuente: Elaboración propia

En el proceso de investigación de formatos de avalúo bancario, conforme a las reglas de la Comisión Bancaria y de Valores, algunos bancos, así como del Sistema de Avalúos del Impuesto sobre la Adquisición de Bienes Inmuebles (ISABI) implementado por el Gobierno Municipal de Aguascalientes, determinan la utilización de cuando menos tres comparables recientes, que se esquematizan en el Tabla 4.

Donde la sumatoria de los componentes de valor ponderados por el factor Fp_i desde $i=1$ hasta 3, determinan el valor unitario homologado de mercado del inmueble sujeto de estudio, es decir, el valor unitario homologado del sujeto $Vu_h = \sum Cv_1 + Cv_2 + Cv_3$. Lo que infiere que también el valuador requiere realizar la ponderación de comparables.

Tabla 4 Esquema de datos de homologación de mercado con 3 comparables

Criterios		Comparables		
		A ₁	A ₂	A ₃
Valor Unitario Vu (\$)		Vu₁	Vu₂	Vu₃
Factores de homologación (Criterios)	C ₁	X ₁₁	X ₂₁	X ₃₁
	C ₂	X ₁₂	X ₂₂	X ₃₂
	C _j	X _{1j}	X _{2j}	X _{3j}

	C _n	X _{1n}	X _{2n}	X _{3n}
Factor Resultante (Fr)		Fr₁	Fr₂	Fr₃
Valor Unitario Homologado (Vuh)		Vuh ₁	Vuh ₂	Vuh ₃
Factor de Ponderación (Fp)		Fp₁	Fp₂	Fp₃
Componente de Valor (Cv)		Cv₁	Cv₂	Cv₃



Fuente: Elaboración propia

En los siguientes capítulos, se desarrolla la metodología que sustenta directamente la propuesta de incorporación del Proceso Analítico Jerárquico, aplicado a la determinación de estos factores de ponderación (Fp), que el valuador puede utilizar de manera sencilla y amigable, mediante una hoja de cálculo, con la introducción de las características de los Comparables y del Sujeto, para facilitar su proceso, el cual es similar al de los procesos de homologación convencionalmente utilizados.

4. Teoría de la decisión multicriterio aplicada a la valuación.

La toma de decisiones es una de las actividades inherentes al ser humano que da idea de su capacidad, autodesarrollo y grado de libertad. Lo anterior ha permitido que su estudio se aborde desde diversas perspectivas dando lugar a una gran variedad de planteamientos y cuestionamientos, entre los cuales existe una amplia gama de métodos tanto cuantitativos, como cualitativos. Cualquier actividad del ser humano involucra, directa o indirectamente, la valoración de un grupo determinado de posibilidades de alternativas, para los cuales la mayoría de veces uno de ellos está en conflicto con los otros.

Los nuevos métodos de valuación a nivel internacional tienden a la disminución de la subjetividad en las ponderaciones comúnmente utilizados para los comparables, tal es el caso de los modelos de multicriterio, derivados de la teoría de la toma de decisiones, que de acuerdo al análisis del autor Juan Carlos Leyva, quién ha formulado varios conceptos relativos al tema, establece que:

“Los problemas de toma de decisiones, de acuerdo con su naturaleza, políticas del decisor y objetivos generales de la decisión a tomar, pueden requerir de la elección de una alternativa de decisión, el ordenamiento de las alternativas de la mejor a la peor, o la asignación de las alternativas en clases predefinidas. El segundo tipo de problema de decisión es conocido como problema de ordenamiento.”¹¹

Estos métodos se aplican con frecuencia a una gran variedad de campos del conocimiento, incluyendo la administración, mercadotecnia, recursos humanos, planeación estratégica, entre otras, que son aplicados también a la valuación en general, pero que para el desarrollo de este trabajo de tesis se enfoca específicamente al ámbito de la valuación inmobiliaria.

De igual manera el autor Leyva (2010), indica que la ayuda para la toma de decisiones con el Análisis de Decisión Multicriterio (MCDA, por sus siglas en inglés de Multiple Criteria Decision Analysis) posee varias características que lo hacen atractivo y diferente en relación con el apoyo a la decisión.

Los avances tecnológicos de las décadas recientes, como por ejemplo, los programas y hojas de cálculo electrónicas, han permitido crear contextos y enfoques

¹¹ Leyva López, Juan Carlos, Métodos de Ordenamiento Multicriterio, 1ª., Plaza y Valdés Editores, 2010, México, Pág. 9

metodológicos más integrados, flexibles y realistas, para el tratamiento de problemas complejos de decisión, y se han establecido dos categorías de problemas de toma de decisiones que han resultado prácticos y muy útiles estas son: La categoría de los problemas de decisión discretos, descritas por un grupo de atributos o criterios de valuación, y la categoría de los problemas de decisión continuos, donde el conjunto de alternativas es posiblemente infinito.

Según Carlos Romero, señala en el prólogo del libro de los autores Jerónimo Aznar Bellver y Francisco Guijarro denominado Nuevos Métodos de Valoración: Modelos Multicriterio:

“Una forma posible, aunque no única, de abordar el problema anterior (de decisión) consiste en recurrir al fértil arsenal metodológico de la teoría de la decisión multicriterio. En efecto, resulta consustancial a este paradigma decisional la duplicidad de espacios de referencia, Así, en el campo de la optimización multicriterio tenemos siempre el espacio de las variables de decisión y el espacio de los criterios (i.e., objetivos o metas).”¹²

Con el uso adecuado de las Herramientas Analíticas Multicriterio, es posible trasladar este tipo de propuesta al campo de la valoración inmobiliaria. En efecto, desde el momento que se conceptualiza en el sentido de las características de los bienes que se utilizan para la comparación y se proceda a su necesaria agregación con la ayuda de estas herramientas, se estará orientando en una dirección valorativa novedosa y práctica.

En el proceso de valoración, existen métodos multicriterio creados por importantes autores, como el método desarrollado por el matemático Thomas L. Saaty en 1977 y publicado en 1980, al que denominó Proceso Analítico Jerárquico (AHP por su siglas en inglés), el cual consiste en formalizar la comprensión intuitiva de un problema multicriterio complejo, mediante la construcción de un modelo jerárquico, que le permite al agente decisor estructurar el problema en forma visual, donde el modelo jerárquico básicamente contiene tres niveles:

- ✓ Meta u Objetivo,
- ✓ Criterios y
- ✓ Alternativas.

¹² Aznar Bellver, Jerónimo y otros, Nuevos Métodos de Valoración: Modelos Multicriterio, Editorial Universitat Politècnica de València 2012, España, Pág. 8

Una de las mayores ventajas de la metodología es que permite tomar decisiones a partir de información cualitativa, no solo cuantitativa.

El ámbito de valuación inmobiliaria, está altamente relacionado a los procesos de toma de decisiones, por lo cual, se justifica la propuesta de un método sencillo, práctico, comprobable y que proporcione información certera, sin demeritar la eficacia que han tenido los métodos convencionales, por lo que se estima conveniente utilizar la Proceso Analítico Jerárquico, el cual se basa en el concepto de asignación de ponderaciones por pares, en donde se analizan:

- ✓ Los criterios contra ellos mismos,
- ✓ Los comparables en función de cada criterio, de tal forma que se confrontan todos los comparables con todos los criterios,
- ✓ Finalmente, se vincula el análisis de los criterios con el de los comparables y se obtiene los factores de contribución para el cálculo del valor de un bien.

4.1. Modelos multicriterio.

Los modelos de valoración multicriterio, especialmente los de aplicación al campo de la valuación, actualmente están siendo utilizados con mucho éxito en valuaciones tan diversas como activos inmobiliarios, deportivos, y ambientales, entre otros.

Es de común acuerdo en la comunidad de valuadores, que al día de hoy, las exigencias y cambios en los gustos del ser humano han variado de tal forma que la estructura del valor se ve más determinada por elementos cualitativos que cuantitativos. Ante este reto el valuador ha venido utilizando metodologías, que en muchos casos tienen su origen en otros campos de la ciencia, pero que han sido adaptadas para integrar la cuantificación de variables cualitativas.

Los modelos multicriterio están basados en herramientas matemáticas que garantizan una mayor confiabilidad en la determinación del valor de un bien a valorar, de los cuales entre otros se encuentran los siguientes:

- ✓ Programación por Metas
- ✓ Proceso Analítico Jerárquico
- ✓ Mixto
- ✓ Proceso Analítico en Red
- ✓ Regresión Espacial

Estos métodos permiten considerar problemas de decisión con múltiples objetivos y con información cuantitativa y cualitativa. Por ejemplo, se puede determinar mediante procesos matemáticos las opciones que tiene una empresa interesada en seleccionar el mejor sitio para la instalación de su planta de producción, o para un profesionalista, seleccionar la mejor opción de trabajo dependiendo de los criterios y su ponderación.

Es decir, en el primer caso, el costo del terreno y de la construcción puede variar de un sitio a otro, por lo que un criterio para la selección del mejor sitio podría ser minimizar el costo total de la construcción y la adquisición del terreno, sin embargo, la empresa podría estar interesada en considerar otros criterios adicionalmente como la disponibilidad de infraestructura y servicios para el transporte, como la facilidad para la contratación de personal, el costo de la energía y las cargas impositivas locales. Este caso, ilustra la complejidad de ciertos problemas de decisión, en los cuales una alternativa puede ser considerada como la mejor en función de un objetivo y la peor en función de otro.

En casos similares al anterior, los problemas de decisión tienen que ver con dos o más criterios, los cuales están en conflicto entre sí en el momento que el decisor o valuator busca identificar la mejor alternativa. Esto hace que para alcanzar la meta de seleccionar la alternativa prioritaria es necesario realizar el análisis entre los múltiples criterios.

Estos métodos, parten de la base que el decisor o valuator, debe establecer la importancia relativa de cada uno de los criterios para luego definir una estructura de preferencias entre las alternativas identificadas. El resultado final concluye en una clasificación de las alternativas, indicando la preferencia general asociada a cada una de ellas, lo que permite identificar la mejor alternativa a recomendar.

Los métodos multicriterio, permiten abordar problemas que se caracterizan por una escasa disponibilidad de información y/o por una fuerte influencia de variables de carácter cualitativo y subjetivo. Por este motivo, la aplicación de esta familia de métodos a la valoración de activos resulta especialmente interesante, superando algunas de las deficiencias inherentes a los métodos de valoración tradicionales.

4.2. Generalidades del modelo: Proceso Analítico Jerárquico (PAJ) aplicado a la valuación de inmuebles.

Tomando como referencia el concepto expuesto por José María Moreno Jiménez, catedrático de la Facultad de Económicas de la Universidad de Zaragoza España, en su exposición realizada en el Posgrado en Decisión Multicriterio en Bahía Blanca en el año 2006, opina que:

“El Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process, AHP) es una teoría general sobre juicios y valoraciones propuesta por Thomas L. Saaty (Saaty, 1977, 1980) que, basada en escalas de razón, permite combinar lo científico y racional con lo intangible para ayudar a sintetizar la naturaleza humana con lo concreto de nuestras experiencias capturado por la ciencia”¹³

Se basa en el concepto de asignación de ponderaciones por pares, en donde primero se analizan los criterios contra ellos mismos, posteriormente cada comparable en función de cada criterio, de tal forma de confrontar todos los comparables con todos los criterios, finalmente se vincula el análisis de los criterios con el de los comparables y se obtiene los factores de contribución para el cálculo del valor de un bien.

Thomas Saaty, construyó una tabla con la cual se establecen criterios de comparación entre dos objetos, este concepto de comparación es la base del modelo Proceso Analítico Jerárquico (PAJ). El cual parte de una metodología de trabajo sencilla, basada en la descomposición del problema o el objetivo en una estructura jerárquica.

¹³ Moreno Jiménez, José María, Presentación en el Posgrado en Decisión Multicriterio en Bahía Blanca, Puerto Rico, 2006.

En este sentido, con la finalidad de mostrar al lector claridad en la descripción o desarrollo del modelo propuesto, a continuación se presentan los esquemas de matriz necesarios, para su mejor comprensión, como la que se presenta a continuación¹⁴:

Tabla 5 Esquema de matriz de decisiones

Comparables	Criterios					
	C ₁	C ₂	...	C _j	...	C _n
A ₁	X ₁₁	X ₁₂	...	X _{1j}	...	X _{1n}
A ₂	X ₂₁	X ₂₂	...	X _{2j}	...	X _{2n}
...
A _i	X _{i1}	X _{i2}	...	X _{ij}	...	X _{in}
...
A _m	X _{m1}	X _{m2}	...	X _{mj}	...	X _{mn}

Fuente: Elaboración propia

Dónde:

A_i Representa el iésimo comparable

C_j Representa el jtaésimo criterio ó característica

X_{ij} Representa la jtaésima característica del iésimo comparable

Se presentara la medición en escalas, mediante la cual el PAJ permite realizar mediciones de factores tanto subjetivos como objetivos a partir de estimaciones numéricas, verbales o gráficas, lo cual le provee una gran flexibilidad, permitiendo esto, gran variedad de aplicaciones en campos tan distintos unos de otros. El hecho de tener definida una escala general, aplicable a cualquier situación, permite la universalidad del método y lo hace sencillo de aplicar para quien toma la decisión.

El método de valoración mediante el proceso analítico jerárquico se basa como su nombre lo indica en el establecimiento de jerarquías entre variables de tal forma de validar si la ponderación asignada en su conjunto es válida o no para ese conjunto de variables para posteriormente validar para cada variable, un subconjunto de variables que para el caso de la valuación tienen los criterios y comparables seleccionados, por lo que primero se analizaría la relación entre los criterios y luego por cada criterio se analizarían los comparables, con estos análisis se pretende determinar el grado de aportación que tiene cada criterio con relación al valor un bien objetivo, este proceso se describe a continuación:

¹⁴ Leyva López, Juan Carlos, Análisis Multicriterio para la Toma de Decisiones. Métodos y Aplicaciones, 1ª, Plaza y Valdés Editores, 2010, México, Pág. 251

Tabla 6 Escala fundamental de comparación por pares (Saaty 1980)

ESCALA DE SAATY		
ESCALA NUMÉRICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACIÓN
1	a y b son de igual importancia (indiferentes)	Los criterios contribuyen de igual manera al objetivo
3	Existe una preferencia moderada de a sobre b	La experiencia y el juicio favorecen un poco a un criterio frente al otro
5	Existe una preferencia fuerte de a sobre b	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente a un criterio frente al otro
7	Existe una preferencia muy fuerte de a sobre b	El criterio es favorecido muy fuertemente sobre el otro. En la práctica se puede demostrar su dominio
9	Existe una preferencia extrema de a sobre b	La evidencia favorece en la más alta medida a un factor frente al otro.
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores	

Fuente: Elaboración propia en base al libro Nuevos Métodos de Valoración: Modelos Multicriterio, Aznar Bellver, Jerónimo, página 125

Construcción de los criterios o variables explicativas con los cuales se pretende justificar y validar el valor de un bien objetivo (Sujeto), para ello se elabora una matriz cuadrada de ponderaciones en donde se coloca en cada celda la proporción que guarda un criterio con relación a otro.

Posteriormente se valora la consistencia de la matriz anterior a través del cálculo del Ratio obtenido con valores observados y comparándolo con un Ratio esperado, estableciéndose que si el Ratio observado es menor que el esperado, se considerará que la matriz es consistente y en consecuencia se puede continuar con el método, de lo contrario, se deberán replantear los comparables.

El proceso anterior se realizará con cada matriz iniciando con la matriz de ponderaciones de criterios y seguida con las matrices de ponderación de comparables por cada criterio.

Teniendo las matrices de comparación validadas, se inicia el cálculo de los vectores característicos o propios, los cuales permiten medir el grado de relación o participación de cada variable con relación a un objetivo.

Con los vectores propios de los comparables por cada criterio, se forma una matriz de rango del número de comparables más uno, que es el sujeto, por el número de criterios, misma se será multiplicada por el vector propio de la matriz de comparación de criterios que es de rango número de criterios por uno, esta multiplicación nos dará como resultado un vector de número de comparables más uno por uno, este vector indicará el factor de contribución en función del valor, mismo procedimiento que será repetido hasta que el vector estimación deje de cambiar, cuando esto ocurra, se ha encontrado el vector propio.

En resumen este procedimiento, se desarrolla de la siguiente manera:

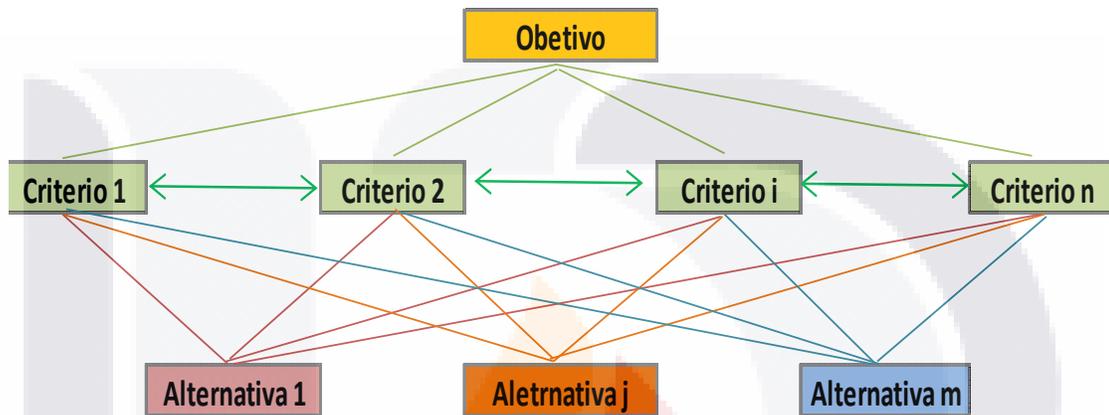
- ✓ Establecer la matriz de ponderaciones
- ✓ Multiplicar la matriz de ponderaciones por ella misma
- ✓ Sumar cada renglón de la matriz resultante para obtener el vector suma
- ✓ Sumar los elementos del vector suma
- ✓ La primera estimación del vector característico será la ponderación del vector suma y el total de él, es decir dividir cada elemento del vector suma entre el total de las componentes de dicho vector

En una primera etapa se construye una jerarquía básica, conformada por el objetivo general, que en nuestro caso representa el determinar el valor comercial de un Sujeto por Valuar y los criterios que se representan por las características seleccionadas por el valuador para su análisis. La jerarquía se construye de tal modo que los elementos de un mismo nivel sean del mismo orden de magnitud y puedan relacionarse con algunos o todos los elementos.

En una jerarquización típica, en el nivel más alto se localiza el problema de decisión (Sujeto). Los elementos que afectan a la decisión son representados en los niveles inmediatos inferiores, de forma que los criterios ocupan los niveles intermedios. Por último, suele representarse en el nivel más bajo, a las opciones de decisión o alternativas que son los comparables, aunque éstas más que conformar la estructura jerárquica constituyen las distintas respuestas posibles al problema o las posibilidades diferentes de satisfacer en algún grado el objetivo general, que es estimar el valor del Sujeto.

Su construcción es la parte más creativa de la presente propuesta de aplicación, la cual requiere de un consenso entre todas las partes implicadas en el proceso de decisión. Esto es particularmente válido en el caso de proyectos complejos abordados por equipos multidisciplinares. La Figura 4 muestra un esquema del modelo jerárquico.

Figura 4 Modelo jerárquico



Fuente: Elaboración propia en base a estructura presentada por Jerónimo Aznar Bellver y otros, Nuevos Métodos de Valoración: Modelos Multicriterio, página 124

5. Presentación del Modelo Sistematizado.

Considerando los aspectos teóricos y metodológicos anteriores, así como las referencias de los profesionales de la valuación, expresadas principalmente en el Colegio de Valuadores del Estado de Aguascalientes, además de los conocimientos y prácticas realizadas durante la formación académica, se presenta la presente propuesta denominada: “**PAJ Luna 14**”, a fin de automatizar utilizando una hoja electrónica de cálculo, Excel, la Homologación de Comparables utilizando el Proceso Analítico Jerárquico, PAJ.

Es importante resaltar que lo anterior se realiza a fin de obtener dos aspectos fundamentales:

- ✓ Otorgar Objetividad y Precisión en la ponderación tanto de los criterios como de los comparables seleccionados para llevar a cabo el proceso de homologación establecido tanto metodológica como normativamente para llevar a cabo la determinación del Valor de Mercado de un Inmueble, más sin embargo es posible su aplicación en otros campos y funciones
- ✓ Generalizar la utilización del Proceso Analítico Jerárquico, PAJ, como proceso de homologación de criterios y comparables, reduciendo al mínimo el número cálculos y procedimientos para obtener dicha homologación.
- ✓ La importancia de lo anterior radica en que la presente propuesta permite reducir aproximadamente de 34 a 6 el número de pasos o procedimientos requeridos para llegar el resumen de valores, mismos que de forma resumida se presentan a continuación:

Tabla 7 Pasos y procedimientos requeridos para aplicar el Proceso Analítico Jerárquico

Forma Convencional y/ó Manual	PAJ Luna 14 Sistematizado
1. Ingreso de la información del sujeto y los comparables.	1. Ingreso de la información del sujeto y los comparables.

Forma Convencional y/o Manual	PAJ Luna 14 Sistematizado
<ol style="list-style-type: none"> 2. Convertir las variables indirectas en directas. 3. Establecer el orden previo de criterios, con base en la Escala Fundamental de Saaty 4. Identificar los criterios cuantitativos y cualitativos. 5. Establecer la matriz de ponderación pareada de criterios en función de cada criterio 6. Determinar la matriz triangular superior de comparación pareada de criterios 7. Determinar la matriz triangular inferior de comparación pareada de criterios 8. Determinación de la matriz de comparación pareada de criterios en función de cada criterio. 9. Obtener la matriz de comparación pareada normalizada de criterios 10. Determinar el vector promedio y vector total de criterios 11. Obtener el valor de λ_{MAX} a partir de la razón entre el vector total y el vector promedio 12. Calcular el Índice de Consistencia 13. Obtener el Ratio de Consistencia de la Matriz 14. Realizar el cálculo del vector característico, de 2 a 6 estimaciones. 15. Obtener el vector propio de criterios 16. Determinar el vector propio de comparables en función de cada criterio cualitativo 17. Establecer el orden previo de comparables en función de cada criterio. 18. Determinar la matriz triangular superior de 	<ol style="list-style-type: none"> 2. Convertir las variables indirectas en directas. 3. Establecer el orden previo de criterios, con base en la Escala Fundamental de Saaty 4. Identificar los criterios cuantitativos y cualitativos. 5. Establecer el orden previo de los comparables en función de cada criterio. 6. Emisión del resumen de resultados.

Forma Convencional y/o Manual	PAJ Luna 14 Sistematizado
<p>comparación pareada de comparables por cada criterio.</p> <p>19.Determinar la matriz triangular inferior de comparación pareada de comparables por cada criterio.</p> <p>20.Determinar la matriz de comparación pareada de comparables por cada criterio.</p> <p>21.Obtención de la matriz de comparación pareada normalizada de comparables en función de cada criterio.</p> <p>22.Cálculo del vector promedio y total de cada comparable en función de cada criterio</p> <p>23. Obtener el valor de λ_{MAX} a partir de la razón entre el vector total y el vector promedio</p> <p>24.Calcular el Índice de Consistencia Aleatoria</p> <p>25.Obtener el Ratio de Consistencia de la Matriz</p> <p>26. Realizar el cálculo del vector característico, de 2 a 6 estimaciones.</p> <p>27.Obtener el vector propio de comparables en función de cada criterio</p> <p>28.Determinar el vector propio de comparables en función de cada criterio cuantitativo.</p> <p>29.Transformar las variables de los comparables por cada criterio cuantitativo en variables directas.</p> <p>30.Obtener los vectores propios de comparables en función de cada criterio.</p> <p>31.Integración de la matriz de vectores propios de comparables en función de cada criterio.</p>	

Forma Convencional y/ó Manual	PAJ Luna 14 Sistematizado
32.Determinar el Vector de factores globales 33. Determinación de los Factores de Ponderación de Comparables. 34.Emisión del resumen de resultados.	

Fuente: Elaboración propia.

Además de la practicidad y ahorro de tiempo en la generación del Proceso Analítico Jerárquico, el modelo propuesto se sometió a un proceso de calibración comparando los resultados obtenidos mediante los pasos y criterios convencionales, obteniendo un acercamiento por demás aceptable de los resultados, sin afectación significativa al Valor Concluido, pero sí con una diferenciación o priorización entre los criterios y comparables seleccionados.

A continuación se da a conocer los pasos que el usuario o evaluador que utilice el Modelo **PAJ Luna 14**, deberá de realizar para obtener las ponderaciones y homologaciones requeridas:

5.1. Procedimiento para el ingreso de información y pasos a seguir al interno de la hoja electrónica de cálculo, Excel.

Con la finalidad de dar a conocer el proceso que se realiza mediante la hoja de cálculo en la plataforma de Excel, a continuación se presenta paso a paso, el Módulo de Captura y Procesamiento de la información necesaria tanto del Sujeto en estudio como de los Comparables Investigados de Mercado, que se requieren para determinar los factores de ponderación de los comparables, calculados y obtenidos mediante el Proceso Analítico Jerárquico.

Es importante aclarar que el usuario no debe de contar con conocimientos avanzados en Excel, sino que basta con los conocimientos básicos del uso de una computadora, así como de las funciones básicas de la hoja de cálculo del programa Excel, no será necesario contar con gran capacidad de almacenamiento y procesamiento ni realizar instalaciones adicionales, sino solo contar con una versión del Excel 97 a superior.

Para iniciar el proceso es de vital importancia comprender la asignación de jerarquías tanto a los criterios o características de valuación que el valuador utiliza para homologar los comparables, así como del conocimiento de las características de cada uno de los comparables que se seleccionen. Situación que no adiciona trabajo para su realización, sino que solo se debe de profundizar o puntualizar lo realizado en los procesos convencionales.

Lo anterior debido a que la selección se realiza de forma similar al método convencional, en donde el valuador es capaz de determinar los criterios que contribuyen a determinar el valor, como son: zona, ubicación, superficie de construcción y de terreno, estado de conservación, edad o la vida remanente, número de recamaras y baños, entre otros, y de igual manera, para seleccionar los comparables que mayor similitud o igualdad tienen con el Sujeto en estudio.

El PAJ Luna 14, está diseñado actualmente para introducir hasta 6 comparables y el sujeto, analizados hasta por 8 criterios. Su aplicación está diseñada para la valoración de mercado de inmuebles tanto en venta o renta, así como de terrenos necesarios en los tres enfoques, pero de igual manera puede ser utilizado en otras disciplinas y labores de valuación de activos o intangibles tanto objetivos como subjetivos, cuantificable o no, cualitativos y cuantitativos, entre otros, de acuerdo al perfil y necesidades del valuador.

5.1.1. Módulo de captura de datos del modelo.

Paso 1

Como se menciona en el punto anterior, se inicia el proceso de captura de datos en la pestaña inicial denominada Cuadro de Datos. En esta hoja de cálculo mostrada en la Tabla 8, una vez que el valuador determina los ocho criterios de comparación, que pueden ser los mismos aplicados en el avalúo convencional u otros diferentes, se procede a capturarlos en los encabezados de columna sin importar el orden inicial. Por ejemplo, en este caso se seleccionaron los criterios de Zona, después Superficie de Construcción, hasta el criterio Estado de Conservación.

Enseguida, se captura la información característica de cada uno de los seis comparables y del sujeto en función de cada criterio, y su valor ofertado o de venta investigado, con excepción del valor del Sujeto, que es el que se va a estimar. Por ejemplo, el valor característico del criterio Superficie de construcción del comparable 1 es 160, el del comparable 2, es 220, y su valor ofertado es de \$1'250,000 y \$1'200,00 respectivamente, lo cual se realiza para todos y cada uno de los comparables y criterios sucesivamente; Manipulación directa en el Modelo PAJ Luna 14.

Tabla 8 Formato del Módulo de Captura del Proceso Analítico Jerárquico

CAPTURAR EN LAS LINEAS 4 A 10 LOS VALORES DEL SUJETO Y DE LOS VALORES DE MERCADO INVESTIGADOS DE LOS COMPARABLES DE ACUERDO A CADA CRITERIO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
COMPARABLES	Zona	Superficie de construcción	Superficie de terreno	Edad	Número de recamaras	Número de Baños	Espacios estacionamiento	Estado de conservación	Valor ofertado
COMP 1	El Dorado	160	210	8	3	3	2	Bueno	\$ 1,250,000.00
COMP 2	Boulevares	220	200	7	3	2	2	Regular	\$ 1,200,000.00
COMP 3	Santa Elena	150	150	7	3	2.5	2	Bueno	\$ 1,050,000.00
COMP 4	Vistas del Sol	250	160	4	4	2.5	3	Regular	\$ 1,500,000.00
COMP 5	Pirámides	220	160	8	4	2.5	2	Regular	\$ 1,200,000.00
COMP 6	El Dorado	150	270	30	3	2.5	2	Regular	\$ 1,250,000.00
SUJETO	El Dorado	143.57	270	30	3	2.5	1	Bueno	?

Fuente: Elaboración propia

Paso 2

Una vez capturada la información inicial, el valuador procede a establecer el orden previo de los criterios, es decir, cual o cuales de estos criterios, tienen mayor importancia, considerando 1 como el más importante y en orden numérico ascendente el segundo, el tercero hasta concluir con el que se considere el criterio menos relevante.

Este proceso, se ejemplifica de la siguiente manera, como se muestra en la Tabla 9. El valuador considera como más importante el criterio Zona, por lo que se le asigna el valor del orden previo igual a 1; después, considera que los criterios de superficie de construcción y de terreno, el número de recamaras y espacios de estacionamiento, ocupan el orden previo 2; Edad y Estado de conservación ocupan el lugar 3 y finalmente, el número de baños el lugar 4. En la misma tabla, después de ordenar cada uno de los criterios, el valuador realiza la comparación pareada de criterios en función de cada

criterio conforme a la Escala Fundamental de Saaty, vista en la Tabla 6; Manipulación directa en el Modelo PAJ Luna 14.

Tabla 9 Determinación del orden previo y comparación pareada de criterios en función de cada criterio

CRITERIO	ORDEN PREVIO	VALOR SAATY
Zona	1	1
Superficie de construcción	2	2
Superficie de terreno	2	2
Edad	3	4
Número de recamaras	2	2
Número de Baños	4	5
Espacios de estacionamiento	2	2
Estado de conservación	3	4

ESCALA FUNDAMENTAL DE SAATY		
ESCALA NUMÉRICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACIÓN
1	a y b son de igual importancia (indiferentes)	Los criterios contribuyen de igual manera al objetivo
3	Existe una preferencia moderada de a sobre b	La experiencia y el juicio favorecen un poco a un criterio frente al otro
5	Existe una preferencia fuerte de a sobre b	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente a un criterio frente al otro
7	Existe una preferencia muy fuerte de a sobre b	El criterio es favorecido muy fuertemente sobre el otro. En la práctica se puede demostrar su dominio
9	Existe una preferencia extrema de a sobre b	La evidencia favorece en la más alta medida a un factor frente al otro.
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores	

Fuente: Elaboración propia

Por ejemplo, el criterio con el orden previo 1, que es Zona, se pondera en la escala de Saaty con el valor de 1, por considerar que es el criterio más relevante en la contribución de valor. Al conjunto de criterios con el orden previo 2, se les asigna una ponderación en la escala de Saaty de 2, por considerar que existe una ligera preferencia del criterio Zona respecto a los criterios superficie de terreno y de construcción, así como del número de recamaras y espacios de estacionamiento, y así sucesivamente de acuerdo al orden previo, se determinan las ponderaciones en la escala de Saaty, todas referidas o

comparadas con orden previo 1, que es el criterio Zona, pero no pueden ser de igual valor al último criterio ponderado, es decir, no podrá ser igual o menor a 2; Manipulación directa en el Modelo **PAJ Luna 14**.

Paso 3

En este paso, se identifican los criterios considerados como **variables explícitas cuantitativas**, a los que se les asigna el **valor de 1**, que son aquellos criterios que son medibles o cuantificables, donde los comparables serán ponderados en función de la suma ponderada en el sistema; y los criterios que son considerados como **variables explícitas cualitativas**, a las que se les asigna un **valor de 2**, solo para efectos de identificación en el sistema, ya que tendrán un tratamiento de ponderación mediante comparación pareada de comparables en función de estos criterios. El ejemplo se muestra en la Tabla 10; Manipulación directa en el Modelo **PAJ Luna 14**.

Tabla 10 Determinación de variables cuantitativas y cualitativas

CAPTURAR EN LAS LINEA 33, EL TIPO DE CRITERIO, SI ES VARIABLE CUANTITATIVA CAPTURAR "1", SI ES VARIABLE CUALITATIVA CAPTURAR "2"

	1	2	2	3	2	4	2	3
COMPARABLES	Zona	Superficie de construcción	Superficie de terreno	Vida Útil Remanente	Número de recamaras	Número de Baños	Número de cajones de estacionamiento	Estado de conservación
TIPO DE CRITERIO	2	1	1	1	1	1	1	2

Fuente: Elaboración propia

Por ejemplo, los criterios Zona y Estado de Conservación son consideradas variables cualitativas por no ser cuantificables o medibles, son subjetivas, por lo tanto se identifican con el valor de 2, es resto de los criterios son cuantificables, por lo tanto se identifican con el valor de 1.

Paso 4

A continuación, se identifican aquellos criterios con variables cuantitativas explícitas indirectas, para transformarlas en variables cuantitativas explícitas directas, que en este ejemplo se realiza por medio de la diferencia a una constante k. Es decir, el criterio Edad es inversamente proporcional al valor, por lo tanto entre mayor sea, menor será el valor.

Posteriormente, se determina la constante k, como el valor de la Vida Útil Total, para este caso 70 años, que entre mayor sea, mayor será el valor del inmueble, es directamente proporcional. Como ejemplo, se calcula la vida útil remanente del comparable 1, si tiene una edad estimada de 8 años, entonces al restarlo de la vida útil total que es 70 años, la vida remanente es de 62 años, dato que se debe sustituir en la matriz de datos, de manera manual, esto se muestra en la Tabla 11; Manipulación directa en el Modelo **PAJ Luna 14**.

Tabla 11 Transformación de los criterios cuantitativos indirectos a directos

CAPTURAR LOS VALORES DE FORMA DIRECTA DE TODOS LOS CRITERIOS, CONSIDERANDOLOS COMO CUANTITATIVOS, ES DECIR, LOS CUALITATIVOS CONVERTIDOS A CUANTITATIVOS Y LOS VALORES INDIRECTOS EN DIRECTOS, CONFORME AL PROCESO DE VALUACIÓN CONVENCIONAL DEL AVALUO

COMP 1	0.7	160	210	62	3	3	2	0.99
COMP 2	0.7	220	200	63	3	2	2	0.975
COMP 3	0.75	150	150	63	3	2.5	2	0.99
COMP 4	0.7	250	160	66	4	2.5	3	0.975
COMP 5	0.7	220	160	62	4	2.5	2	0.975
COMP 6	0.7	150	270	40	3	2.5	2	0.99
SUJETO	0.7	143.57	270	40	3	2.5	1	0.99

Fuente: Elaboración propia

Paso 5

Finalmente, identificados los criterios con variables cualitativas señalados en el paso 3, el valuador asignará el orden previo a cada uno de los comparables en función de cada criterio y los pondera en función de la Escala Fundamental de Saaty. Por ejemplo, se analizan las variables de los comparables en función de criterio Estado de conservación en la última columna de la Tabla 12, los cuales según la investigación de mercado indica que existen de dos tipos, los comparables con mejores características en función del estado de conservación son los comparables 1, 3 y el sujeto, a los cuales se les asigna el valor de orden previo de 1, el resto, con menores características en función del estado de conservación, son los comparables 2, 4, 5 y 6, por lo tanto se les asigna el valor de 2 en el orden previo.

De igual manera, una vez establecido el orden previo, se procede a ponderar los comparables en función del criterio estado de conservación conforme a la escala fundamental de Saaty, por ejemplo, los comparables 1, 3, y el sujeto con orden previo 1, están ponderados en la escala de Saaty con un valor de 1, por ser los comparables de referencia de mejores características; y los comparables relativos al 2, 4, 5 y se con orden

previo 2, están ponderados en la escala de Saaty con un valor de 3, por considerar que el juicio y la experiencia favorecen un poco a los primeros.

Tabla 12 Determinación del orden previo y comparación pareada de comparables en función de cada criterio cualitativo

CAPTURAR EL ORDEN PREVIO DE LOS COMPARABLES DE MAYOR A MENOR IMPORTANCIA EN CADA CRITERIO CUALITATIVO Y SU VALOR EN LA ESCALA DE SAATY

COMPARABLES	Zona		Superficie de construcción		Superficie de terreno		Vida Útil Remanente		Número de recamaras		Número de Baños		Número de cajones de estacionamiento		Estado de conservación	
	ORDEN	SAATY	ORDEN	SAATY	ORDEN	SAATY	ORDEN	SAATY	ORDEN	SAATY	ORDEN	SAATY	ORDEN	SAATY	ORDEN	SAATY
COMP 1	2	3													1	1
COMP 2	2	3													2	3
COMP 3	1	1													1	1
COMP 4	4	6													2	3
COMP 5	3	5													2	3
COMP 6	2	3													2	3
SUJETO	2	3													1	1

Fuente: Elaboración propia

Aquí concluye, la introducción de la información por parte del valuador, que es la necesaria para el cálculo de los factores de ponderación de los comparables que está automatizado en todo su procedimiento matemático. En resumen, los puntos importantes que debe considerar el valuador para la aplicación de este Modelo, son los siguientes:

- ✓ Realizar el orden previo de criterios en función de cada criterio, es decir, asignar jerarquías.
- ✓ Ponderar los criterios en función de cada criterio conforme a la Escala Fundamental de Saaty
- ✓ Identificar los criterios cuantitativos y cualitativos
- ✓ Transformar los valores de las características de los comparables en los criterios cuantitativos indirectos a directos
- ✓ Realizar el orden previo de los comparables en función de cada criterio cualitativo
- ✓ Ponderar los comparables en función de cada criterio cualitativo conforme a la Escala Fundamental de Saaty

Con esta información, se procesan los datos conforme a la metodología del Proceso Analítico Jerárquico, y genera un reporte de resultados los cuales se muestran a continuación:

5.1.2. Resumen de resultados del modelo.

Los resultados se consultan en la pestaña de la hoja de cálculo denominada Resumen de los 4 procedimientos, Manipulación directa en el Modelo **PAJ Luna 14**, la cual se muestra en la Tabla 13, permitiendo al valuador contar con una herramienta que facilite su labor en el campo de la valuación, con un procedimiento comprobado, de características amigables, con fundamento matemático, que ha sido poco explotado, pero con resultados muy efectivos, principalmente cuando existe poca información de mercado o se cuenta con variables subjetivas y cualitativas.

La información que arroja **PAJ Luna 14**, como se ha explicado durante su desarrollo, es derivada del análisis matemático mediante la ayuda del Proceso Analítico Jerárquico desarrollado por Thomas L. Saaty, promovido, criticado y mejorado por diversos autores y especialistas en el ámbito de la valuación, principalmente de Estados Unidos de América, España y Sudamérica.

En este resumen, se presentan cuatro alternativas de resultados, dos de ellas considerando criterios con variables cuantitativas y cualitativas; y los restantes dos, con variables cualitativas convertidas a cuantitativas mediante factores de homologación, que de acuerdo a las consultas que se hicieron con los expertos, no es lo más recomendable o apropiado para su desarrollo, considerando que esto puede alterar los resultados esperados al introducir valores que aumentan la subjetividad.

Adicionalmente, estas cuatro alternativas están divididas considerando la ponderación de los criterios en función de cada criterio, y sin considerar la ponderación de los criterios, es decir, aceptando que todos los criterios contribuyen en la misma proporción a la estimación del valor de un inmueble, tal y como se realiza en los avalúos convencionales.

El valuador puede conocer e interpretar el valor del inmueble sujeto de análisis a través de las cuatro alternativas, le permite verificar las medidas de tendencia central para evaluar si los resultados están dentro de un rango razonablemente comparable, puede conocer la ponderación de cada uno de los criterios que seleccionó y si estos fueron los más apropiados y en cuanto contribuyen a la estimación del valor del inmueble en estudio,

pero principalmente puede conocer e interpretar para efectos comparativos la ponderación de los comparables utilizados en el avalúo.

Tabla 13 Resumen de valores obtenidos por el método Proceso Analítico Jerárquico

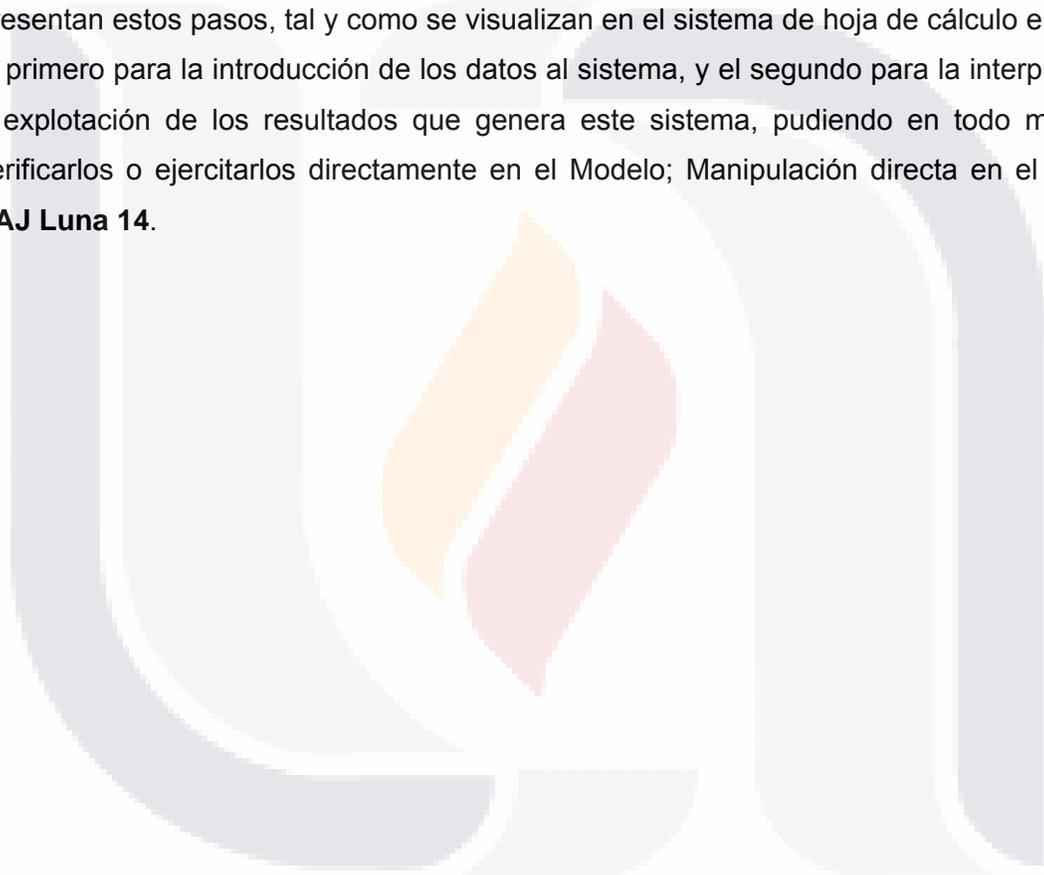
RESUMEN DE VALORES OBTENIDOS POR EL METODO PROCESO ANALITICO JERARQUICO				
PROCEDIMIENTO	CUANTITATIVAS - CUALITATIVAS PONDERACION DE CRITERIOS	CUANTITATIVAS - CUALITATIVAS SIN PONDERACION DE CRITERIOS	CUANTITATIVAS CONVERTIDAS PONDERACION DE CRITERIOS	CUANTITATIVAS CONVERTIDAS SIN PONDERACION DE CRITERIOS
Valor Concluido	1,154,095.78	1,208,142.30	1,113,463.45	1,103,465.30
COMPARABLES		FACTORES DE PONDERACION COMPARABLES		
Comparable 1	16.69%	18.05%	16.14%	16.62%
Comparable 2	16.16%	15.59%	16.57%	16.37%
Comparable 3	22.12%	20.07%	15.47%	15.67%
Comparable 4	15.20%	16.23%	18.62%	18.47%
Comparable 5	14.01%	14.96%	16.94%	16.96%
Comparable 6	15.82%	15.09%	16.25%	15.91%
Suma	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
CRITERIO		VECTORES PROPIOS DE PONDERACION DE CRITERIOS		
Zona	25.71%	12.50%	25.71%	12.50%
Superficie de construcción	14.90%	12.50%	14.90%	12.50%
Superficie de terreno	14.90%	12.50%	14.90%	12.50%
Edad	5.53%	12.50%	5.53%	12.50%
Número de recamaras	14.90%	12.50%	14.90%	12.50%
Número de Baños	3.62%	12.50%	3.62%	12.50%
Espacios de estacionamiento	14.90%	12.50%	14.90%	12.50%
Estado de conservación	5.53%	12.50%	5.53%	12.50%
Suma	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
PROMEDIO		TENDENCIA		MEDIANA
\$ 1,241,666.67 \$		\$ 1,237,687.23 \$		1,225,000.00
MÁXIMO		MÍNIMO		
\$ 1,500,000.00 \$		1,050,000.00		

La interpretación de los resultados es responsabilidad del valuador, es decir, deberá de elegir la opción que más se apegue al caso de estudio, por ejemplo los resultados de este ejemplo le indican que el comparable 3, tiene un factor de ponderación del 22.12 por ciento, y es con lo que contribuye a la componente de valor del inmueble sujeto, el comparable 1, contribuye con el 16.69 por ciento a la componente de valor del inmueble valuado, una vez homologado y determinado su valor unitario homologado. Manipulación directa en el Modelo PAJ Luna 14.

La versatilidad del Modelo es alta y práctica, aportando al valuador bases para su toma de decisiones, restando solo que el valuador se convenza de que el procedimiento propuesto puede ser aplicado, que le facilita su trabajo, que lo puede combinar con los formatos de avalúo convencionales, puede comparar resultados, pero lo importante será, que el valuador profesional utilice como procedimiento e instrumento metodológico para la valuación de inmuebles de manera permanente, convincente y amigable.

Finalmente, al final del presente documento se encuentran los Anexos A y B, los cuales presentan estos pasos, tal y como se visualizan en el sistema de hoja de cálculo en Excel, el primero para la introducción de los datos al sistema, y el segundo para la interpretación y explotación de los resultados que genera este sistema, pudiendo en todo momento verificarlos o ejercitarlos directamente en el Modelo; Manipulación directa en el Modelo

PAJ Luna 14.



6. Calibración de resultados a través de la comparación de valores concluidos mediante el método convencional de ponderación y el PAJ Luna 14.

Los métodos convencionales de valoración de inmuebles, presentan dificultades al momento de abordar contextos de escasa información, o en los que intervienen variables explicativas de carácter cualitativo. Ante esta situación, se presenta una propuesta alternativa de procesamiento basada en Proceso Analítico Jerárquico, con el doble objetivo de aportar solución a los inconvenientes de los métodos clásicos de valoración de inmuebles y de enriquecer el conjunto actual de herramientas informáticas disponibles para el valuador.

Para llevar a cabo un ejercicio de calibración de los resultados arrojados por el Modelo PAJ Luna 14, se llevó a cabo una comparación de resultados obtenidos entre la ponderación de comparables por métodos convencionales por el enfoque de comparativo de mercado, aplicando en uno de ellos, la ponderación igual para cada comparable, es decir, asignándole el 16.66 por ciento a cada uno; otros dos, aplicando una ponderación aleatoria o al libre albedrío a cada comparable a fin de determinar la sensibilidad del Modelo en la determinación de los porcentajes de contribución a la componente de valor del inmueble valuado.

A continuación se dan a conocer las características del inmueble analizado, el cual corresponde a un ejercicio real y que como prueba piloto o estudio de caso se llevó a cabo en la ciudad de Aguascalientes, durante el mes de enero del año 2014, siendo sus características generales:

- ✓ Casa Habitación construida en una planta,
- ✓ Cuenta con todos los servicios de infraestructura básica,
- ✓ Se ubica en el fraccionamiento El Dorado, con clasificación de Tipo Medio,
- ✓ El Avalúo se solicita considerando, la siguiente información:

Tabla 14 Información básica del sujeto analizado

Concepto	Observación
Propósito del avalúo	ORIGINACION
Tipo de Inmueble	CASA HABITACION UNIFAMILIAR
Calle u número	ALMERIA NO. 212, MZA 13 LOTE 37
Colonia	EL DORADO, PRIMERA SECCION
Código postal	20325
Municipio	001 AGUASCALIENTES
Estado	01 AGUASCALIENTES
Número de cuenta predial	U078278
Nivel de infraestructura Urbana	NIVEL 3
Clase de inmueble	Medio
Vida útil remanente en meses	360 MESES
Año de terminación o remodelación de la obra	1983
Unidades rentables	Una sola, toda la casa
Superficie de terreno	270.00 M ²
Superficie de construcción	143.57 M ²
Número de recamaras	3
Número de baños completos	2
Número de medios baños	1
Número de niveles de la unidad valuada	Uno
Número de espacios de estacionamiento	1
Nivel de equipamiento urbano	NIVEL 3
Latitud	102.3086111
Longitud	21.86222222
Altitud	1850.8

Fuente: Elaboración propia en base al formato de avalúo SHF realizado en enero de 2014

Con esta información del sujeto obtenida a partir del formato de avalúo convencional, se procede a identificar los comparables utilizados seleccionados por el valuador, la cual se obtuvo de la investigación de mercado, registrando las siguientes características:

Tabla 15 Información de los datos de los comparables investigados de mercado

INMUEBLES SIMILARES EN VENTA (VALOR DE MERCADO)					
REF	UBICACIÓN	EDAD	ED. CONS.	CARACTERÍSTICAS	FUENTE
1	Av. Olivares Santana 325, El Dorado Primera Sección	8	Bueno	Casa Habitación	Sr. Patrón tel 449 912 68 96
2	Mariano Abad 307, Boulevares, Primera Sección	7	Regular	Casa Habitación	Soluciones Inmobiliarias 449 960 11 25
3	Caracas 211, Santa Elena	7	Bueno	Casa Habitación	Grupo Jorge Cabral 449 978 23 51
4	Puesta Pichos 506, Vistas del Sol, Primera Sección	4	Regular	Casa habitación	Patricia Alvarez tel 449 970 81 24
5	Tula 110, Pirámides	8	Regular	Casa habitación	Jaime Castañeda tel 477 266 26 27
6	Almería 210, El Dorado Primera Sección	30	Regular	Casa Habitación	Soledad González nextel 2009649

Fuente: Elaboración propia en base al formato de avalúo SHF realizado en enero de 2014

En la Tabla 16, se muestran el resultado de la aplicación de los factores de homologación de mercado provista en el formato de avalúo, en la que se integra el factor de ponderación (Fp), determinado a criterio del valuador, asignándole a cada uno de los comparables el 16.66 por ciento de contribución a la componente del valor del inmueble valuado, que

concluye con un valor unitario de mercado ajustado y ponderado de 6,093 pesos por metro cuadrado de construcción.

Tabla 16 Formato de homologación de comparables con factores de ponderación iguales

REF	VALOR OFERTA O VENTA	SUPERFICIE TERRENO (M2)	SUPERFICIE CONST. (M2)	VALOR UNITARIO	FACTORES DE HOMOLOGACIÓN							VALOR AJUSTADO (Vuh)	Fp	COMPONENTE DEL VALOR (\$/M2)
					Fz	Fu	Fs	EDAD	CALID.	COMER	Fr		%	
1	\$1,250,000	210.00	160.00	\$7,813	1.00	1.00	1.01	0.96	1.00	0.95	0.92	\$7,196	16.66	\$1,199
2	\$1,200,000	200.00	220.00	\$5,455	1.00	1.00	1.04	0.95	1.00	0.95	0.94	\$5,120	16.66	\$853
3	\$1,050,000	150.00	150.00	\$7,000	0.93	1.00	1.00	0.95	1.00	0.95	0.84	\$5,896	16.66	\$982
4	\$1,500,000	160.00	250.00	\$6,000	1.00	1.00	1.06	0.94	1.00	0.95	0.95	\$5,679	16.66	\$946
5	\$1,200,000	160.00	220.00	\$5,455	1.00	1.00	1.04	0.96	1.00	0.95	0.95	\$5,174	16.66	\$862
6	\$1,250,000	270.00	150.00	\$8,333	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	0.90	\$7,500	16.66	\$1,250
VALOR UNITARIO POR M2 AJUSTADO Y PONDERADO:												100 %	\$6,093	

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, en la Tabla 17, se plantea el mismo ejercicio en un escenario A, considerando que el valuador determine asignar aleatoriamente otros valores diferentes a los factores de ponderación Fp, determinado para este escenario un factor de ponderación de 25 por ciento para el comparable 1, el 5 por ciento para el comparable 2, 28 por ciento para el comparable 3, intuitivamente el 12 por ciento para el comparable 4, un 7 por ciento para el comparable 5 y finalmente, 23 por ciento de ponderación al comparable identificado con el número 6. Que representan la contribución a la componente del valor del inmueble valuado, que concluye con un valor unitario de mercado ajustado y ponderado de 6,475 pesos por metro cuadrado de construcción.

Tabla 17 Formato de homologación de comparables con factores de ponderación determinados de manera aleatoria A

REF	VALOR OFERTA O VENTA	SUPERFICIE TERRENO (M2)	SUPERFICIE CONST. (M2)	VALOR UNITARIO	FACTORES DE HOMOLOGACIÓN							VALOR AJUSTADO (Vuh)	Fp	COMPONENTE DEL VALOR (\$/M2)
					Fz	Fu	Fs	EDAD	CALID.	COMER	Fr		%	
1	\$1,250,000	210.00	160.00	\$7,813	1.00	1.00	1.01	0.96	1.00	0.95	0.92	\$7,196	25.00	\$1,799
2	\$1,200,000	200.00	220.00	\$5,455	1.00	1.00	1.04	0.95	1.00	0.95	0.94	\$5,120	5.00	\$256
3	\$1,050,000	150.00	150.00	\$7,000	0.93	1.00	1.00	0.95	1.00	0.95	0.84	\$5,896	28.00	\$1,651
4	\$1,500,000	160.00	250.00	\$6,000	1.00	1.00	1.06	0.94	1.00	0.95	0.95	\$5,679	12.00	\$682
5	\$1,200,000	160.00	220.00	\$5,455	1.00	1.00	1.04	0.96	1.00	0.95	0.95	\$5,174	7.00	\$362
6	\$1,250,000	270.00	150.00	\$8,333	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	0.90	\$7,500	23.00	\$1,725
VALOR UNITARIO POR M2 AJUSTADO Y PONDERADO:												100 %	\$6,475	

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados, implican una diferencia de 382 pesos por metro cuadrado entre el escenario original y el escenario A. Es decir, si la superficie de construcción del sujeto es de 143.57 metros cuadrados, existe una diferencia en la conclusión del valor del inmueble de 54 mil 840 pesos, sin considerar los ajustes por superficie de terreno excedente.

Del análisis, se deduce en números redondos, que si el valuador estima en su primer escenario conclusivo, un valor homologado del sujeto de 874 mil pesos, en el segundo escenario el valor conclusivo es de 929 mil pesos, lo que representa, un 6.29 por ciento más que el primero.

Ahora, se plantea un **escenario B** mostrado en la Tabla 18. En este escenario, el valuador asigna el **10 por ciento** de ponderación al comparable 1, un **25 por ciento** al comparable 2, determina asignar un **22 por ciento** al comparable 3, el **18 por ciento** al comparable 4, un **12 por ciento** al comparable 5, y al comparable 6, le otorga un **13 por ciento** de ponderación o contribución a la componente de valor del inmueble valuado.

La diferencia del valor unitario por metro cuadrado de construcción obtenido de este escenario B respecto al escenario original, representa 178 pesos, multiplicándolo por la superficie de construcción del sujeto demuestra que existe una diferencia de 25 mil 550 pesos. Si el valuador considera con este escenario B un valor homologado del sujeto de 849 mil pesos, entonces existe un 3 por ciento de diferencia entre uno y otro escenario.

Tabla 18 Formato de homologación de comparables con factores de ponderación determinados de manera aleatoria B

REF	VALOR OFERTA O VENTA	SUPERFICIE TERRENO (M2)	SUPERFICIE CONST. (M2)	VALOR UNITARIO	FACTORES DE HOMOLOGACIÓN								VALOR AJUSTADO (Vuh)	Fp	COMPONENTE DEL VALOR (\$/M2)
					Fz	Fu	Fs	EDAD	CALID.	COMER.	Fr	%			
1	\$1,250,000	210.00	160.00	\$7,813	1.00	1.00	1.01	0.96	1.00	0.95	0.92	\$7,196	10.00	\$720	
2	\$1,200,000	200.00	220.00	\$5,455	1.00	1.00	1.04	0.95	1.00	0.95	0.94	\$5,120	25.00	\$1,280	
3	\$1,050,000	150.00	150.00	\$7,000	0.93	1.00	1.00	0.95	1.00	0.95	0.84	\$5,896	22.00	\$1,297	
4	\$1,500,000	160.00	250.00	\$6,000	1.00	1.00	1.06	0.94	1.00	0.95	0.95	\$5,679	18.00	\$1,022	
5	\$1,200,000	160.00	220.00	\$5,455	1.00	1.00	1.04	0.96	1.00	0.95	0.95	\$5,174	12.00	\$621	
6	\$1,250,000	270.00	150.00	\$8,333	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	0.90	\$7,500	13.00	\$975	
VALOR UNITARIO POR M2 AJUSTADO Y PONDERADO:												100 %	\$5,915		

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, el siguiente escenario que se plantea, es utilizar los factores de ponderación de comparables obtenidos mediante el **Modelo PAJ Luna 14**, obteniendo los valores mostrados en la Tabla 19:

Como se puede observar a información del valor unitario homologado del sujeto por metro cuadrado de construcción concluido, utilizando el **Modelo PAJ Luna 14**, es de 6 mil 107 pesos, el cual se ajusta con una variación mínima de 14 pesos arriba, respecto a la obtenida con métodos convencionales, situación que se debe probablemente, a que la información de los comparables es suficientemente consistente y homogénea, por lo cual,

el Modelo es aplicable, otorga certeza y objetividad al valuator en su conclusión de valor, siempre bajo la premisa de considerar los mismos criterios y comparables.

Tabla 19 Formato de homologación de comparables con factores de ponderación obtenidos con el Proceso Analítico Jerárquico

Alternativas	Factores de ponderación
Comparable 1	16.69 %
Comparable 2	16.16 %
Comparable 3	22.12 %
Comparable 4	15.20 %
Comparable 5	14.01 %
Comparable 6	15.82 %

REF	VALOR OFERTA O VENTA	SUPERFICIE TERRENO (M2)	SUPERFICIE CONST. (M2)	VALOR UNITARIO	FACTORES DE HOMOLOGACIÓN							VALOR AJUSTADO (Vuh)	Fp %	COMPONENTE DEL VALOR (\$/M2)
					Fz	Fu	Fs	EDAD	CALID.	COMER	Fr			
1	\$1,250,000	210.00	160.00	\$7,813	1.00	1.00	1.01	0.96	1.00	0.95	0.92	\$7,196	16.69	\$1,201
2	\$1,200,000	200.00	220.00	\$5,455	1.00	1.00	1.04	0.95	1.00	0.95	0.94	\$5,120	16.16	\$827
3	\$1,050,000	150.00	150.00	\$7,000	0.93	1.00	1.00	0.95	1.00	0.95	0.84	\$5,896	22.12	\$1,304
4	\$1,500,000	160.00	250.00	\$6,000	1.00	1.00	1.06	0.94	1.00	0.95	0.95	\$5,679	15.20	\$863
5	\$1,200,000	160.00	220.00	\$5,455	1.00	1.00	1.04	0.96	1.00	0.95	0.95	\$5,174	14.01	\$725
6	\$1,250,000	270.00	150.00	\$8,333	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	0.90	\$7,500	15.82	\$1,187
VALOR UNITARIO POR M2 AJUSTADO Y PONDERADO:												100 %	\$6,107	

Fuente: Elaboración propia

7. Procedimiento realizado para la conformación del modelo propuesto.

En el presente capítulo se desarrolla el procedimiento que se realizó para llevar a cabo la sistematización y automatización de la aplicación del Proceso Analítico Jerárquico, mismo que un evaluador o usuario del Modelo PAJ Luna 14, tendría que efectuar, de no contar con la presente propuesta.

Lo anterior se presenta a fin de dar a conocer la inclusión de todos y cada uno de los pasos establecidos en la metodología del PAJ, y que fueron reducidos a cinco pasos, los cuales corresponden única y exclusivamente al ingreso de la información necesaria para tropicalizar o personalizar los resultados a las condiciones deseadas, sin tener que realizar ningún cálculo o procedimiento que se describen a continuación:

7.1.1. Determinación del vector propio de criterios en función de cada criterio.

Para iniciar, se establece el orden previo de los criterios, los cuales son considerados en base a la experiencia del decisor, para lo cual se recurre a asignarle valores a partir de 1, para los criterios que más contribuyen al valor del objeto valuado, para este ejemplo, se consideraron los siguientes:

Tabla 20 Orden previo de criterios

Criterio	Orden Previo	Grupo de Elementos
Zona	1	A
Superficie de construcción	2	B
Superficie de terreno	2	B
Edad	3	C
Número de recamaras	2	B
Número de baños	4	D
Cajones de estacionamiento	2	B
Estado de Conservación	3	C

Fuente: Elaboración propia

Una vez construida la estructura jerárquica de los criterios, se da paso a la segunda etapa del proceso del PAJ: la valoración de los elementos. El evaluador debe emitir sus juicios de valor o preferencias en cada uno de los niveles jerárquicos establecidos.

Esta tarea consiste en una comparación de valores subjetivos por pares. Estas comparaciones se basan tanto en factores cuantitativos como cualitativos.

Esta comparación puede realizarse por medio de una escala de medidas. La propuesta por Saaty, se basa en el rango 1 a 9 y consiste en la comparación de dos elementos que cuando son igualmente preferidos o importantes el decisor le asigna al par de elementos un 1; si es moderadamente preferido se representa por 3, en el caso de fuertemente preferido por 5 y extremadamente preferido por 9, que se obtiene de la Escala Fundamental de Comparación por Pares de Saaty, ver Tabla 6. Los números pares se utilizan para expresar situaciones intermedias.

El resultado de estas comparaciones es una matriz cuadrada, recíproca y positiva, denominada Matriz de Comparaciones Pareadas, de forma que cada uno de sus componentes refleje la intensidad de preferencia de un elemento frente a otro respecto del sujeto considerado.

A manera de ejemplo, en este paso se obtiene una matriz A como la que se muestra en el cuadro 3, donde se han comparado cuatro grupos de elementos: A , B , C y D , agrupados como se muestra en el Tabla 20, de la siguiente manera:

- ✓ Grupo de elementos A compuesto por las características identificadas en el orden previo con el valor de 1, que para nuestro ejemplo es Zona;
- ✓ Grupo de elementos B , compuesto por las características identificadas en el orden previo con el valor de 2, las cuales representan a las superficies de construcción y de terreno, el número de recamaras y el número de cajones de estacionamiento;
- ✓ Grupo de elementos C , compuesto por las características identificadas en el orden previo con el valor de 3, las cuales representan la edad y el estado de conservación; y
- ✓ Grupo de elementos D , representada por la característica Baños, a la que se le asignado el valor de 4 en el orden previo.

Conforme a los datos alimentados en la matriz y de acuerdo a la Escala Fundamental de Comparación por Pares de Saaty mostrada en el cuadro 1, con los criterios del ejemplo mostrado en el cuadro 3, de acuerdo a la experiencia y al juicio del evaluador o decisor, se obtiene lo siguiente:

- ✓ Favorece un poco al criterio o grupo de criterios A frente al grupo de criterios B en una medida o escala de 2;
- ✓ También el grupo de criterios A, según la experiencia y el juicio del evaluador lo favorecen entre ligeramente y fuertemente respecto al criterio o grupo de criterios incluidos en el grupo C, en una escala de valor de 4.
- ✓ El grupo de criterios A respecto al grupo de criterios D, favorecen fuertemente al primero respecto al segundo en una escala de 5.

Tabla 21 Matriz de ponderación pareada de criterios en función de cada criterio

Matriz A	A	B	C	D
A	1	-	-	-
B	2	1	-	-
C	4	3	1	-
D	5	4	2	1

Fuente: Elaboración propia

Esta escala de valores, permite valorar los criterios cualitativos, es decir, si primero se ordenan por jerarquías, con mayor facilidad se pueden asignar valores en la escala fundamental de Saaty.

Para la comprensión de la Tabla 21, al realizar la comparación de pares de criterios o de alternativas en función de la escala fundamental de comparación de pares de Saaty, es necesario realizar su valoración en la comparación de pares de criterios, tomando como referencia el criterio o alternativa de mayor relevancia respecto al cual se comparan el resto de los criterios, es decir, se comparan los pares de los grupos de criterios fila B, C y D, respecto al grupo de criterios columna B.

El valor obtenido de la comparación de pares del criterio B respecto de sí mismo, es 1, ya que adquiere el valor de la unidad por que se comparan con ellos mismos, y por lo tanto, no existe diferencia. Ahora, para comparar el criterio fila C respecto del criterio columna B, se realiza primero la identificación de su valor en la escala fundamental de Saaty en la columna A, lo cual indica que el criterio B tiene un valor de 2; y el criterio C, en la columna A tiene un valor de 4.

Con esta información se identifica con el apoyo de la Tabla 9, que el par de criterios como el valor del criterio de referencia de columna B que es 2 en el encabezado

de cuadro, y se identifica su interrelación con el valor del criterio fila C en el cuadro, que es 4, lo cual quiere decir que la diferencia entre este par de criterios es de un nivel (1).

Tabla 22 Número de niveles de diferencia en comparación de pares

Escala de Saaty	Valor en escala fundamental de Saaty del criterio o alternativa en comparación de pares en base al que se compara								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-
3	1	0.5	-	-	-	-	-	-	-
4	1.5	1	0.5	-	-	-	-	-	-
5	2	1.5	1	0.5	-	-	-	-	-
6	2.5	2	1.5	1	0.5	-	-	-	-
7	3	2.5	2	1.5	1	0.5	-	-	-
8	3.5	3	2.5	2	1.5	1	0.5	-	-
9	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1	0.5	-

Número de niveles de diferencia entre pares en la escala fundamental de Saaty

Fuente: Elaboración propia

Con este valor cuya diferencia de niveles es 1, se identifica el valor en la escala fundamental de comparación de pares de Saaty, buscando este valor en la Tabla 23, que toma el valor de 3, el cual se refleja en la Matriz de Ponderación Pareada de Criterios en función de cada criterio, cuadro 3, donde el valor del criterio fila C en función pareada del criterio columna B es de 3.

Tabla 23 Valor de la Escala Fundamental de Saaty en función del número de niveles de diferencia en comparación de pares

Escala Fundamental de Saaty	
Niveles	Valor
0	1
1	3
2	5
3	7
4	9
0.5	2
1.5	4
2.5	6
3.5	8

Fuente: Elaboración propia

Continuando con el ejemplo en la Matriz de ponderación pareada de criterios en función de cada criterio, Tabla 21, se obtiene el valor de comparación de pares del criterio fila *D* respecto al criterio columna *B*. Se realiza de igual manera la identificación de su valor en la escala fundamental de Saaty, en la columna A, el cual indica que el criterio fila *B* tiene un valor de 2; y el criterio fila *D*, en la columna A tiene un valor de 5.

Se procede a identificar en el cuadro 4, el valor del criterio de referencia de *B* que es 2 en el encabezado de cuadro, y se identifica el valor del criterio fila *D* en el cuadro que es 5, que es el par analizado. La diferencia entre este par de criterios es de 1.5 niveles, como se observa en el cuadro 4.

Con este valor cuya diferencia de niveles es de 1.5, se identifica su valor en función de la escala fundamental de comparación de pares de Saaty, buscando este valor en el cuadro 5, cuyo valor de la escala fundamental de Saaty es de 4, el cual se refleja en la Matriz de ponderación pareada de criterios en función de cada criterio, cuadro 3, donde el valor del criterio fila *D* en función pareada del criterio columna *B* es de 4.

Tabla 24 Determinación de la matriz triangular superior de comparación pareada de criterios en función de cada criterio

Matriz A	A	B	C	D
A	1	-	-	-
B	2	1	-	-
C	4	3	1	-
D	5	4	2	1

Zona	Superficie de construcción.	Superficie de terreno	Vida útil remanente	Número de recamaras	Número de baños	Número de cajones de estacionamiento	Estado de conservación
Zona	1	2	4	2	5	2	4
Superficie de construcción	1	1	3	1	4	1	3
Superficie de terreno		1	3	1	4	1	3
Vida útil remanente			1	0.3333333	2	0.3333333	1
Número de recamaras				1	4	1	3
Número de baños					1	0.25	0.5
Número de cajones de estacionamiento						1	3
Estado de conservación							1

Fuente: Elaboración propia

Este procedimiento, se realiza para cada criterio, realizando la comparación de pares en función de cada criterio seleccionado por el evaluador. Al final se obtiene una Matriz pareada de criterios, como se muestra en la Tabla 24.

Realizada la comparación pareada de los criterios de la matriz y asignados los juicios de valor entre pares de factores, es necesario realizar el cálculo de peso (X_{ij}) para cada factor el cual describe en forma precisa las características de los juicios de valor considerados, para lo cual se utilizan los valores de la matriz de comparación pareada, establecida anteriormente, bajo lo siguiente esquema, mostrado en la Tabla 24.

En esta matriz triangular superior, primero se identifica la diagonal principal con valores en uno (1), considerando que los criterios o características pareadas con ellas mismas siempre es la unidad. Enseguida, se contrastan los criterios de la matriz triangular superior; es decir, se indican los valores de la comparación de criterios en función de cada criterio a partir de la diagonal principal hacia arriba, por ejemplo:

- ✓ El valor obtenido en la escala fundamental de Saaty de la característica fila denominada Zona que es mejor en su comparación pareada con la característica columna denominada Superficie de construcción es 2.
- ✓ El valor obtenido de la característica fila Superficie de construcción es mejor en comparación pareada con la característica columna denominada Vida útil remanente, por lo cual su valor es de 3.

Sin embargo, se debe tener precaución de que al obtener el valor de un criterio que es considerado de menor importancia o relevancia que otro respecto a la estimación y experiencia del evaluador, se debe cambiar el valor por su inverso; es decir, si el valor de la característica directa es 3, se debe considerar para este caso el valor inverso como $\frac{1}{3}$; por ejemplo:

- ✓ La característica fila denominada Vida útil remanente que es de menor relevancia o importancia en comparación pareada con la característica columna Número de recamaras, el valor es $\frac{1}{3}$ (0.3333), que es el inverso de 3, relativo a la comparación pareada de la característica fila Número de Recamaras respecto a la característica columna Vida útil remanente.

Lo anterior considerando que la primera característica en el orden previo establecido por el evaluador, es, que esta tiene menor relevancia que la segunda, lo cual se aplica hasta completar la Matriz pareada de comparación de criterios en función de cada criterio.

Posteriormente, se completa la matriz triangular inferior pareada de comparación de criterios en función de cada criterio, mostrada en el Tabla 25, mediante la aplicación de los valores inversos de la matriz superior referida en el Tabla 24, es decir, por ejemplo:

- ✓ El valor de la celda de interrelación de la característica fila Zona relacionada con la característica columna Superficie de construcción tiene un valor de 2 en la escala fundamental de Saaty, sin embargo, el valor de la celda de interrelación de la característica fila Superficie de construcción relacionada con la característica columna Zona es de $\frac{1}{2}$ (0.5), identificado como el inverso de la matriz triangular superior de estas características o criterios seleccionados en la Tabla 25.
- ✓ El valor de la celda de interrelación de la característica fila Superficie de terreno relacionada con la característica columna Número de baños tiene un valor de 4 en la escala fundamental de Saaty, sin embargo, el valor de la celda de interrelación de la característica fila Número de baños relacionada con la característica columna Superficie de terreno es de $\frac{1}{4}$ (0.25), identificado como el inverso de la matriz triangular superior de estas características o criterios seleccionados, mostrados en la Tabla 25.

Tabla 25 Determinación de la matriz triangular inferior de comparación pareada de criterios en función de cada criterio

	Zona	Superficie de construcción.	Superficie de terreno	Vida útil remanente	Número de recamaras	Número de baños	Número de cajones de estacionamiento	Estado de conservación
Zona	1	2	2	4	2	5	2	4
Superficie de construcción	0.5	1	1	3	1	4	1	3
Superficie de terreno	0.5	1	1	3	1	4	1	3
Vida útil remanente	0.25	0.3333333	0.3333333	1	0.3333333	2	0.3333333	1
Número de recamaras	0.5	1	1	3	1	4	1	3
Número de baños	0.2	0.25	0.25	0.5	0.25	1	0.25	0.5
Número de cajones de estacionamiento	0.5	1	1	3	1	4	1	3
Estado de conservación	0.25	0.3333333	0.3333333	1	0.3333333	2	0.3333333	1

Fuente: Elaboración propia

Una vez completada la Matriz, bajo este procedimiento, el resultado obtenido se debe normalizar. Siguiendo con el ejemplo, se normaliza la matriz sumando los valores en cada columna de la matriz de comparaciones pareadas, como se muestra en el Tabla 26.

Tabla 26 Matriz de comparación pareada de criterios en función de cada criterio (completa)

	Zona	Superficie de construcción.	Superficie de terreno	Vida útil remanente	Número de recamaras	Número de baños	Número de cajones de estacionamiento	Estado de conservación
Zona	1	2	2	4	2	5	2	4
Superficie de construcción	0.5	1	1	3	1	4	1	3
Superficie de terreno	0.5	1	1	3	1	4	1	3
Vida útil remanente	0.25	0.3333333	0.3333333	1	0.3333333	2	0.3333333	1
Número de recamaras	0.5	1	1	3	1	4	1	3
Número de baños	0.2	0.25	0.25	0.5	0.25	1	0.25	0.5
Número de cajones de estacionamiento	0.5	1	1	3	1	4	1	3
Estado de conservación	0.25	0.3333333	0.3333333	1	0.3333333	2	0.3333333	1
SUMAS	3.7	6.916667	6.916667	18.5	6.916667	26	6.916667	18.5

Fuente: Elaboración propia

7.1.2. Obtención de la matriz normalizada de comparación pareada de criterios en función de cada criterio.

Se determina la suma de cada columna que es el denominador y el numerador es el valor de cada elemento de la columna analizada. La matriz resultante aplicando este procedimiento en cada columna, se denomina matriz de comparaciones normalizada, por ejemplo, la normalización de la columna Zona, su sumatoria es de 3.7, que es el denominador de la columna. Se divide el valor de la fila Superficie de construcción en la columna Zona que es de 0.5 entre la sumatoria obtenida 3.7, el valor normalizado es 0.135135135.

Otro ejemplo es, la normalización de la columna Vida útil remanente, su sumatoria es 18.5, considerado como el denominador de la columna, si el valor de la fila Superficie es 3, entonces la razón es 0.162162162, que es el valor normalizado, estos resultados se reflejan en la Tabla 27.

Este proceso de normalización, se realiza con la finalidad de hacer que las variables nominativas y cuantitativas se normalicen en una solo unidad de medida en función de la unidad, es decir una vez normalizados los valores de las variables de los criterios, la suma de estos debe dar como resultado uno (1). En una matriz normalizada solo se tienen porcentajes, transformando todas las variables a una sola unidad de medida.

Tabla 27 Matriz de comparación pareada normalizada de criterios

Criterios								Vector promedio
0.270270270	0.289156627	0.289156627	0.216216216	0.289156627	0.192307692	0.289156627	0.216216216	0.256454613
0.135135135	0.144578313	0.144578313	0.162162162	0.144578313	0.153846154	0.144578313	0.162162162	0.148952358
0.135135135	0.144578313	0.144578313	0.162162162	0.144578313	0.153846154	0.144578313	0.162162162	0.148952358
0.067567568	0.048192771	0.048192771	0.054054054	0.048192771	0.076923077	0.048192771	0.054054054	0.055671230
0.135135135	0.144578313	0.144578313	0.162162162	0.144578313	0.153846154	0.144578313	0.162162162	0.148952358
0.054054054	0.036144578	0.036144578	0.027027027	0.036144578	0.038461538	0.036144578	0.027027027	0.036393495
0.135135135	0.144578313	0.144578313	0.162162162	0.144578313	0.153846154	0.144578313	0.162162162	0.148952358
0.067567568	0.048192771	0.048192771	0.054054054	0.048192771	0.076923077	0.048192771	0.054054054	0.055671230
1.000000000	1.000000000	1.000000000	1.000000000	1.000000000	1.000000000	1.000000000	1.000000000	1.000000000

Fuente: Elaboración propia

El procedimiento utilizado para obtener el vector promedio consiste en generar con base en la matriz normalizada en la que se completa cada celda con el resultado de la división cada valor de juicio por la sumatoria de la columna correspondiente. Finalmente, se promedian los valores normalizados por filas. Este promedio corresponde al vector promedio.

7.1.3. Determinación del ratio de consistencia de la matriz de comparación pareada de criterios.

A continuación, se calcula el ratio de consistencia para verificar los resultados de la asignación de juicios de valor que más allá de las reglas claras y neutrales que puedan establecerse, pueden estar afectados por la subjetividad.

El procedimiento se realiza a partir de la obtención del vector promedio de la matriz de comparación pareada normalizada de la Tabla 27 multiplicado por la matriz de comparación pareada de comparación de criterios en función de cada criterio obtenida en el cuadro 8, para lo cual, en el ejemplo, se aplica la multiplicación de un vector de 8x1 por una matriz de 8x8, el resultado es el vector total de criterios mostrado en la Tabla 28.

Tabla 28 Cálculo del vector total

Vector promedio	Vector total
0.256454613	2.075410791
0.148952358	1.203638097
0.148952358	1.203638097
0.05567123	0.446846247
0.148952358	1.203638097
0.036393495	0.292308005
0.148952358	1.203638097
0.05567123	0.446846247

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, se obtiene el cociente por filas del vector total entre el vector promedio; por ejemplo, en la primera fila de la Tabla 29, el vector total tiene un valor de 2.075410791, y el vector promedio es igual a 0.256454613, su cociente es 8.092702134, que es la relación entre ambos vectores, procedimiento que se replica para cada fila.

Tabla 29 Cálculo del cociente del vector total entre el vector promedio

Vector promedio	Vector total	Vector total/ Vector promedio
0.256454613	2.075410791	8.092702134
0.148952358	1.203638097	8.080691779
0.148952358	1.203638097	8.080691779
0.05567123	0.446846247	8.026520158
0.148952358	1.203638097	8.080691779
0.036393495	0.292308005	8.031875081
0.148952358	1.203638097	8.080691779
0.05567123	0.446846247	8.026520158
λ_{MAX}		8.062548081

Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenido este vector, se procede a calcular la λ_{MAX} , que es el promedio de la suma de los valores del vector total entre el vector promedio, aplicando la expresión (1), donde i representa los valores de cada fila y n el número total de filas del vector, que en este ejemplo es 8:

$$\lambda_{MAX} = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\text{Vector total } i}{\text{Vector promedio } i} \right)}{n} \quad (1)$$

$$\lambda_{MAX}=8.062548081$$

Con el valor obtenido de λ_{MAX} , se procede a calcular el índice de consistencia (IC) de la matriz de comparación pareada mediante la expresión (2), donde n representa el número de filas del vector, el cual tiene 8 filas, por lo tanto n es igual a 8:

$$IC = \frac{\lambda_{MAX} - n}{n - 1} \quad (2)$$

Por lo tanto:

$$IC = \frac{8.062548081 - 8}{(8 - 1)}$$

$$IC = 0.00893544$$

El supuesto de consistencia, se da en un caso ideal, y pocas veces en la realidad debida a la subjetividad innata del decisor o evaluador. Esta subjetividad es la que se intenta objetivar al máximo con el procedimiento de la matriz de comparaciones pareadas, ya que el centro decisor, al tener que comparar no solo una vez los distintos elementos, sino sucesivas veces para construir la matriz, pone en evidencia las inconsistencias de sus comparaciones en el supuesto que existan.

El grado de inconsistencia puede medirse mediante el cálculo del Ratio de Consistencia (RC) de la matriz A. El ratio de consistencia determina la congruencia en la matriz de ponderación pareada, por ejemplo, si $A < B$ y $B < C$ entonces $A < C$. Es decir, el ratio de consistencia, es la razón de cambio de una variable objetivo con relación a otra u otras variables. En el proceso de valuación el ratio se utiliza para justificar o no la existencia de la relación entre las variables de valor del inmueble, el procedimiento para este cálculo es el siguiente:

El ratio de consistencia se determina por medio del cociente del índice de consistencia (IC) calculado anteriormente y el índice de consistencia aleatoria, cuya expresión (3), se muestra a continuación, y su resultado se refleja en porcentaje:

$$RC = \frac{\text{Índice de consistencia}}{\text{Consistencia aleatoria}} \quad (3)$$

El índice de consistencia aleatoria, el cual se muestra en la tabla 5, fue desarrollado por Thomas Saaty por medio del análisis de diferentes matrices cuadradas de datos, de las cuales obtuvo la consistencia aleatoria y su resultado para fines de determinación del ratio de consistencia, se muestra en la Tabla 30.

Tabla 30 Valores de consistencia aleatoria (Thomas Saaty)

Valores de Consistencia Aleatoria en Función del Tamaño de la Matriz										
Tamaño de la Matriz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Consistencia Aleatoria	0.0	0.0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.4	1.45	1.49

Fuente: Elaboración propia en base a estructura presentada por Jerónimo Aznar Bellver y otros, Nuevos métodos de valoración: Modelos multicriterio, página 130

En esta tabla, se verifica el índice de consistencia aleatoria del ejemplo. El tamaño de la matriz $m \times m$, es de 8×8 , es decir, se analizan ocho criterios en comparación pareada definidos en la Matriz de comparación pareada de criterios en función de cada criterio Tabla 26, por lo tanto, se busca el tamaño de la matriz con valor de 8 en la tabla 30. En esta tabla se identifica que el valor del índice de consistencia aleatoria es igual a 1.4, por lo cual se sustituyen estos valores en la expresión (3), quedando de la siguiente manera:

$$RC = \frac{0.00893544}{1.4}$$

$$RC = 0.64 \%$$

Para considerar que una matriz es consistente el ratio de consistencia deberá estar dentro de los siguientes rangos, indicados en la Tabla 31.

Como resultado, considerando que el tamaño de la matriz es de 8 filas x 8 columnas, el ratio de consistencia máximo indicado en la tabla 6, es de 10% y el ratio de consistencia (RC) observado es de 0.64%, por lo tanto la matriz de comparaciones pareada de criterios es consistente.

Tabla 31 Porcentajes máximos de ratio de consistencia

Tamaño de la Matriz (n)	Ratio de consistencia
3	5%
4	9%
5 o mayor	10%

Fuente: Elaboración propia en base a estructura presentada por Jerónimo Aznar Bellver y otros, Nuevos métodos de valoración: Modelos multicriterio, página 130

La consistencia de las opiniones utilizadas en la matriz de comparación por pares determinada a través del cociente de la consistencia (RC), nos indica que, si una consistencia es inferior a 10 por ciento, es considerada como aceptable. Para aquellos casos en que el $RC > 0.10$ o 10%, indica que las opiniones y juicios deberán ser reconsiderados.

Una vez construida la escala jerárquica de objetivos, realizadas las comparaciones pareadas y concluido el análisis de consistencia, se procede al determinar el vector propio de criterios de la matriz de comparación pareada, con la finalidad de obtener la ponderación global que tiene cada criterio con relación al resto de los criterios, en otras palabras nos indicará el porcentaje de participación o de contribución que cada característica tiene para la estimación del valor, determinado por el criterio y experiencia del evaluador para cada variable.

7.1.4. Vector propio de criterios.

Para obtener el vector propio o característico se realizará el siguiente procedimiento mismo que será repetido hasta que este vector calculado, muestre estabilidad de valores en cálculos consecutivos, es decir, que no exista diferencia en los valores de una estimación n respecto a la estimación $n-1$, realizando el siguiente análisis.

Se identifica la Matriz de comparación pareada de comparación de criterios en función de cada criterio, definida en el cuadro 8 de este capítulo. Esta matriz se eleva al cuadrado, para lo cual a través de las funciones de Excel, utilizando la *función MMULT*,

se realiza la multiplicación de esta matriz por sí misma, obteniendo la primera estimación del vector propio, cuyos resultados se muestra a continuación en la Tabla 32:

Tabla 32 Cálculo de la primera estimación del vector propio de criterios

Matriz de ponderación pareada multiplicada por sí misma								Vector Suma	Vector característico
8	13.91666667	13.91666667	38.5	13.91666667	58	13.91666667	38.5	198.6666667	0.257223625
4.8	8	8	22	8	34.5	8	22	115.3	0.149284651
4.8	8	8	22	8	34.5	8	22	115.3	0.149284651
1.816666667	3	3	8	3	12.58333333	3	8	42.4	0.054897391
4.8	8	8	22	8	34.5	8	22	115.3	0.149284651
1.15	1.983333333	1.983333333	5.3	1.983333333	8	1.983333333	5.3	27.68333333	0.03584299
4.8	8	8	22	8	34.5	8	22	115.3	0.149284651
1.816666667	3	3	8	3	12.58333333	3	8	42.4	0.054897391
SUMA								772.35	

Fuente: Elaboración propia

Para esta primera estimación, se debe obtener el vector suma a partir de la sumatoria de los valores por fila, por ejemplo la suma de la primera fila es resultado de sumatoria de:

$$\sum 8 + 13.9166667 + 13.9166667 + 38.5 + 13.9166667 + 58 + 13.9166667 + 38.5 = 198.66667$$

Sucesivamente, se realiza el resto de las sumatorias por fila hasta completar todas las filas, y posteriormente se obtiene el vector suma, que es el resultado de la sumatoria vertical del vector:

$$\sum 198.66667 + 115.3 + 115.3 + 42.4 + 115.3 + 27.68333 + 115.3 + 42.4 = 772.35$$

Enseguida, se obtiene el vector característico a partir de los cocientes de la ponderación del vector suma respecto a su sumatoria, es decir, se divide cada elemento del vector suma entre el total de las componentes de dicho vector, por ejemplo, para la primera fila del vector característico, el valor del vector suma de la primera fila es 198.66667, el cual se divide ente la suma del vector que es 772.35, su resultado es:

$$VC = \frac{198.66667}{772.35}$$

$$VC = 0.257223625$$

Igualmente, se calculan los valores de cada una de las filas del vector con este mismo procedimiento, del cual al final se obtiene el vector característico de la primera estimación.

El proceso de multiplicaciones sucesivas de la matriz de comparaciones pareadas se continúa hasta que se repita el vector de ponderación, es decir, en aquella iteración sucesiva, donde la diferencia entre los valores de las filas del vector característico n y el vector característico $n-1$, sea igual a cero, por ejemplo, se calcula la estimación 2 mostrada en la Tabla 33, ahora tomando la matriz de ponderación pareada, obtenida en la Tabla 32.

Como puede observarse, aún no se cumple la condición de que los valores de las filas del vector característico de la segunda estimación relativo a la Tabla 33, sea igual a los valores de fila del vector característico de la primera estimación relativo a la Tabla 32, por lo que se realizan las estimaciones sucesivas mediante la multiplicación de las matriz de la segunda estimación por sí misma para obtener la matriz y vector característico de la tercera estimación.

Tabla 33 Cálculo de la segunda estimación del vector propio de criterios

Segunda Estimación										
Matriz de ponderación pareada multiplicada por sí misma								Vector Suma	Vector característico	
537.7833	902.7000	902.7000	2456.0667	902.7000	3817.4167	902.7000	2456.0667	12878.133	0.257098658	
311.6083	523.2250	523.2250	1423.6500	523.2250	2212.0667	523.2250	1423.6500	7463.875	0.149008571	
311.6083	523.2250	523.2250	1423.6500	523.2250	2212.0667	523.2250	1423.6500	7463.875	0.149008571	
115.6708	194.2389	194.2389	528.6333	194.2389	821.3667	194.2389	528.6333	2771.260	0.055325344	
311.6083	523.2250	523.2250	1423.6500	523.2250	2212.0667	523.2250	1423.6500	7463.875	0.149008571	
75.7367	127.1375	127.1375	346.0083	127.1375	537.7833	127.1375	346.0083	1814.087	0.036216370	
311.6083	523.2250	523.2250	1423.6500	523.2250	2212.0667	523.2250	1423.6500	7463.875	0.149008571	
115.6708	194.2389	194.2389	528.6333	194.2389	821.3667	194.2389	528.6333	2771.260	0.055325344	

SUMA 50090.2394

Fuente: Elaboración propia

Se aplica sucesivamente el mismo procedimiento de multiplicar la matriz de la estimación anterior por sí misma para obtener la cuarta estimación, y sucesivamente hasta la quinta estimación, que en esta última, es donde se logra la condición de que los valores de las filas de los vectores característicos de la quinta y de la cuarta estimación son iguales o su diferencia es igual a cero, como se muestra en la Tabla 34, en ese momento, el vector característico será el vector propio de criterios.

Tabla 34 Comparación de estimación del vector propio de criterios

Segunda estimación	Tercera estimación	Cuarta estimación	Quinta estimación
Vector característico	Vector característico	Vector característico	Vector característico
0.257223625	0.2570993983	0.2570993983	0.2570993983
0.149284651	0.1490107382	0.1490107383	0.1490107383
0.149284651	0.1490107382	0.1490107383	0.1490107383
0.054897391	0.0553220934	0.0553220932	0.0553220932
0.149284651	0.1490107382	0.1490107383	0.1490107383
0.03584299	0.0362134623	0.0362134621	0.0362134621
0.149284651	0.1490107382	0.1490107383	0.1490107383
0.054897391	0.0553220934	0.0553220932	0.0553220932
1.00000000	1.00000000	1.00000000	1.00000000

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en este punto, se obtiene el Vector propio de criterios que se muestra en la Tabla 35.

Tabla 35 Vector propio de criterios en función de cada criterio

Criterio	Ponderación
Zona	25.71%
Superficie de construcción	14.90%
Superficie de terreno	14.90%
Vida útil remanente	5.53%
Número de recamaras	14.90%
Número de baños	3.62%
Número de cajones de estacionamiento	14.90%
Estado de conservación	5.53%
Suma	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados, indican que conforme al criterio del valuador, con la información investigada y obtenida de mercado de bienes inmuebles comparables al sujeto de estudio, el valor del inmueble estará justificado en un 25.71 por ciento por el criterio de zona; contribuyen en un 14.90 por ciento por cada uno de los criterios superficie de construcción, de terreno, número de recamaras y cajones de estacionamiento; el 5.53 por ciento, se define por la vida útil remanente, y en 3.62 por ciento por el número de baños, que es la valoración de la importancia relativa de cada uno de los criterios considerados.

7.1.5. Determinación del vector propio de comparables en función de cada criterio considerando las variables cualitativas.

En esta etapa del Proceso Analítico Jerárquico, se desarrolla el análisis de las ponderaciones de los comparables y se determina en cuanto contribuyen a la determinación de valor del bien valuado, en buen grado, depende de los niveles jerárquicos establecidos por el valuador o el grupo de valuadores, así como de los juicios de valor de los elementos constitutivos de la estructura jerárquica.

Consiste en aplicar este mismo procedimiento para la determinación del vector propio de los comparables en función de cada criterio, pero solo para aquellos criterios considerados como variables explicativas cualitativas como son en este ejemplo el criterio Zona y el criterio Estado de conservación, para lo cual, solo se muestran de manera ilustrativa los principales pasos a seguir.

Por ejemplo, se analizan los seis comparables más el sujeto en función del criterio Estado de conservación. Como se comenta al inicio del procedimiento, se obtiene la matriz de comparación pareada pero ahora de los comparables en función del criterio seleccionado. Previamente, se establece el orden previo, para lo cual se ordenan los comparables con base a la experiencia y sensibilidad del valuador, asignando valores a de 1, para el o los comparables con mejores características, y así sucesivamente para el resto de los comparables de mejores a menores características, para este ejemplo se considera el orden mostrado en la Tabla 36.

Tabla 36 Orden previo de los comparables en función del criterio Estado de conservación

Comparable	Estado de conservación	Orden previo	Escala Fundamental de Saaty
Comparable 1	Bueno	1	1
Comparable 2	Regular	2	3
Comparable 3	Bueno	1	1
Comparable 4	Regular	2	3
Comparable 5	Regular	2	3
Comparable 6	Regular	2	3
Sujeto	Bueno	1	1

Fuente: Elaboración propia

Una vez construida la estructura jerárquica de los comparables, se da paso a la segunda etapa del proceso del PAJ que es la valoración de los comparables en función del criterio Estado de conservación. El evaluador emite sus juicios de valor o preferencias en cada uno de los niveles jerárquicos establecidos. Esta tarea consiste en la comparación de valores subjetivos por pares, basadas en factores cualitativos.

Igualmente, la ponderación se realiza mediante una escala de medidas con valores dentro del rango 1 a 9, comparando pares de elementos a la vez. Como se realizó en la comparación de criterios, cuando los dos comparables son igualmente preferidos o importantes el evaluador le asigna al par de elementos un valor de 1; si es moderadamente preferido uno respecto a otro se representa por un valor de 3, en el caso de sea uno fuertemente preferido a otro por un valor de 5 y extremadamente preferido por un valor de 9, que se obtiene de la Escala Fundamental de Comparación por Pares de Saaty referida en la Tabla 6. Los números pares representan situaciones intermedias y son los valores de 2, 4, 6 y 8.

El resultado de estas comparaciones es una matriz cuadrada, recíproca y positiva, denominada Matriz de comparaciones pareadas, de forma que cada uno de sus componentes refleje la intensidad de preferencia de un comparable frente a otro con respecto del criterio Estado de conservación.

En este paso, se identifican dos grupos de comparables, el grupo A y el B, agrupados en función al criterio Estado de conservación en una matriz a la que denominamos Ec, mostrada en la Tabla 37.

Tabla 37 Matriz de ponderación pareada de comparables en función del criterio Estado de conservación

Matriz Estado de Conservación (Ec)	A	B
A	1 	-
B	3 	1

Fuente: Elaboración propia

En esta matriz se comparan por pares, como se muestra en el Tabla 36, de la siguiente manera:

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- ✓ Grupo de **comparables A** con **estado de conservación Bueno**, compuesto por los comparables identificados en el orden previo con el **valor de 1**, los cuales son: el sujeto y los comparables 1 y 3;
 - ✓ Grupo de **comprables B**, con **estado de conservación Regular**, identificados en el orden previo con el **valor de 2**, compuesto por las comparables 2, 4, 5 y 6.

Conforme a los datos alimentados en la matriz y de acuerdo a la Escala Fundamental de Comparación por Pares de Saaty mostrada en la Tabla 6, con los comparables agrupados en función del criterio Estado de conservación, de acuerdo a la experiencia y juicio del evaluador, favorece un moderadamente al grupo de comparables A con estado de conservación Bueno frente al grupo de comparables B con estado de conservación Regular en una medida o escala de 3.

- ✓ El valor obtenido de la comparación de pares del grupo de comparables columna A respecto de sí mismo en la fila A, es 1, ya que adquiere el valor de la unidad por que no existen diferencias;
- ✓ El grupo de comparables fila B respecto del grupo de comparables columna A, el evaluador estima que el grupo de comparables B tiene un valor de 3, por contar con menores características que los del grupo A.

Este procedimiento, se realiza para cada grupo de comparables, realizando la comparación de pares en función de cada criterio seleccionado por el evaluador, donde al final se obtendrá una Matriz pareada de comparables.

Realizada la comparación pareada de los criterios de la matriz y asignados los juicios de valor entre pares de factores, es necesario realizar el cálculo de peso (X_{ij}) para cada factor, el cual describe en forma precisa las características de los juicios de valor considerados, para lo cual se utilizan los valores de la matriz de comparación pareada, establecida anteriormente, bajo lo siguiente esquema, mostrado en la Tabla 38.

En esta matriz triangular superior, primero se identifica la diagonal principal con valores en uno (1), considerando que los comparables pareados con ellos mismos siempre son la unidad.

Tabla 38 Determinación de la matriz triangular superior de comparación pareada de comparables en función del criterio Estado de conservación

Matriz Ec		A	B
A		1	0.333
B		3	1

	Comparable 1	Comparable 2	Comparable 3	Comparable 4	Comparable 5	Comparable 6	Sujeto
Comparable 1	1	3	1	3	3	3	1
Comparable 2		1	0.333333	1	1	1	0.333333
Comparable 3			1	3	3	3	1
Comparable 4				1	1	1	0.333333
Comparable 5					1	1	0.333333
Comparable 6						1	0.333333
Sujeto							1

Fuente: Elaboración propia

Paso seguido, se contrastan los valores de la matriz triangular superior; es decir, se indican los valores de la comparación de comparables en función del criterio Estado de conservación a partir de la diagonal principal hacia arriba, por ejemplo:

- ✓ El valor obtenido en la escala fundamental de Saaty de la fila Comparable 1 es mejor en su comparación pareada con la columna denominada Comparable 2, cuya ponderación pareada es 3.
- ✓ El valor obtenido de la fila Comparable 2 es igual en características en comparación pareada con la columna Comparable 5, por lo cual su ponderación pareada es de 1.

De igual manera, se debe tener precaución de que al obtener el valor de un comparable que es considerado de menor importancia o relevancia que otro respecto a la estimación y experiencia del valuador, se debe cambiar el valor por su inverso; es decir, si el valor de la ponderación directa de un Comparable es 3, se debe considerar para este caso su valor inverso como $\frac{1}{3}$; por ejemplo:

- ✓ La característica fila denominada Comparable 4, es de menor relevancia o importancia en la comparación pareada con la columna Sujeto, cuyo el valor es $\frac{1}{3}$ (0.3333). Es decir, si la comparación pareada es la columna Sujeto respecto a la fila

Comparable 4, su valor es 3, pero como se está comparando al inverso, su valor también deberá ser inverso, ya que el Sujeto es de mejores características que el Comparable 4.

Este procedimiento se replica hasta completar la Matriz pareada de comparación de comparables en función del criterio Estado de conservación.

Enseguida, se complementa la matriz triangular inferior pareada de comparación de comparables en función del criterio Estado de conservación, mostrada en la Tabla 39, mediante la aplicación de los valores inversos de la matriz superior referida en la Tabla 38, por ejemplo:

- ✓ El valor de la celda de interrelación de la fila Comparable 1 relacionada con la columna Comparable 4 de la matriz triangular superior, tiene un valor de 3 en la escala fundamental de Saaty, por lo tanto, el valor de la celda de interrelación de fila Comparable 4 relacionada con la columna Comparable 1 de la matriz inferior es de $\frac{1}{3}$ (0.3333), identificado como el inverso de la matriz triangular superior de estos comparables seleccionados mostrados en la Tabla 38.
- ✓ El valor de la celda de interrelación de la fila Comparable 2 relacionada con la columna Sujeto tiene una ponderación de 0.3333 en la escala fundamental de Saaty, sin embargo, el valor de la celda de interrelación de la fila Sujeto relacionada con la columna Comparable 2 está ponderada con el valor de 3, identificado como el inverso de la matriz triangular superior de estos comparables seleccionados, mostrados en la Tabla 39.

Tabla 39 Determinación de la matriz triangular inferior de comparación pareada de comparables en función del criterio Estado de conservación

	Comparable 1	Comparable 2	Comparable 3	Comparable 4	Comparable 5	Comparable 6	Sujeto
Comparable 1	1	3	1	3	3	3	1
Comparable 2	0.333333	1	0.333333	1	1	1	0.333333
Comparable 3	1	3	1	3	3	3	1
Comparable 4	0.333333	1	0.333333	1	1	1	0.333333
Comparable 5	0.333333	1	0.333333	1	1	1	0.333333
Comparable 6	0.333333	1	0.333333	1	1	1	0.333333
Sujeto	1	3	1	3	3	3	1

Fuente: Elaboración propia

Al igual que se realizó con la comparación pareada de criterios en función de cada criterio, una vez completada la Matriz, bajo este procedimiento, el resultado obtenido se debe normalizar. Siguiendo con el ejemplo, se normaliza la matriz sumando los valores de cada columna de la matriz de comparaciones pareadas, como se muestra en la Tabla 40.

Tabla 40 Matriz de comparación pareada de comparables en función del criterio Estado de conservación (completa)

	Comparable 1	Comparable 2	Comparable 3	Comparable 4	Comparable 5	Comparable 6	Sujeto
Comparable 1	1	3	1	3	3	3	1
Comparable 2	0.333333	1	0.333333	1	1	1	0.333333
Comparable 3	1	3	1	3	3	3	1
Comparable 4	0.333333	1	0.333333	1	1	1	0.333333
Comparable 5	0.333333	1	0.333333	1	1	1	0.333333
Comparable 6	0.333333	1	0.333333	1	1	1	0.333333
Sujeto	1	3	1	3	3	3	1
Sumas	4.333333	13	4.333333	13	13	13	4.333333

Fuente: Elaboración propia

7.1.6. Obtención de la matriz normalizada de comparación pareada de comparables en función de cada criterio.

Se determina la suma de cada columna que es el denominador, y el numerador es el valor de cada elemento de la columna analizada. La matriz resultante aplicando este procedimiento en cada columna, se denomina matriz de comparaciones normalizada, y consiste en lo siguiente, por ejemplo: la normalización de la columna Comparable 1, su sumatoria es de 4.333333, que es el denominador de la columna. Se divide el valor de la fila Comparable 3 relacionada con la columna Comparable 1 que tiene una ponderación pareada de 1 entre la sumatoria obtenida que es 4.333333, el valor normalizado resultante es 0.23076923. Otro ejemplo es, la normalización de la columna Comparable 3, su sumatoria es de 4.333333, considerado como el denominador de la columna, si el valor de la fila Comparable 2 tiene una ponderación pareada de 0.333333, entonces la razón es 0.07692308, que es el valor normalizado, estos resultados se reflejan en la Tabla 41.

Este proceso de normalización, se realiza con la finalidad de hacer que las variables nominativas y cuantitativas se normalicen en una solo unidad de medida en

función de la unidad, es decir, una vez normalizados los valores de las variables de los comparables en función de cada criterio, la suma de estos debe dar como resultado uno (1). En una matriz normalizada solo se tienen porcentajes, transformando todas las variables a una sola unidad de medida.

Tabla 41 Matriz de comparación pareada normalizada de comparables en función del criterio Estado de conservación

Matriz normalizada de comparables en función del criterio Estado de conservación							Vector promedio
0.23076923	0.23076923	0.23076923	0.23076923	0.23076923	0.23076923	0.23076923	0.23076923
0.07692308	0.07692308	0.07692308	0.07692308	0.07692308	0.07692308	0.07692308	0.07692308
0.23076923	0.23076923	0.23076923	0.23076923	0.23076923	0.23076923	0.23076923	0.23076923
0.07692308	0.07692308	0.07692308	0.07692308	0.07692308	0.07692308	0.07692308	0.07692308
0.07692308	0.07692308	0.07692308	0.07692308	0.07692308	0.07692308	0.07692308	0.07692308
0.07692308	0.07692308	0.07692308	0.07692308	0.07692308	0.07692308	0.07692308	0.07692308
0.23076923	0.23076923	0.23076923	0.23076923	0.23076923	0.23076923	0.23076923	0.23076923
1.000000000	1.000000000	1.000000000	1.000000000	1.000000000	1.000000000	1.000000000	1.000000000

Fuente: Elaboración propia

El procedimiento utilizado para obtener el vector promedio consiste en generar con base en la matriz normalizada en la que se completa cada celda con el resultado de la división cada valor de juicio por la sumatoria de la columna correspondiente. Finalmente, se promedian los valores normalizados por filas. Este promedio corresponde al vector promedio.

7.1.7. Determinación del ratio de consistencia de la matriz de comparación pareada de comparables en función de cada criterio.

En este paso, se calcula el ratio de consistencia para verificar los resultados de la asignación de juicios de valor que más allá de las reglas claras y neutrales que puedan establecerse, pueden estar afectados por la subjetividad.

El procedimiento se realiza a partir de la obtención del vector promedio de la matriz de comparación pareada normalizada de la Tabla 41, multiplicado por la matriz de comparación pareada de comparables en función del criterio Estado de conservación obtenida en la Tabla 40, para lo cual, en el ejemplo, se aplica la multiplicación de un vector nx1 de 7x1 por una matriz m x n de 7x7, el resultado es el vector total de criterios que se muestra en la Tabla 42.

Tabla 42 Cálculo del vector total de comparables en función del criterio Estado de conservación

Vector promedio		Vector total
0.23076923	←→	1.615384615
0.07692308		0.538461538
0.23076923		1.615384615
0.07692308		0.538461538
0.07692308		0.538461538
0.07692308		0.538461538
0.23076923		1.615384615

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, se obtiene el cociente por filas del vector total entre el vector promedio; por ejemplo, en la primera fila de la Tabla 42, el vector total tiene un valor de 1.615384615, y el vector promedio es igual a 0.23076923, su cociente es 8.092702134, que es la relación entre ambos vectores, procedimiento que se replica para cada fila.

Tabla 43 Cálculo del cociente del vector total entre el vector promedio de comparables en función del criterio Estado de conservación

Vector promedio	Vector total	Vector total/ Vector promedio
0.23076923	1.615384615	7
0.07692308	0.538461538	7
0.23076923	1.615384615	7
0.07692308	0.538461538	7
0.07692308	0.538461538	7
0.07692308	0.538461538	7
0.23076923	1.615384615	7

λ_{MAX} 7

Fuente: Elaboración propia

Con el vector promedio, se procede a calcular la λ_{MAX} , que es el promedio de la suma de los valores del vector total entre el vector promedio, aplicando la expresión (1), donde i representa los valores de cada fila y n el número total de filas del vector, que en este ejemplo es 7:

$$\lambda_{MAX} = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\text{Vector total } i}{\text{Vector promedio } i} \right)}{n} \quad (1)$$

$$\lambda_{MAX} = 7.0000$$

Con el valor obtenido de λ_{MAX} , se procede a calcular el índice de consistencia (IC) de la matriz de comparación pareada mediante la expresión (2), donde n representa el número de filas del vector, el cual tiene 7 filas, por lo tanto n es igual a 7:

$$IC = \frac{\lambda_{MAX} - n}{n - 1} \quad (2)$$

Por lo tanto:

$$IC = \frac{7 - 7}{(7 - 1)}$$

$$IC = 0$$

El grado de inconsistencia puede medirse mediante el cálculo del Ratio de Consistencia (RC) de la matriz Ec. El ratio de consistencia determina la congruencia en la matriz de ponderación pareada de comparables en función de cada criterio, para este ejemplo el criterio analizado es el Estado de conservación. El ratio de consistencia, es la razón de cambio de una variable objetivo con relación a otra u otras variables.

En el proceso de valuación el ratio se utiliza para justificar o no la existencia de la relación entre las variables de valor del inmueble, el procedimiento para este cálculo es el siguiente:

En este ejemplo, el valor del Índice de Consistencia es igual a cero (0), por lo tanto el Ratio de Consistencia (RC) también es igual a cero. No obstante, se determina seguir con el procedimiento, con la finalidad de ilustrar al lector sobre su cálculo.

El ratio de consistencia se determina por medio del cociente del índice de consistencia (IC) calculado anteriormente y el índice de consistencia aleatoria, cuya expresión (3), se muestra a continuación, y su resultado se refleja en porcentaje:

$$RC = \frac{\text{Índice de consistencia}}{\text{Consistencia aleatoria}} \quad (3)$$

El índice de consistencia aleatoria, como se menciona en este capítulo, fue desarrollado por Thomas Saaty por medio del análisis de diferentes matrices cuadradas de datos, de las cuales obtuvo la consistencia aleatoria y su resultado para fines de determinación del ratio de consistencia, se muestra en la Tabla 30.

Tabla 30 Valores de consistencia aleatoria (Thomas Saaty)

Valores de consistencia aleatoria en función del tamaño de la matriz										
Tamaño de la Matriz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Consistencia Aleatoria	0.0	0.0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.4	1.45	1.49

Fuente: Estructura presentada por Jerónimo Aznar Bellver, Nuevos métodos de valoración: Modelos multicriterio, página 130

En esta tabla, se verifica el índice de consistencia aleatoria del ejemplo. El tamaño de la matriz $m \times m$, es de 7×7 , es decir, se analizan seis comparables y el sujeto en comparación pareada definidos en la Matriz de comparación pareada de comparables en función de cada criterio, que en este caso es el Estado de conservación Tabla 37, por lo tanto, se busca el tamaño de la matriz con valor de 7 en la tabla 5, así se identifica que el valor del índice de consistencia aleatoria es igual a 1.35, el cual se sustituye en la expresión (3), quedando de la siguiente manera:

$$RC = \frac{0.00}{1.35}$$

$$RC = 0.00 \%$$

De igual manera, para considerar que una matriz es consistente el ratio de consistencia deberá estar dentro de los siguientes rangos, indicados en la Tabla 31:

Tabla 31 Porcentajes máximos de ratio de consistencia

Tamaño de la Matriz (n)	Ratio de consistencia
3	5%
4	9%
5 o mayor	10%

Fuente: Estructura presentada por Jerónimo Aznar Bellver, Nuevos métodos de valoración: Modelos muticriterio, página 130

Como resultado, considerando que el tamaño de la matriz es de 7 filas x 7 columnas, el ratio de consistencia máximo indicado en la tabla 6, es de 10% y el ratio de consistencia

(RC) observado es de 0.00%, por lo tanto la matriz de comparaciones pareada de criterios es consistente, por lo que se procede con el ejercicio.

La consistencia de las opiniones utilizadas en la matriz de comparación por pares determinada a través del cociente de la consistencia (RC), nos indica que, si una consistencia es inferior a 10 por ciento, es considerada como aceptable. Para aquellos casos en que el $RC > 0.10$ o 10%, indica que las opiniones y juicios deberán ser reconsiderados.

Una vez construida la escala jerárquica de objetivos, realizadas las comparaciones pareadas de comparables en función del criterio Estado de conservación y concluido el análisis de consistencia, se procede al determinar el vector propio de criterios de la matriz de comparación pareada de comparables, con la finalidad de obtener la ponderación global que tiene cada comparable con relación al criterio Estado de Conservación, en otras palabras nos indicará el porcentaje de participación o de contribución que cada comparable tiene para la estimación del valor en función del criterio Estado de conservación, determinado por el criterio y experiencia del valuator para cada variable.

7.1.8. Vector propio de los comparables en función del criterio.

Para obtener el vector propio o característico se realizará el siguiente procedimiento mismo que será repetido hasta que este vector calculado, muestre estabilidad de valores en cálculos consecutivos, es decir, que no exista diferencia en los valores de una estimación n respecto a la estimación $n-1$, realizando el siguiente análisis:

Se identifica la matriz de comparación pareada de comparables en función del criterio Estado de conservación, definida en la Tabla 40 de este apartado. Esta matriz se eleva al cuadrado, para lo cual a través de las funciones de Excel, utilizando la *función MMULT*, se realiza la multiplicación de esta matriz por sí misma, obteniendo la primera estimación del vector propio, cuyos resultados se muestra a continuación en la Tabla 44.

Tabla 44 Cálculo de la primera estimación del vector propio de comparables en función del criterio Estado de conservación

Primera Estimación							Vector Suma	Vector característico
Matriz de ponderación pareada multiplicada por sí misma								
7.00000	21.00000	7.00000	21.00000	21.00000	21.00000	7.00000	105	0.230769231
2.33333	7.00000	2.33333	7.00000	7.00000	7.00000	2.33333	35	0.076923077
7.00000	21.00000	7.00000	21.00000	21.00000	21.00000	7.00000	105	0.230769231
2.33333	7.00000	2.33333	7.00000	7.00000	7.00000	2.33333	35	0.076923077
2.33333	7.00000	2.33333	7.00000	7.00000	7.00000	2.33333	35	0.076923077
2.33333	7.00000	2.33333	7.00000	7.00000	7.00000	2.33333	35	0.076923077
7.00000	21.00000	7.00000	21.00000	21.00000	21.00000	7.00000	105	0.230769231
SUMA							455	

Fuente: Elaboración propia

En esta primera estimación, se obtiene el vector suma a partir de la sumatoria de los valores por fila, por ejemplo la suma de la primera fila es resultado de sumatoria de:

$$\sum 7 + 21 + 7 + 21 + 21 + 21 + 7 = 105$$

Sucesivamente, se realiza el resto de las sumatorias por fila hasta completar todas las filas y posteriormente se obtiene el vector suma, que es el resultado de la sumatoria vertical del vector:

$$\sum 105 + 35 + 105 + 35 + 35 + 35 + 105 = 455$$

Enseguida, se obtiene el vector característico a partir de los cocientes de la ponderación del vector suma respecto a su sumatoria, es decir, se divide cada elemento del vector suma entre el total de las componentes de dicho vector, por ejemplo, para la primera fila del vector característico, el valor del vector suma de la primera fila es 105, el cual se divide ente la suma del vector que es 455, su resultado es:

$$VC = \frac{105}{455}$$

$$VC = 0.230769231$$

Igualmente, se calculan los valores de cada una de las filas del vector con este mismo procedimiento, del cual al final se obtiene el vector característico de la primera estimación.

El proceso de multiplicaciones sucesivas de la matriz de comparaciones pareadas, se continúa hasta que se repita el vector de ponderación, es decir, en aquella iteración sucesiva, donde la diferencia entre los valores de las filas del vector característico n y el vector característico n-1, sea igual a cero, por ejemplo, se calcula la estimación 2 mostrada en la Tabla 45, ahora tomando la matriz de ponderación pareada, obtenida en la Tabla 44.

Tabla 45 Cálculo de la segunda estimación del vector propio de comparables en función del criterio Estado de conservación

Segunda Estimación							Vector Suma	Vector característico
Matriz de ponderación pareada multiplicad por sí misma								
343	1029	343	1029	1029	1029	343	5145	0.230769231
114.3333333	343	114.3333333	343	343	343	114.3333333	1715	0.076923077
343	1029	343	1029	1029	1029	343	5145	0.230769231
114.3333333	343	114.3333333	343	343	343	114.3333333	1715	0.076923077
114.3333333	343	114.3333333	343	343	343	114.3333333	1715	0.076923077
114.3333333	343	114.3333333	343	343	343	114.3333333	1715	0.076923077
343	1029	343	1029	1029	1029	343	5145	0.230769231
SUMA							22295	

Fuente: Elaboración propia

Como podrá observarse, en la segunda estimación se cumple la condición de que los valores de las filas del vector característico relativo a la Tabla 45, es igual a los valores de fila del vector característico de la primera estimación relativo a la Tabla 44, donde su diferencia es igual a cero, como se muestra en la Tabla 46, en este momento, el vector característico será el vector propio de comparables en función del criterio Estado de conservación.

Tabla 46 Comparación de estimación del vector propio de criterios

Primera estimación	Segunda estimación
Vector característico	Vector característico
0.230769231	0.230769231
0.076923077	0.076923077
0.230769231	0.230769231
0.076923077	0.076923077
0.076923077	0.076923077
0.076923077	0.076923077
0.230769231	0.230769231
1.00000000	1.00000000

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en este punto, se obtiene el Vector propio de comparables en función del criterio Estado de conservación que se muestra en la Tabla 47.

Tabla 47 Vector propio de comparables en función del criterio Estado de conservación

Alternativa	Ponderación
Comparable 1	23.08%
Comparable 2	7.69%
Comparable 3	23.08%
Comparable 4	7.69%
Comparable 5	7.69%
Comparable 6	7.69%
Sujeto	23.08%
Suma	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados, indican que conforme al criterio del valuador, con la información investigada y obtenida de mercado de bienes inmuebles comparables al sujeto de estudio, el valor del inmueble en relación al Estado de conservación, estará justificado en un 23.08 por ciento por cada uno de los comparables 1 y 3; contribuyen en un 7.69 por ciento por cada uno de los comparables 2, 4, 5 y 6, que es la valoración de la importancia relativa de cada uno de los comparables considerados.

En esta etapa, se aplica el procedimiento para obtener el vector propio de cada uno de los comparables en función de cada criterio, siempre que estos criterios sean variables cualitativas, para el caso, se muestran los resultados del vector propio de comparables en función del criterio Zona, que se presenta en la Tabla 48.

Tabla 48 Vectores propios de comparables en función de cada criterio cualitativo

Alternativa	Ponderación por criterio cualitativo	
	Estado de conservación	Zona
Comparable 1	23.08%	13.87%
Comparable 2	7.69%	13.87%
Comparable 3	23.08%	35.42%
Comparable 4	7.69%	3.69%
Comparable 5	7.69%	5.41%
Comparable 6	7.69%	13.87%
Sujeto	23.08%	13.87%
Suma	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Los resultados analizados respecto al vector propio de comparables en función del criterio Zona, indican que conforme al criterio del valuador, el valor del inmueble, está justificado en un 13.87 por ciento por cada uno de los comparables 1, 2 y 6; contribuye en un 35.42 por ciento el comparable 3; con el 3.69 por ciento el comparable 4 y con un 5.41 por ciento el comparable 5, que es la valoración de la importancia relativa de cada uno de los comparables considerados en función del criterio Zona.

Estos resultados, se integran a la Matriz de Vectores Propios de Comparables en Función de Cada Criterio, en conjunto con los resultados de los Vectores de criterios propios de comparables en función de cada criterio cuantitativo, que se muestra en el subcapítulo 7.2.

7.1.9. Determinación del vector propio de comparables en función de cada criterio considerando las variables cuantitativas.

En esta etapa del Proceso Analítico Jerárquico, se desarrolla el análisis de las ponderaciones de los comparables en función de los criterios considerados como variables cuantitativas, determinando en cuanto contribuyen a la determinación de valor del bien valuado, que depende de los niveles jerárquicos establecidos por el valuador o el grupo de valuadores, así como de los juicios de valor de los elementos constitutivos de la estructura jerárquica.

El proceso para la determinación del vector propio de los comparables en función de criterios cuantitativos y cuantificables, es mucho más sencillo que el aplicado en los subcapítulos anteriores para criterios con variables cualitativas, considerando que dicho vector propio, se calcula su ponderación por el método de la suma ponderada, a partir del valor numérico de la característica de cada comparable respecto al criterio analizado dividido entre la suma de los valores de esa característica de todos los comparables que selecciona el valuador.

Adicionalmente, se debe considerar que todos los valores de las variables explicativas cuantitativas deben ser directas, o en su defecto convertirlas en directas, procedimiento que se muestra a continuación.

En la valuación, se dice que el valor de los inmuebles depende de sus características. La afirmación es lógica y no necesita mayor explicación. No es necesario ser un experto para conocer que el valor de un inmueble urbano depende también entre otras variables de su superficie y de la calidad de la construcción. Estas características de las cuales depende su valor, se denominan variables explicativas, por ser las variables que explican el precio. Las variables explicativas por su relación con el precio se pueden clasificar en dos grupos:

Variables explicativas directas. Se define a las variables cuyo valor se mueve en el mismo sentido que ellas, es decir, si la variable aumenta, el valor aumenta, y por el contrario si la variable disminuye, también disminuye el valor. Por ejemplo la vida útil remanente de un inmueble o su superficie de terreno, son variables explicativas directas, ya que si aumentan de valor, también aumenta el valor.

Variables explicativas inversas. Define a las variables cuyo valor se mueve en sentido distinto o contrario que estas, es decir, si la variable aumenta, el valor disminuye, y si la variable disminuye, el valor aumenta. Por ejemplo, en la valoración de inmuebles urbanos, la distancia al centro de la ciudad o a las zonas de servicio, o la edad de su construcción, si la variable aumenta, el valor disminuye.

En este sentido, se debe tener cuidado en la valuación de inmuebles cuando se utilizan variables inversas, es imprescindible transformarlas en variables explicativas directas. Existen dos maneras de realizar su transformación.

- ✓ Transformación por la inversa. consiste en cambiar la variable por su inversa.

Esto es X_{ij} , se sustituye por $1/ X_{ij}$

- ✓ Transformación por la diferencia a una constante k.

Esto es X_{ij} , se sustituye por $k - X_{ij}$

La primera transformación tiene la ventaja que mantiene la proporcionalidad, lo cual es de gran importancia en la valuación, pero tiene el inconveniente de no puede ser utilizada cuando la variable toma el valor cero (0).

En la segunda, la transformación por la diferencia a una constante, consiste en sustituir la variable X_i por la diferencia con una constante k, cuyo valor es superior que el

mayor de las variables. Esta transformación comúnmente realizada en la valuación tiene varios inconvenientes, uno de ellos es que no mantiene la proporcionalidad y otro es que según el valor de la constante k que se elija, varía el resultado obtenido.

Una vez analizados estos aspectos importantes, se realiza el procedimiento del ejemplo mostrado en la Tabla 49, para lo cual primero se identifican los criterios con variables cuantitativas de acuerdo a la información de mercado de comparables y seleccionados por el valuador.

De los seis criterio considerados, cinco de ellos son variables directas con respecto al valor, tanto las Superficies de construcción y de terreno, el número de recamaras y de baño, así como de cajones de estacionamiento están relacionadas positivamente con el valor de los inmuebles, es decir, a mayor valor de la variable, mayor valor probable del inmueble. Sin embargo, el criterio Edad es una variable inversa, ya que entre mayor sea, menor será su valor. Por lo tanto hay que transformar la variable Edad en directa.

Tabla 49 Datos de las variables de los comparables de mercado por cada criterio cuantitativo

Alternativa	Superficie de construcción	Superficie de terreno	Edad	Número de recamaras	Número de Baños	Número de cajones
Comparable 1	160	210	8	3	3	2
Comparable 2	220	200	7	3	2	2
Comparable 3	150	150	7	3	2.5	2
Comparable 4	250	160	4	4	2.5	3
Comparable 5	220	160	8	4	2.5	2
Comparable 6	150	270	30	3	2.5	2
Sujeto	143.57	270	30	3	2.5	1

Fuente: Elaboración propia

Para realizar esta transformación del criterio Edad representado por X_{ij} , se aplica el procedimiento por medio de la disminución o resta a una Constante k que representa en este caso la vida útil total estimada en un valor de 70 años para este ejemplo, Las transformaciones que se realizan mediante la siguiente expresión:

$$X_{ij} \text{ Directa} = k - X_{ij} \text{ Indirecta}$$

Dónde:

k = constante

X_{ij} = Valor de la característica

Por ejemplo, el valor del criterio Edad del comparable 1 es de 8 años, por lo tanto la inversa de este criterio es 62 años, es decir el valor resultante es la vida útil remanente, lo cual se aplica a todos los comparables, dando como resultado la Tabla 50.

Una vez realizado este procedimiento, se inicia con la obtención de los vectores de criterios propios de los comparables y el sujeto en función de los seis criterios, mediante la ponderación normalizada por la suma, para lo cual se inicia con el criterio Superficie de construcción, como se muestra en la Tabla 51.

Tabla 50 Transformación de las variables de los comparables por cada criterio cuantitativo convertidos a variables directas

Alternativa	Superficie de construcción	Superficie de terreno	Vida útil remanente	Número de recamaras	Número de Baños	Número de cajones
Comparable 1	160	210	62	3	3	2
Comparable 2	220	200	63	3	2	2
Comparable 3	150	150	63	3	2.5	2
Comparable 4	250	160	66	4	2.5	3
Comparable 5	220	160	62	4	2.5	2
Comparable 6	150	270	40	3	2.5	2
Sujeto	143.57	270	40	3	2.5	1
Suma	1293.57	1420	396	23	17.5	14

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51 Vector propio de comparables en función al criterio Superficie de construcción

Alternativa	Superficie de construcción	Vector propio
Comparable 1	160	0.123688706
Comparable 2	220	0.170071971
Comparable 3	150	0.115958162
Comparable 4	250	0.193263604
Comparable 5	220	0.170071971
Comparable 6	150	0.115958162
Sujeto	143.57	0.110987422
SUMA	1293.57	1.00000000

Fuente: Elaboración propia

La ponderación, es muy simple, por ejemplo, el valor del criterio superficie del comparable 1 es 160, este se pondera en función de la sumatoria de la columna del criterio Superficie de construcción que es 1293.57, dando como resultado una ponderación de 0.123688706, es decir, la superficie de construcción del comparable 1 contribuye con el 12.37 por ciento al valor del inmueble en ese criterio.

Este proceso, se replica para el resto de los criterios, para lo cual se obtiene una matriz de vectores propios de comparables en función de cada criterio, como se muestra en la Tabla 52.

Tabla 52 Vectores propios de comparables en función de cada criterio cuantitativo

Alternativa	Superficie de construcción	Superficie de terreno	Vida útil remanente	Número de recamaras	Número de Baños	Número de cajones
Comparable 1	0.123688706	0.147887324	0.156565657	0.130434783	0.171428571	0.142857143
Comparable 2	0.170071971	0.14084507	0.159090909	0.130434783	0.114285714	0.142857143
Comparable 3	0.115958162	0.105633803	0.159090909	0.130434783	0.142857143	0.142857143
Comparable 4	0.193263604	0.112676056	0.166666667	0.173913043	0.142857143	0.214285714
Comparable 5	0.170071971	0.112676056	0.156565657	0.173913043	0.142857143	0.142857143
Comparable 6	0.115958162	0.190140845	0.101010101	0.130434783	0.142857143	0.142857143
Sujeto	0.110987422	0.190140845	0.101010101	0.130434783	0.142857143	0.071428571
Suma	1.00000000	1.00000000	1.00000000	1.00000000	1.00000000	1.00000000

Fuente: Elaboración propia

7.2. Integración de los resultados para la obtención del vector de factores globales.

Finalmente, para integrar los resultados de cada una de las etapas previas realizadas mediante el Proceso Analítico Jerárquico, primeramente se establece la Matriz de Vectores Propios de Comparables en Función de cada Criterio, para lo cual se introducen los valores de los vectores propios de comparables obtenidos anteriormente en las Tablas 48y 52, dando como resultado la matriz mostrada en la Tabla 53.

Tabla 53 Matriz de vectores propios de comparables en función de cada criterio

Alternativas	Zona	Superficie de construcción	Superficie de terreno	Vida útil remanente	Número de recamaras	Número de Baños	Estacionamiento	Estado de conservación
Comparable 1	0.13868	0.12369	0.14789	0.15657	0.13043	0.17143	0.14286	0.23077
Comparable 2	0.13868	0.17007	0.14085	0.15909	0.13043	0.11429	0.14286	0.07692
Comparable 3	0.35422	0.11596	0.10563	0.15909	0.13043	0.14286	0.14286	0.23077
Comparable 4	0.03692	0.19326	0.11268	0.16667	0.17391	0.14286	0.21429	0.07692
Comparable 5	0.05414	0.17007	0.11268	0.15657	0.17391	0.14286	0.14286	0.07692
Comparable 6	0.13868	0.11596	0.19014	0.10101	0.13043	0.14286	0.14286	0.07692
Sujeto	0.13868	0.11099	0.19014	0.10101	0.13043	0.14286	0.07143	0.23077

Fuente: Elaboración propia

Para efectos prácticos, los datos se establecieron con una aproximación de cinco decimales, lo que facilita la explicación del método, no obstante, en Excel se pueden utilizar tantos decimales como sea necesario.

De igual manera, ubicamos el Vector propio de criterios en función de cada criterio, que se obtuvo anteriormente en la Tabla 35, con sus valores de ponderación en formato decimal, que será utilizada para calcular el Vector de factores globales.

Tabla 35 Vector propio de criterios en función de cada criterio

Criterios	Ponderación
Zona	0.25710
Superficie de construcción	0.14901
Superficie de terreno	0.14901
Vida útil remanente	0.05532
Número de recamaras	0.14901
Número de baños	0.03621
Número de cajones de estacionamiento	0.14901
Estado de conservación	0.05532

Fuente: Elaboración propia

Con la multiplicación de la Matriz de Vectores Propios de Comparables en Función de Cada Criterio de la Tabla 53 y el Vector Propio de Criterios en Función de cada Criterio obtenida en la Tabla 35, en este caso, para facilitar el procedimiento, se utiliza la función MMULT de Excel, mediante la cual se identifica que la primera matriz tiene una dimensión $m \times n$, es decir de 7 filas por 8 columnas, y el vector tiene una dimensión de $n \times 1$, es decir de 8 filas por una columna, por lo tanto, su resultado de la multiplicación es un vector de $m \times 1$, o sea, de 7 filas por un renglón, el cual determina los factores globales del sistema, como se muestra en la Tabla 54.

Tabla 54 Vector de factores globales

Alternativas	Factores globales	Valor ofertado de mercado
Comparable 1	0.144481446	\$ 1,250,000.00
Comparable 2	0.139902949	\$ 1,200,000.00
Comparable 3	0.191554313	\$ 1,050,000.00
Comparable 4	0.131576611	\$ 1,500,000.00
Comparable 5	0.12134485	\$ 1,200,000.00
Comparable 6	0.137006529	\$ 1,250,000.00
Sujeto	0.134133302	¿?
Sumas	1.000000000	\$ 7,450,000.00

Fuente: Elaboración propia

A partir del Vector de factores globales, se determina la ponderación o contribución de cada uno de los comparables incluido el sujeto a la estimación del valor del inmueble valuado, cuya suma es la unidad, y adicionalmente se tienen conocidos los valores investigados de mercado de los inmuebles seleccionados como comparables.

La conclusión de este tema de tesis, basado en el Proceso Analítico Jerárquico desarrollado por Thomas L. Saaty, es que, su metodología de análisis permite estimar el valor del inmueble analizado como sujeto de estudio, a partir de la sumatoria de la ponderación o contribución de los comparables obtenida de la columna de Factores globales, que para este ejemplo es de 0.865866698, es decir, el equivalente al 86.59 por ciento, representa un valor parcial de \$7'450,000, definida esta última, como la sumatoria de los valores ofertados de mercado de los comparables, como se aprecia en la Tabla 55.

Tabla 55 Vector de factores globales sin incluir al sujeto

Alternativas	Factores globales	Valor ofertado de mercado
Comparable 1	0.144481446	\$ 1,250,000.00
Comparable 2	0.139902949	\$ 1,200,000.00
Comparable 3	0.191554313	\$ 1,050,000.00
Comparable 4	0.131576611	\$ 1,500,000.00
Comparable 5	0.12134485	\$ 1,200,000.00
Comparable 6	0.137006529	\$ 1,250,000.00
Sumas	0.865866698	\$ 7,450,000.00

Fuente: Elaboración propia

Bajo esta consideración, se calcula el ratio de valor, el cual se define como el cociente de la sumatoria de los Valores de los inmuebles comparables entre la sumatoria de los factores globales de los inmuebles comparables, conforme a la siguiente expresión:

$$RatioValor = \frac{\sum \text{Valores de los comparables}}{\sum \text{Factores globales de los comparables}}$$

$$RatioValor = \frac{7'450,000}{0.865866698}$$

$$RatioValor = \mathbf{8'604,095.78}$$

Este ratio, representa el valor global del conjunto de inmuebles analizados incluido el sujeto, cuya suma es de \$8'604,0905.78, que ahora equivale al 100 por ciento. Esto quiere decir, que el conjunto de factores globales de todos los comparables más el sujeto mostrados en la Tabla 54, que también es el 100 por ciento, se valoran esta cantidad, por lo tanto, se puede deducir que, el valor del inmueble sujeto, será el resultado de multiplicar el factor global del sujeto por el ratio de valor, dando como resultado lo siguiente:

Si, el Ratio de Valor es =	\$	8'604,095.78
y, el Factor global del sujeto es =		0.137006529 (13.70 %)

Entonces, se multiplican estos valores, considerando que el sujeto tiene una ponderación del 13.70 por ciento del Ratio de Valor, obteniendo el valor estimado del sujeto en estudio, siendo el siguiente:

El Valor del sujeto es =	\$	1'154,095.00
--------------------------	----	---------------------

Este resultado, indica que el valor de mercado probable del inmueble sujeto analizado es de \$1'150,000.00, el cual puede compararse a manera de referencia con el valor homologado obtenido por el enfoque de mercado convencional.

Hasta este punto, se ha desarrollado toda la metodología del Proceso Analítico Jerárquico, determinando el valor probable del inmueble en estudio. Sin embargo, el objetivo de la tesis es aplicar este procedimiento, para determinar los factores de

ponderación de los comparables y la medida en que estos contribuyen al valor del sujeto, aplicándolos como factores de ponderación (F_{p_i}) a los Valores unitarios homologados de los comparables (V_{uh_i}) mostrados en las Tablas 2 y 4, del subcapítulo 3.2.2 Ponderación de comparables de inmuebles en venta de esta tesis, que se presenta en el siguiente subcapítulo.

7.3. Ponderación de comparables de inmuebles en venta aplicando el Proceso Analítico Jerárquico, PAJ.

Con los resultados obtenidos en el punto anterior de la Tabla 55, se utilizan como base para determinar la ponderación o contribución de cada uno de los comparables a la estimación del valor del inmueble sujeto de estudio, el cual se replica sin importar en este caso la columna de Valor ofertado de mercado de los comparables, quedando como se muestra en la Tabla 56.

Tabla 56 Vector de factores globales de los comparables

Alternativas	Factores globales
Comparable 1	0.144481446
Comparable 2	0.139902949
Comparable 3	0.191554313
Comparable 4	0.131576611
Comparable 5	0.12134485
Comparable 6	0.137006529
Sumas	0.865866698

Fuente: Elaboración propia

Ahora, la contribución de este tema de tesis se define en este punto. Para determinar los factores de ponderación de comparables (F_{p_i}), se aplica la ponderación por medio de la suma de los factores globales obtenidos en el cuadro 32, es decir, se calculan los cocientes entre el factor global de cada comparable entre la sumatoria de los factores globales. Por ejemplo, el factor de ponderación o contribución del comparable 1 al valor unitario del inmueble sujeto, es obtenido mediante la siguiente expresión:

$$F_{p_i} = \frac{\text{Factores global del comparable } i}{\sum \text{Factores globales de los comparables}}$$

$$Fp1 = \frac{0.144481446}{0.865866698}$$

$$Fp1 = 16.69 \%$$

En resumen, el factor de ponderación del comparable 1 es igual al 16.69 por ciento, que determina el peso con el que contribuye al componente de valor (Cv) del inmueble sujeto, respecto del cien por ciento de la sumatoria de los componentes de valor de cada uno de los comparables, este procedimiento, se aplica a cada comparable, del cual sus resultados se presenta en la Tabla 57.

Tabla 57 Factores de ponderación de comparables (Fp)

Alternativas	Factores globales	Factores de ponderación
Comparable 1	0.144481446	16.69 %
Comparable 2	0.139902949	16.16 %
Comparable 3	0.191554313	22.12 %
Comparable 4	0.131576611	15.20 %
Comparable 5	0.12134485	14.01 %
Comparable 6	0.137006529	15.82 %
Sumas	0.865866698	100.00 %

Fuente: Elaboración propia

Estos factores, son los que se propone utilizar en los formatos de avalúo, en específico en el enfoque de mercado, que puede ser aplicado de igual manera en la homologación de terrenos en venta aplicado en el enfoque físico, así como a la homologación de inmuebles en renta aplicado en el enfoque de ingresos o de capitalización de rentas, en los formatos que requieren o permitan introducir los factores de ponderación de comparables, que como ejemplo, se analizan en capítulos anteriores.

Conclusiones

Una vez desarrollada la presente propuesta de sistematización de información y procedimientos requeridos para aplicar el Proceso Analítico Jerárquico en materia de avalúos, así como considerando las diferentes posturas teóricas en materia de valor se presenta el Modelo **PAJ Luna 14**, el cual cuenta con las siguientes características:

Modelo versátil y de aplicación de forma general a la ponderación de factores cuantitativos y cualitativos requiriendo de ser alimentado con información particular de cada zona, localidad o región; fundamentalmente en lo que se refiere a los tres primeros pasos de aplicación, especialmente en el que se realiza la selección de las variables explicativas, considerando que las características que explican el valor de los inmuebles son muy diferentes en función de la región en la que se encuentren y, sobre todo, su relevancia en la explicación del valor, puede diferir según la zona geográfica analizada.

La relevancia de la propuesta es que mediante su aplicación se determinan ponderaciones particulares dependiendo de circunstancias propias de cada zona o lugar, por ejemplo, la existencia de calefacción o aire acondicionado u otras características particulares en una vivienda es una variable importante en algunos estados del norte y sur de México, pero no lo es tanto en una ciudad del centro del país.

Por lo tanto, la adecuada selección de las variables explicativas es una función esencial para el valuador, que deberá estar muy atento a las particularidades de cada región. En menor medida, pero también a tener en cuenta, existen diferencias regionales en cuanto a la existencia de bases de datos con suficiente información para encontrar los comparables.

Este método, presenta una metodología comparativa de valoración que permite abordar contextos de escasa información, considerar variables de naturaleza cualitativa, situaciones todas comunes y de gran utilidad y aplicación en la práctica valorativa profesional.

Esta metodología, constituye un complemento a los métodos convencionales de valoración de inmuebles, y con la ayuda de los expertos, por ejemplo de los colegios o asociaciones de valuadores profesionales podrá ser retroalimentada, ajustada y calibrada

para que se convierta en una herramienta que permita al valuador abordar situaciones complejas desde enfoques distintos a los convencionales.

Otra característica importante de **PAJ Luna 14** radica en su posible utilización para valorar otras clases de bienes o inmuebles, siempre que se identifiquen correctamente las variables explicativas y los comparables de referencia conforme a la normatividad en cada caso y, así como en materia de inmuebles habitacionales, a las particularidades regionales.

La valuación por el Proceso Analítico Jerárquico, no es propuesta por el autor, sino que corresponde a la aplicación del concepto de la valuación objetiva apoyada por la ciencia y la tecnología, con el fin de apoyar al valuador profesional de herramientas que adicionalmente a las tradicionales, le permitan tener un panorama más claro hacia la decisión conclusiva del valor, y que cada vez más a ampliado su utilización al interno del gremio valuador alrededor del mundo.

Se aclara que en ningún momento se demerita las metodologías convencionales, sino por el contrario, su objetivo es fortalecer objetivamente aquellos aspectos en los cuales los modelos y métodos tradicionalmente son débiles y ante esta debilidad el valuador debe hacer uso de la subjetividad.

Conclusiones

Considerando principalmente los resultados del procedimiento sistematizado en una Hoja Electrónica de Cálculo y al proceso de Calibración de resultados y bajo la premisa de que la presente propuesta constituye un método que enriquece y fortalece el criterio y la sensibilidad del valuador para determinar la ponderación o la medida en que contribuyen o no los comparables en el valor de un bien, así como obtener una referencia de valor con este método alternativo, se pone a consideración del gremio valuador en particular y de los usuarios en general:

- ✓ El Proceso Analítico Jerárquico es un método multicriterio que permite obtener la ponderación de los comparables en función de cada uno de los criterios determinados en base a la experiencia del valuador; por lo que su sistematización contribuye de forma directa al campo valuatorio.

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- ✓ Realizar la ponderación de criterios propuestos en el presente Modelo, como procedimiento para obtener la magnitud con que contribuye cada comparable al valor estimado del inmueble objeto del estudio, no adiciona trabajo o pasos para realizar un avalúo, sino por el contrario los simplifica y otorga objetividad y precisión.
 - ✓ PAJ Luna 14, amplía el escenario de manejo de criterios y comparables al no restringir la cantidad de características o criterios para su desarrollo, como tampoco lo es la cantidad de comparables.
 - ✓ Se cuenta con la versatilidad adicional de introducir variables explícitas directas cualitativas, no solo cuantitativas, lo que lo hace más flexible sobre otros métodos.
 - ✓ Del análisis comparativo de resultados entre métodos convencionales y el PAJ Luna 14, se deduce que la ponderación de los comparables afectan la estimación del valor del inmueble en estudio, la cual en algunos casos puede ser significativa cuando existen diferencias notables en las características de los comparables seleccionados o disponibles en el mercado, aportando criterios de decisión para el valuador.
 - ✓ Es necesario destacar que para la utilización de esta metodología se hace imprescindible un profundo conocimiento y experiencia por parte del valuador, pero esta necesidad es, por otra parte, común a cualquier otro método utilizado.
 - ✓ El Proceso Analítico Jerárquico, es capaz de abordar contextos de escasa información y de incorporar en el modelo variables explicativas de naturaleza cualitativa, por lo que representa una herramienta de gran utilidad para los profesionales de la valuación.

Recomendaciones

Para lograr resultados con mayor precisión con la aplicación del presente Modelo, es recomendable la intervención de un grupo de expertos para determinar las jerarquías de los criterios o características que sean más relevantes para determinación la estimación de valor de un bien inmueble, entre otras se mencionan las siguientes:

- ✓ Desarrollar un trabajo de investigación, que sirva de base a los valuadores profesionales para establecer los criterios aplicables, de acuerdo a la región, zona o ciudad, así como de acuerdo al tipo de bien inmueble que se valúa.

- ✓ Formar un grupo decisor o supra decisor como los colegios de valuadores profesionales, que sin demeritar el criterio y experiencia de los valuadores, regulen o emitan recomendaciones para homogenizar los criterios.
- ✓ Incentivar y capacitar a los valuadores profesionales para la utilización del Proceso Analítico Jerárquico, como una alternativa que complemente los métodos convencionales de valuación, con una metodología que aumente la objetividad.



Bibliografía

- Torres Coto, Julio E. XV Congreso Panamericano de Valuación, Memorias sept 1992 Puebla, Tomo dos.
- Hernández Ruíz, Enrique Augusto, Valuación Inmobiliaria, Editorial Trillas 2012, México.
- Aznar Bellver, Jerónimo y otros, Nuevos Métodos de Valoración: Modelos Multicriterio, Editorial Universitat Politècnica de València 2012, España.
- Ventolo, William L. Jr. y otros, Técnicas del Avalúo Inmobiliario: Guía completa para vendedores, corredores, administradores, inversionistas y valuadores de propiedades, Editorial PAX México (Real Estate Education Company), 2008, México.
- Leyva López, Juan Carlos, Métodos de Ordenamiento Multicriterio, 1ª., Plaza y Valdés Editores, 2010, México.
- Antuñano Iturbide, Antonio, El Avalúo de los Bienes Raíces, 1ª. LIMUSA 2011, México.
- Sociedad Hipotecaria Federal, Reglas de Carácter General que Establecen la Metodología para la Valuación de Inmuebles Objeto de Créditos Garantizados a la Vivienda, Diario Oficial de la Federación (27-09-2004)
- Comisión Nacional Bancaria y de Valores, Anexo 42: Lineamientos Generales para la Valuación Bancaria.

Anexos

- A.- Modelo de captura de datos del sistema
- B.- Resumen de resultados del modelo
- C.- Integra Disco Complemento (CD-R) PAJ Luna 14



ANEXO A

Ejemplo del proceso para la utilización de la hoja de cálculo de Excel denominado PAJ Luna 14.

- Se inicia con la identificación de los criterios o características que el valuador profesional empleará para el análisis del avalúo. Puede analizar **hasta 8 criterios** y puede ser cuantitativos y cualitativos.
- Se capturan los **datos de los comparables** de mercado, de acuerdo a los criterios seleccionados, así como los **datos del Sujeto**.
- Se le asigna un orden de importancia a cada uno de los criterios, dos o más pueden tener el mismo valor o peso. El orden inicia en **1 hasta 8** criterios.
- Utilizando la Escala Fundamental de Saaty, se otorgan los valores considerando la comparación de pares de cuanto es mejor o superior en importancia un criterio respecto a otros, la escala es del **1 al 9**.
- Se identifica cuáles de los criterios son **cuantitativos** capturando "1" en la celda respectiva, y "2" para los criterios **cualitativos**.
- Se copia el cuadro de datos iniciales al cuadro del **paso 4**.
- En este cuadro, **convertimos** los valores de las variables explícitas **Indirectas a Directas**, ya sea por diferencia a un valor máximo o por el inverso, en este caso el **Criterio Edad** que es indirecto se convierte en Directo con el **Criterio Vida Útil Remanente** calculado por la resta a 70 años. Adicionalmente, se pueden convertir las variables cualitativas en cuantitativas por una metodología convencional, aunque no es recomendable por el creador del PAJ.
- Se le asigna un orden de importancia a cada uno de los comparables por cada criterio cualitativo, dos o más pueden tener el mismo valor o peso. El orden inicia en **1 hasta 7 incluyendo al sujeto**.
- Utilizando la Escala Fundamental de Saaty, se otorgan los valores considerando la comparación de pares de cuanto es mejor o superior en importancia un comparable respecto a otros en ese criterio, la escala es del **1 al 9**.

PASO 1 CAPTURAR EN LAS LINEAS 4 A 10 LOS VALORES DEL SUJETO Y DE LOS VALORES DE MERCADO INVESTIGADOS DE LOS COMPARABLES DE ACUERDO A CADA CRITERIO

COMPARABLES	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Zona	Superficie de construcción	Superficie de terreno	Edad	Número de recamaras	Número de Baños	Número de cajones de estacionamiento	Estado de conservación	Valor ofertado
COMP 1	El Dorado	160	210	8	3	3	2	Bueno	\$ 1,250,000.00
COMP 2	Boulevares	220	200	7	3	2	2	Regular	\$ 1,200,000.00
COMP 3	Santa Elena	150	150	7	3	2.5	2	Bueno	\$ 1,050,000.00
COMP 4	Vistas del Sol	250	160	4	4	2.5	3	Regular	\$ 1,500,000.00
COMP 5	Piramides	220	160	8	4	2.5	2	Regular	\$ 1,200,000.00
COMP 6	El Dorado	150	270	30	3	2.5	2	Regular	\$ 1,250,000.00
SUJETO	El Dorado	143.57	270	30	3	2.5	1	Bueno	?

PASO 2 CAPTURA DEL ORDEN DE LOS CRITERIOS DE VALUACIÓN CONFORME A SU IMPORTANCIA, A CONSIDERACIÓN DEL VALUADOR Y SU VALOR EN LA ESCALA DE SAATY

CRITERIO	ORDEN PREVIO	VALOR SAATY
Zona	1	1
Superficie de construcción	2	2
Superficie de terreno	2	2
Edad	3	4
Número de recamaras	2	2
Número de Baños	4	5
Número de cajones de estacionamiento	2	2
Estado de conservación	3	4

ESCALA DE SAATY	
NIVELES	VALOR
0	1
1	3
2	5
3	7
4	9
0.5	2
1.5	4
2.5	6
3.5	8

PASO 3 CAPTURAR EN LAS LINEA 33, EL TIPO DE CRITERIO, SI ES VARIABLE CUANTITATIVA CAPTURAR "1", SI ES VARIABLE CUALITATIVA CAPTURAR "2"

COMPARABLES	1	2	2	2	2	4	2	3	V OFERTADO
	Zona	Superficie de construcción	Superficie de terreno	Vida Útil Remanente	Número de recamaras	Número de Baños	Número de cajones de estacionamiento	Estado de conservación	
TIPO DE CRITERIO	2	1	1	1	1	1	1	2	

PASO 4 CAPTURAR LOS VALORES DE FORMA DIRECTA DE TODOS LOS CRITERIOS, CONSIDERANDOLOS COMO CUANTITATIVOS, ES DECIR, LOS CUALITATIVOS CONVERTIDOS A CUANTITATIVOS Y LOS VALORES INDIRECTOS EN DIRECTOS, CONFORME AL PROCESO DE VALUACIÓN CONVENCIONAL DEL AVALUO

1	COMP 1	0.7	160	210	62	3	3	2	0.99	\$ 1,250,000.00
2	COMP 2	0.7	220	200	63	3	2	2	0.975	\$ 1,200,000.00
3	COMP 3	0.75	150	150	63	3	2.5	2	0.99	\$ 1,050,000.00
4	COMP 4	0.7	250	160	66	4	2.5	3	0.975	\$ 1,500,000.00
5	COMP 5	0.7	220	160	62	4	2.5	2	0.975	\$ 1,200,000.00
6	COMP 6	0.7	150	270	40	3	2.5	2	0.99	\$ 1,250,000.00
	SUJETO	0.7	143.57	270	40	3	2.5	1	0.99	?

PASO 5 CAPTURAR EL ORDEN PREVIO DE LOS COMPARABLES DE MAYOR A MENOR IMPORTANCIA EN CADA CRITERIO CUALITATIVO Y SU VALOR EN LA ESCALA DE SAATY

	COMPARABLES	Zona		Superficie de construcción		Superficie de terreno		Vida Útil Remanente		Número de recamaras		Número de Baños		Número de cajones de estacionamiento		Estado de conservación		V OFERTADO
		ORDEN	SAATY	ORDEN	SAATY	ORDEN	SAATY	ORDEN	SAATY	ORDEN	SAATY	ORDEN	SAATY	ORDEN	SAATY			
1	COMP 1	2	3															\$ 1,250,000.00
2	COMP 2	2	3															\$ 1,200,000.00
3	COMP 3	1	1															\$ 1,050,000.00
4	COMP 4	6	6															\$ 1,500,000.00
5	COMP 5	3	5															\$ 1,200,000.00
6	COMP 6	2	3															\$ 1,250,000.00
	SUJETO	2	3															?

ANEXO B

RESUMEN DE VALORES OBTENIDOS POR EL METODO PROCESO ANÁLITICO JERÁRQUICO

PROCEDIMIENTO	VARIABLES CUANTITATIVAS - CUALITATIVAS INCLUYENDO LA PONDERACION DE CRITERIOS	VARIABLES CUANTITATIVAS - CUALITATIVAS SIN INCLUIR LA PONDERACION DE CRITERIOS	VARIABLES CUANTITATIVAS CONVERTIDAS INCLUYENDO LA PONDERACION DE CRITERIOS	VARIABLES CUANTITATIVAS CONVERTIDAS SIN INCLUIR LA PONDERACION DE CRITERIOS
Valor Concluido	1,154,095.78	1,208,142.30	1,113,463.45	1,103,465.30
COMPARABLES	FACTORES DE PONDERACION COMPARABLES			
Comparable 1	16.69%	18.05%	16.14%	16.62%
Comparable 2	16.16%	15.59%	16.57%	16.37%
Comparable 3	22.12%	20.07%	15.47%	15.67%
Comparable 4	15.20%	16.23%	18.62%	18.47%
Comparable 5	14.01%	14.96%	16.94%	16.96%
Comparable 6	15.82%	15.09%	16.25%	15.91%
	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
CRITERIO	VECTORES PROPIOS DE PONDERACIÓN DE CRITERIOS			
Zona	25.71%	12.50%	25.71%	12.50%
Superficie de construcción	14.90%	12.50%	14.90%	12.50%
Superficie de terreno	14.90%	12.50%	14.90%	12.50%
Edad	5.53%	12.50%	5.53%	12.50%
Número de recamaras	14.90%	12.50%	14.90%	12.50%
Número de Baños	3.62%	12.50%	3.62%	12.50%
Espacios de estacionamiento	14.90%	12.50%	14.90%	12.50%
Estado de conservación	5.53%	12.50%	5.53%	12.50%
	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	PROMEDIO	TENDENCIA	MEDIANA	
	\$ 1,241,666.67	\$ 1,237,687.23	\$ 1,225,000.00	
	MÁXIMO	MÍNIMO		
	\$ 1,500,000.00	\$ 1,050,000.00		