



## INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN

**MAESTRIA EN VALUACIÓN INMOBILIARIA E INDUSTRIAL**

**“APLICACIÓN DE MÉTODOS MULTICRITERIO, EN LA  
SELECCIÓN Y PONDERACIÓN, PARA LA VALUACIÓN DE  
BIENES INMUEBLES”**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN VALUACIÓN INMOBILIARIA E INDUSTRIAL**

PRESENTA:

**ARQ. JORGE LUIS MADRID MENESES**

ASESOR:

**ENRIQUE GUTIÉRREZ LÓPEZ**

ESTUDIOS CON RECONOCIMIENTO DE VALIDEZ OFICIAL, POR LA SECRETARIA DE EDUCACIÓN  
PÚBLICA, CONFORME EL ACUERDO No. 2003286 DE FECHA 03 DE OCTUBRE DE 2003.

## **AGRADECIMIENTO**

A los profesores que con su ayuda y dedicación hicieron posible este trabajo, a mis compañeros y asesor M. en V. Ing Enrique Gutiérrez; de manera especial a mi profesor, amigo, y colega M. en V. Ing. Martín Grajeda, por su apoyo incondicional, y motivación al tema.

Así como a mi familia, padres, hermanos y pareja, por sus integro interés y aliento para con migo.

Y sobre todo a Dios, que sin su bendición nunca hubiera sido posible este logro más en mi vida.

## RESUMEN

La búsqueda de la eficiencia y la productividad, conllevan a la exploración de métodos que guíen y apoyen al valuador para la toma de decisiones, en donde intervienen numerosas variables, con el fin de emplear éstos para la selección y la homogenización de los resultados.

Los métodos de multicriterio constituyen una forma de modelar los procesos de decisión en los que el valuador se ve en la necesidad de escoger entre ciertas variables, y de igual forma, asignarle un peso a cada una de ellas; en los que entran en juego diferentes elementos como pueden ser: una decisión a ser tomada, los eventos desconocidos que pueden afectar el o los resultados y los posibles cursos de acción. Mediante estos modelos se pretende que el decisor podrá estimar las posibles implicaciones que puede tomar cada una de las variables, de modo que, se tenga una mejor comprensión de las relaciones de sus acciones y sus objetivos.

Para efecto del presente trabajo, se consideran algunos de los métodos de decisión multicriterio, como el método de proceso analítico jerárquico, Diakoulaki, Entropía, y el método de jerarquía y dispersión (propuesta del autor). Con el implemento de estos métodos de decisión, se pretende que los resultados sean los procesos, la implementación y la validación, desde su selección y ponderación, que sustenten el valor del bien, fundamentados desde el comienzo del avalúo en procesos matemáticos y no solo sujeto al criterio del valuador.

## ABSTRACT

The search for efficiency and productivity lead to the exploration of methods which guide and support the appraiser for his decision making. Numerous variables are involved in order to use them for selecting and standardizing the results.

Multicriteria methods are a form of decision-making model in which the appraiser looks at the need to choose between certain variables, and similarly, assigning a weight to each one of them, in which come into play different elements such as: a decision to be taken, events that may affect the unknown or the results and possible courses of action. Through these models is intended that the decision maker may consider the possible implications that can take each of the variables so that you have a better understanding of the relationship between their actions and goals.

For purposes of this paper considers some of multicriteria decision methods such as analytic hierarchy process method, Diakoulaki, Entropy, and the hierarchy and dispersion method (proposed by the author). With the attachment of these methods of decision, it is intended that the results are the processes, implementation and validation from their selection and weighting, to sustain the value of good, grounded since the beginning of the valuation process and not only mathematical subject the discretion of the appraiser.

## INDICE

	Pág.
Resumen .....	1
Abstract .....	2
<b>Introducción .....</b>	<b>5</b>
Objetivos.....	6
Hipótesis.....	7
<b>Capítulo 1 Marco Teórico .....</b>	<b>8</b>
1.1. Conceptos y antecedentes.....	9
1.1.1. La valuación .....	9
1.1.2. La toma de decisión .....	9
1.1.3. Métodos multicriterio .....	12
1.2. Tipos de Variables.....	14
1.3. Normalización.....	17
1.3.1. Normalización por la suma.....	19
1.3.2. Normalización por el ideal.....	20
1.3.3. Normalización por rango .....	20
1.4. Métodos multicriterio .....	21
1.4.1. Ordenación Simple .....	26
1.4.2. Proceso analítica jerárquica (AHP) .....	27
1.4.3. Diakoulaki .....	33

1.4.4. Entropía .....	39
1.5. Medidas de similitud.....	42
1.5.1. Distancia Euclídea .....	44
1.5.2 Distancia Manhattan.....	45
<b>Capítulo 2 Análisis del problema.....</b>	<b>47</b>
<b>Capítulo 3 Diagnóstico .....</b>	<b>50</b>
<b>Capítulo 4 Propuesta de solución .....</b>	<b>53</b>
4.1. Método de jerarquía y dispersión (MJD).....	53
4.2. Aplicación de métodos para la selección de variables .....	56
4.3. Aplicación de métodos para la ponderación de factores .....	78
<b>Capítulo 5 Ejemplo práctico en un avalúo inmobiliario .....</b>	<b>98</b>
<b>Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>109</b>
<b>Bibliografía</b>	
<b>Apéndices</b>	

## INTRODUCCIÓN

Es natural la toma de decisiones en el ser humano, desde los primeros tiempos los hombres han escogido entre varias alternativas y valorando cada una de ellas, para poder seleccionar, la que para ellos se presentaba como la mejor opción.

Es importante señalar que una buena decisión empieza por un proceso de razonamiento y un análisis a través de métodos (intuitivos o cognitivos), el cual, se dirige de una forma detallada analizando toda la información que comprende y gira alrededor de la situación que se enfrenta, y que afecta de una forma positiva o negativa el resultado, para tomar así la mejor opción de solución del problema.

El valuador forma parte importante en la sociedad actual, donde sus decisiones para determinar el valor de un bien a valuar, para cualquier acción o conocimiento, es de suma importancia y trascendental. Éstas están basadas en las variables que determinan el valor del bien, es imperante que se tomen en cuenta cada una de ellas en la proporción en la que influyen en dicho resultado, para esto existen métodos aceptados internacionalmente para su cálculo y selección. Pero actualmente se observan, que su selección y peso de cada una de ellas se deja a criterio del valuador, y en la mayoría de ellos, se les da la misma jerarquía, diciendo con esto, que cada una influye en la misma proporción en su valor.

Por estos motivos en esta investigación se expondrán algunos métodos como propuesta para seleccionar y determinar el peso, así como la influencia de cada una de ellas en el valor del bien, se analizaran los resultados y se propondrá una metodología para su empleo.

En el primer capítulo, se hace referencias a conceptos y características generales que intervienen en el proceso de valuación, así como también, el desarrollo de los métodos multicriterio seleccionados; en el capítulo dos, se estudiará el problema de falta de metodología y fundamento matemático que gira en

el entorno de la selección y ponderación de las variables en el desarrollo del avalúo. En el capítulo tres y cuatro, se realizará el diagnóstico y la propuesta de solución para el problema respectivamente, en donde se propondrá otro método en la selección y ponderación; para terminar con la aplicación de lo expuesto en los capítulos anteriores en un ejemplo práctico, donde se analizarán los resultados, para plantear las conclusiones y recomendaciones del tema.

Para realizar esta investigación, se consultó diversas páginas de internet, libros, conferencias y documentos que tratan sobre los métodos multicriterio, aunque el tema general se ha desarrollado desde los años 50's, el empleo de éstos en la valuación es relativamente nuevo, por lo que mucha de la bibliografía investigada está dirigida a otras especialidades.

Los métodos de decisión multicriterio, distantes de ser considerados infalibles y certeros, donde su utilización permite al valuador encontrar soluciones óptimas y definitivas, son la base sustentada en elementos matemáticos, que ayudan a asumir una decisión; con lo cual, podemos mencionar que se tratan de decisiones basadas en factores cuantificables que permiten ponderar el riesgo, y por ellos, elegir la decisión, que en el mejor de los casos, resulta ser la más satisfactoria, y en el peor de ellos, la menos insatisfactoria.

## OBJETIVOS

### General

Analizar métodos de decisión multicriterio, en la selección y ponderación de las variables y factores respectivamente, para su uso en los métodos tradicionales de valuación.

### Específico

Realizar un ejemplo de avalúo aplicando los diferentes métodos multicriterios y comparando los resultados, contra los que se obtendrían en un avalúo tradicional.

La investigación tiene como fin el presentar al lector algunos de los muchos métodos de toma de decisión que existen actualmente, para su aplicación a la valuación de bienes inmuebles, donde el criterio del valuador forma parte de la decisión, todo esto se lleva a cabo a "sentimiento" del perito, y con estos procedimientos se le darán armas para sustentar la toma de decisión; con lo cual, se busca que con métodos matemáticos se fundamenten esos criterios, para lograr así, avalúos más homogéneos y sustentables.

## HIPÓTESIS

El empleo de métodos multicriterios de decisión en la selección de variables que determinan el valor del bien y la ponderación de factores, nos llevan a la obtención de valores más homogéneos y sustentados matemáticamente.

## CAPITULO 1.- MARCO TEÓRICO

### INTRODUCCIÓN CAPITULAR

"Errar es de humanos sin información precisa... o de tontos que si la tienen." <sup>1</sup>

En la sociedad actual, la importancia de la valuación de todo tipo de activos es cada vez más indispensable, ya que la sociedad ejerce un gran número de actos económicos donde es necesario conocer el valor de un bien, como por ejemplo, actos de expropiaciones, enjuiciamientos civiles, herencias, compra ventas de bienes, hipotecas, valuaciones catastrales, etc.; donde se presenta, que a mayor progreso económico de una sociedad, mayor es la demanda de avalúos, donde una valuación más ajustada y homogénea son cada vez más exigidos.<sup>2</sup>

Un modelo es una herramienta que ayuda a plasmar escenarios que permiten o muestran de manera equilibrada, la mejor alternativa con el menor de los riesgos; esta ciencia fue evolucionando a través de los tiempos por las exigencias de un mundo cambiante con miras a la globalización y a un desempeño cada día más metodológico.

En este capítulo se expondrá en forma general algunos elementos de la valuación y antecedentes de los métodos multicriterio, para después mencionar los métodos que se emplearían para la selección y ponderación de las variables, explicando en cuanto a su concepto y su cálculo.

<sup>1</sup> EDUARDO MARTÍNEZ, *Evaluación y decisión multicriterio*, primera edición en editorial Universidad de Santiago, Junio de 1998.

<sup>2</sup> BELLVER J. AZNAR *Nuevos métodos de valoración, modelos multicriterios*, abril 2005, pág. 8.

## 1.1. CONCEPTOS Y ANTECEDENTES

### 1.1.1. La valuación

La valuación es, según una de las definiciones más conocidas, "aquella parte de la economía cuyo objeto es la estimación de un determinado valor o varios valores, con arreglo a unas determinadas hipótesis, con vista a unos fines determinados y mediante procesos de cálculo basados en informaciones de carácter técnico"<sup>3</sup>, de esta definición podemos destacar para este trabajo, que sólo se haría valuación donde el resultado de valor sea consecuencia de la aplicación de una metodología aceptada, y fundamentada, donde sea clara y muy bien definida, y el resultado se genere de un proceso de cálculo.

### 1.1.2. La toma de decisión

Día a Día, los individuos llevan a cabo en su vida profesional, familiar, sentimental, empresarial y en todo aspecto en general, procesos de toma de decisiones, las cuales son tan naturales y comunes en la vida, que en muchos casos, no le damos la importancia que merece. Este proceso mediante el cual se lleva a cabo una selección entre varias alternativas disponibles, o maneras de realizar una situación en particular, se realizan, muchas veces, de una forma implícita, solucionándose de forma simple; pero casos donde, el conocimiento, el comprender y el analizar el problema de una forma profunda es esencial para resolverlo de la mejor manera.

Podemos definir la toma de decisiones como "el proceso de selección entre cursos alternativos de acción, basado en un conjunto de criterios, para alcanzar uno o más objetivos".<sup>4</sup>

<sup>3</sup> V. CABALLER, *Valuación agraria. Teoría y práctica*, Ed. Mundi-Prensa, 1998.

<sup>4</sup> SIMON HERBET, *The new science of management decision*, New York, USA, 1960.

La toma de decisiones es el término que generalmente se asocia con las primeras cinco etapas del proceso de resolución de problemas. Donde tenemos que el proceso inicia al identificar y definir el problema, y el mismo termina con la selección de alguna alternativa, que a este acto se le conoce como toma de decisión. (Ver Figura 1.1)

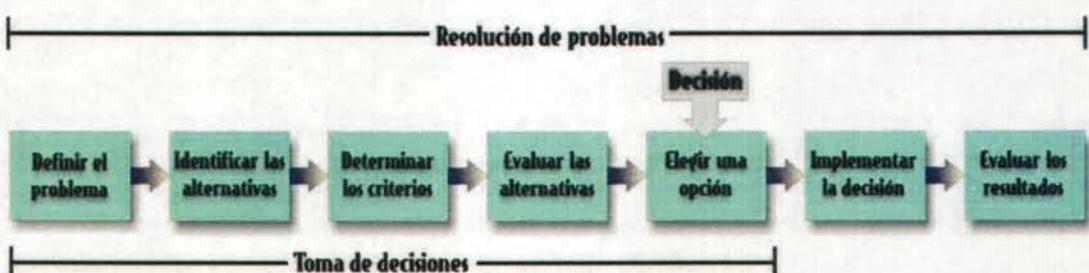


Figura 1.1 Etapas del proceso de la toma de decisión. Elaboración propia.

El proceso del análisis de la toma de decisión puede asumir dos tipos de formas básicas: cualitativas y cuantitativas. En el cual, el análisis cualitativo se basa primordialmente en el razonamiento y la experiencia del decisor, donde incluye la impresión intuitiva que el decisor tiene del problema; en cambio, cuando se utiliza un enfoque cuantitativo, el decisor utiliza métodos matemáticos que describan las variables. Para esto, tiene que transformar los datos cualitativos a cuantitativos para poder enfrentarlos. Una vez transformados el decisor puede dar una recomendación al respecto.<sup>5</sup> (ver Figura 1.2)

<sup>5</sup> TOSKANO HURTADO, *El proceso de análisis jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores*.

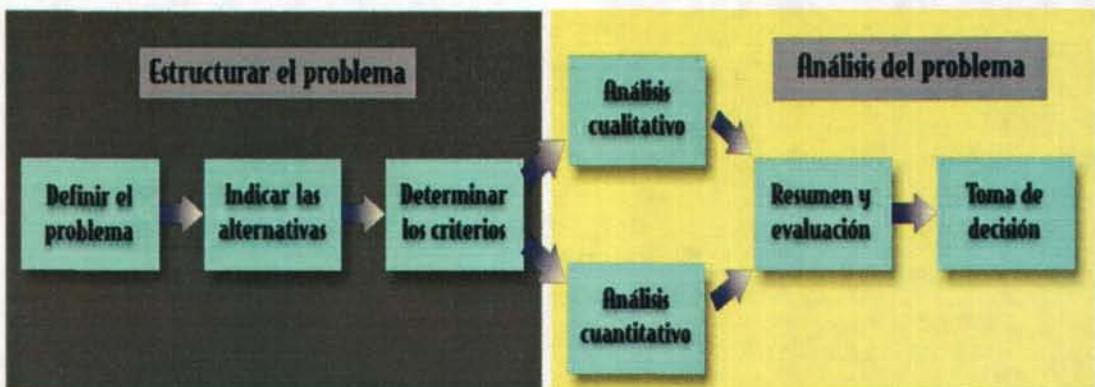


Figura 1.2 Fase de análisis de la toma de decisión. Elaboración propia.

La contribución principal y exploración de la metodología para el apoyo de la toma de decisión, es la búsqueda de la eficiencia y la productividad de los resultados, en las cuales intervienen numerosas variables y/o criterios de selección.<sup>6</sup> Por lo que podemos mencionar que los métodos y modelos para la toma de decisiones con criterios múltiples proveen herramientas de utilidad a la hora de analizar los problemas complejos; estos procesos de toma de decisiones han sido analizados y trabajados matemáticamente para ayudar al decisor a la toma de decisiones, como herramientas que les permitan contar con una mejor visualización de todos los factores que intervienen en los procesos, y preferencias del resultado final.

De los primeros modelos más simples de decisión, que se presentaban en los primeros tiempos, donde la mayoría de los sucesos eran manejables y calculables fácilmente, poseían en sus características dos alternativas de solución (principio de dualidad), por ejemplo: día-noche, bueno-malo, si-no, etc, conocida como "El Maniqueísmo"<sup>7</sup>; hoy en día, por lo complejo del manejo de las decisiones y negociaciones globales del mundo, donde éstas están cargados por innumerables variables que definen su resultado, este modelo no es aplicable.

<sup>6</sup> SERGIO BERUMEN, *La utilidad de los métodos multicriterios (como el AHP) en un entorno de competitividad creciente*, Bogotá Colombia, diciembre 2007.

<sup>7</sup> JHON VÁQUIRO, *Toma de decisiones*, Universidad de Colombia.

### 1.1.1. Métodos multicriterios

Los comienzos formales de lo que actualmente son los métodos multicriterio, es la investigación de operaciones, que surge con el interés de resolver determinados problemas y para el desarrollo de técnicas, instrumentos y métodos adecuados para la solución de estos; éstas se atribuyen a los servicios militares en los principios de la segunda guerra mundial, donde se formaban grupos de especialistas (conocidos como "operations Research") para el manejo de los problemas tácticos y estratégicos que enfrentaban los organismos militares<sup>8</sup>, donde Gran Bretaña lo realizó por la necesidad de investigar y estudiar todas las operaciones tácticas y estratégicas a utilizar en la defensa del área y territorios de ese país. Después de los buenos resultados obtenidos por los británicos, Estados Unidos comienza a utilizar estos métodos en sus tácticas militares.

Al finalizar la segunda guerra mundial, lo adopta la revolución industrial, debido a la introducción de las fábricas de producción en masa o funciones especializadas que tenían la finalidad de servir al objeto global de la organización.<sup>9</sup>

Después de la segunda guerra mundial que contribuyó al desarrollo y al uso de la investigación de operaciones, se formularon postulados, como el que realizó George Dantzing en 1947 llamado método simplex, los cuales se utilizaron para resolver problemas de programación lineal.<sup>10</sup> A principios de la década del 50's, en Estados Unidos, las instituciones académicas en el campo de la investigación de operaciones, surgieron los estudios sistemáticos acerca de las cuestiones teóricas y metodológicas de la decisión multicriterio. Los primeros trabajos fueron desarrollados por Koopmans (1951) y de Kuhn & Tucker (1951). A finales de los 50's los primeros apuntes teóricos sobre estos métodos, como principales ponentes

<sup>8</sup> ZOE RODRÍGUEZ COTILLA, *Teoría de la decisión multicriterio: un enfoque para la toma de decisiones*, Economía y desarrollo, No. 1 Vol. 126 Ene-Jun, 2000, Pág. 40.

<sup>9</sup> *Ibid.*

<sup>10</sup> *Ibid.*, Pág. 41.

Charnes, Cooper & Ferguson, donde son publicados en 1972 con la realización de la primera conferencia mundial sobre toma de decisiones multicriterio.<sup>11</sup>

En 1961 Charnes y Cooper desarrollaron los principios de lo que ahora es conocido como programación por metas; y en esa misma década, en 1968 aparece el primer método de decisión multicriterio discreto, conocido como el método ELECTRE.<sup>12</sup> A partir de los inicios de la década del 70, se produjo una expansión continua del interés y los desarrollos teóricos y prácticos de los métodos de decisión multicriterio, dónde se centraron en la aditividad de las preferencias, lo cual hace referencia sobre la posibilidad de agregar las diferentes funciones de utilidad de cada criterio en una única función, ésta se ve reflejada en las preferencias del decisor, donde se toma como punto de partida para el método matemático de multiobjetivo.<sup>13</sup>

Estos estudios fueron los que dieron inicio de otros investigadores para el desarrollo de nuevos métodos, lo que dio como resultado en el primer congreso mundial sobre la toma de decisiones multicriterio en 1972. Esto hecho se considera como el nacimiento del paradigma decisional multicriterio, como también, el inicio de un nuevo período de las ciencias de la decisión.<sup>14</sup>

A principios de los 90's distinguen tres enfoques distintos en las investigaciones dentro de la ciencia de la decisión:

1) *La vía del realismo.* El cual considera que existe una realidad cierta independientemente del grado de conocimiento que se tenga de ella y por tanto la función del investigador es descubrirla. Las investigaciones se orientan a encontrar las soluciones que se pueden clasificar en mejores y peores, considerando un sistema de preferencias implícito y preexistente en la mente de un decisor

<sup>11</sup> R. GARZA RÍOS, Técnicas multicriteriales para la toma de decisiones empresariales, Enero 2004.

<sup>12</sup> B. ROY, Classement et choix en présence de points de vue multiples, le method ELECTRE, 1968.

<sup>13</sup> AMEVA. Grupo para el análisis de las técnicas de evaluación y toma de decisión.

<sup>14</sup> R. GARZA RÍOS, *Op. Cit.*

perfectamente definido. Por lo que podemos decir que el investigador trata de describir lo que existe para descubrir las soluciones.

2) *La vía axiomática:* Este enfoque investiga el establecimiento de unas normas para prescribir. Los investigadores que siguen este camino tratan de encontrar unos principios fundamentales a partir de los cuales, una vez aceptados, se pueden extraer unas consecuencias lógicas que conducirán a la verdad.

3) *La vía del constructivismo:* este enfoque trata de ir buscando gradualmente los elementos necesarios para resolver un problema cuyos datos van cambiando y van apareciendo nuevos factores que sustituyen a los originales durante el proceso de resolución del problema. El problema, bajo este enfoque, de la toma de decisiones multicriterio consiste en construir una relación de preferencia global sobre el conjunto de alternativas, teniendo en cuenta las características individuales del decisor, donde el problema analizado está en la estructuración de las preferencias del decisor sobre la base de convenciones con las que él está de acuerdo.<sup>15</sup>

Un indicador muy interesante sobre la fuerte actividad que existe en el área de la decisión multicriterio, nos la da una publicación hecha en el año de 1996, en la que se listan 1'216 publicaciones, 208 libros, 31 revistas y 143 conferencias de métodos multicriterios entre 1987 y 1992.<sup>16</sup>

## 1.2. TIPOS DE VARIABLES

Los elementos más importantes en la valuación, siguiendo el principio de similitud, son las variables del bien a valuar, así como las de los comparables que se estén seleccionando, por ésto, se dice que el valor de un bien depende de sus

<sup>15</sup>AMEVA. *Op. Cit.*

<sup>16</sup>R. STEUER, R. GARDINER Y J. GRAY, *A bibliographic survey of the activities y international nature of multicriteria decision making*, 1996.

características. A estas variables que explican el valor del bien se les denomina: variables explicativas.<sup>17</sup>

Podemos encontrar variables cualitativas, y cuantitativas. Para efecto de esta investigación y análisis de los resultados, tomaremos la clasificación que proponen Hernández R. Enrique A. y Grajeda A. Martín en su libro, donde los factores los separan en dos grandes grupos:

a) Variables o factores que afectan al terreno en si, como son:

- Coeficiente de ocupación de suelo (COS)
- Coeficiente de uso de suelo (CUS)
- Accesos desde calle (ubicación en la cuadra)
- Frente (magnitud longitudinal del acceso)
- Relación fondo sobre frente
- Forma
- Topografía
- Ubicación del inmueble en la zona
- Ubicación de la zona
- Infraestructura de la zona
- Equipamiento urbano de la zona
- Servicios de la zona
- Hacinamiento de la zona
- Nivel socioeconómico de la zona

<sup>17</sup>BELLVER J. AZNAR, *Op. Cit.*, Pág. 22.

- Vistas panorámicas
- Orientación
- Calidad de las vecindades
- Seguridad en la zona
- Contaminación ambiental de la zona
- Contaminación auditiva de la zona

b) Y variables que afectan al terreno y a la construcción, como son:

- Funcionalidad del inmueble
- Calidad del proyecto
- Lugares de estacionamiento o aparcadero
- Nivel económico de las construcciones
- Avances de la construcción
- Estado de conservación del inmueble
- Edad

Esta clasificación es de una forma general, ya que existen una gran cantidad de características más que podrían entrar en esta clasificación, donde su selección y su empleo dependerán muchas veces del tipo de bien inmueble a valuar.

Todas estas variables se pueden ser de dos tipos: variables directamente proporcional o inversamente proporcional.<sup>18</sup>

Las primeras son las que afectan el valor del bien en el mismo sentido que ellas, es decir, si la variable aumenta el valor del bien debe de aumentar, y si

<sup>18</sup>Ibid, Pág. 22.

disminuye, de igual forma lo hace el bien, como por ejemplo, podemos mencionar la seguridad, la calidad del proyecto, conservación, etc. Mientras que las inversas, son las que el valor del bien se mueve diferente al de la variable, por ejemplo, la inseguridad, la edad (en la mayoría de las veces), contaminación, etc.

Es importante tener en cuenta que para el uso de las variables inversas en algunos de los métodos multicriterios que vamos a exponer, es necesaria su transformación en directas. Para esto existen dos formas de hacer estas transformaciones:

- Transformación por la inversa. Consiste en cambiar la variable por su inversa, esto es  $X_i$ , sustituída por  $\frac{1}{X_i}$ . Esta transformación tiene la ventaja que mantiene la proporcionalidad, y el inconveniente es que no se puede utilizar cuando la variable toma un valor de 0.
- Transformación por la diferencia a una constante. Esta consiste en sustituir la variable  $X_i$ , por la diferencia con una constante  $k$  cuyo valor debe de ser mayor que el de la variable. El inconveniente es que no mantiene proporcionalidad y que según la constante  $k$  que se elija, varía el resultado obtenido.

### 1.3. NORMALIZACIÓN

Los elementos son normalizados a efecto de eliminar problemas de cálculo originados en la utilización de diferentes escalas y/o unidades utilizadas en la matriz de decisión. Su propósito es el obtener escalas comparables, y es esencial en la mayoría de los métodos multicriterios.<sup>19</sup>

<sup>19</sup> MICHEL FLAMENT, *Técnicas de planeación estratégica, (8) Métodos Multicriterio*, Módulo sobre problemas de desarrollo, facultad de ciencias sociales, septiembre del 2007.

La normalización es necesaria, al menos por los tres conceptos que se mencionan a continuación:<sup>20</sup>

- a) Se debe de tener en consideración que la mayor parte de los contextos decisionales, dónde las unidades en que están medidos los diferentes criterios, suelen ser muy diferentes; por lo tanto, una comparación de los diferentes criterios carecería de significado.
- b) Debe asimismo tenerse en cuenta que en muchos problemas multicriterios, los valores alcanzables por los diferentes criterios pueden ser muy diferentes, en tales casos, sin una normalización previa de los criterios los métodos multicriterios pueden conducirnos a soluciones sesgadas hacia los criterios con valores alcanzables mayores.
- c) En la mayoría de los centros decisores se realizan con más facilidad las tareas comparativas entre criterios cuando trabajan con valores normalizados de los mismos, en vez de sus correspondientes valores originales.

La razón de que los métodos multicriterio requieren la normalización está en la necesidad de unificar las unidades de medidas necesarias para poder compararlas. Esto se debe a que cada variable puede tener diferentes unidades de valuación, por lo que en el proceso de decisión requiere su normalización.

Podemos decir que la normalización es un procedimiento por el cual el valor de las variables queda comprendido en intervalos de 0 a 1. Para esto, existen diferentes métodos para su transformación; mencionaremos los 3 más importantes por su uso.

<sup>20</sup> WWW.ANGELFIRE.COM, Modelos de referencias.

### 1.3.1. Normalización por la suma

El tipo de normalización por suma, consiste en utilizar el cociente de cada elemento por la suma de los elementos de cada criterio, en otras palabras, por la suma de los elementos de la columna en que está ubicado el elemento a normalizar.<sup>21</sup> (Ver Tabla 1.1)

Suponiendo una tabla de 5 comparativos con 3 criterios.

	Criterio A	Criterio B	Criterio C
Comparable 1	X <sub>1A</sub>	X <sub>1B</sub>	X <sub>1C</sub>
Comparable 2	X <sub>2A</sub>	X <sub>2B</sub>	X <sub>2C</sub>
Comparable 3	X <sub>3A</sub>	X <sub>3B</sub>	X <sub>3C</sub>
Comparable 4	X <sub>4A</sub>	X <sub>4B</sub>	X <sub>4C</sub>
Comparable 5	X <sub>5A</sub>	X <sub>5B</sub>	X <sub>5C</sub>

Tabla 1.1. Tabla de normalización. Elaboración propia.

La ecuación para la normalización por suma sería:

$$X_{1A.NORMALIZADA} = \frac{X_{1A}}{\sum_{i=1}^5 X_{iA}}$$

Por lo que la fórmula general quedaría:

<sup>21</sup>BELLVER J. AZNAR, *Op. Cit.*, Pág. 27.

$$X_{1j, \text{NORMALIZADA}} = \frac{X_{ij}}{\sum_{i=1}^n X_{ij}}$$

Dónde el intervalo del valor normalizado es  $0 < X_{ij} < 1$

### 1.3.2. Normalización por el ideal

Este tipo de normalización consiste en dividir cada elemento de una columna por el mayor elemento de dicha columna.

Supongamos que en la tabla 1.1. en la columna del criterio A, el máximo valor es la del  $X_{4A}$ . La ecuación sería:

$$X_{1A, \text{NORMALIZADA}} = \frac{X_{1A}}{X_{4A}}$$

Dónde la ecuación general de normalización por el ideal sería:

$$X_{ij, \text{NORMALIZADA}} = \frac{X_{ij}}{\max . X_{ij}}$$

Dónde el intervalo del valor normalizado es  $0 < X_{ij} \leq 1$

### 1.3.3. Normalización por el rango

Esta Normalización se calcula realizando el cociente de cada elemento menos el mínimo de ellos, entre el máximo menos el mínimo del conjunto.

Supongamos que en la tabla 1.1. en la columna del criterio A, el máximo valor es la del  $X_{4A}$  y el mínimo  $X_{3A}$ . La ecuación sería:

$$X_{1A, \text{NORMALIZADA}} = \frac{X_{1A} - X_{3A}}{X_{4A} - X_{3A}}$$

Donde la ecuación general de esta normalización sería:

$$X_{ij, \text{NORMALIZADA}} = \frac{X_{ij} - \min X_{ij}}{\max X_{ij} - \min X_{ij}}$$

Dónde el intervalo del valor normalizado es  $0 \leq X_{ij} \leq 1$ . y siempre uno de los elementos es 0 y otro toma el valor de 1.

Para efecto de esta investigación se tomará como base la normalización por suma para utilizarlas en los siguientes estudios multicriterios.

#### 1.4. MÉTODOS MULTICRITERIO

Desde tiempos remotos ha sido una constante el interés por buscar alternativas que ayuden a decidir y, con esto, el surgimiento de modelos que ofrezcan alternativas para el fomento de la competitividad. El análisis multicriterio comprende una serie de métodos que originalmente han surgido para satisfacer las necesidades de decisión empresarial, como ayuda a la toma de decisiones, cuyo fin es el de seleccionar entre un universo finito de variables y alternativas posibles, la mejor solución, de varias formas, como puede ser ordenándolas de mayor a menor, o ponderándolas en función de esos criterios.

La decisión multicriterio, se define como el conjunto de aproximaciones, métodos, modelos, técnicas y herramientas dirigidas a mejorar la calidad integral de los procesos de decisión seguidos por los individuos y sistemas, esto es a mejorar la efectividad, eficacia y eficiencia de los procesos de decisión y a incrementar el conocimiento de los mismos (valor añadido del conocimiento).<sup>22</sup>

<sup>22</sup>Ibid, Pág. 19.

Los métodos multicriterio ayudan al decisor, donde las herramientas y elementos para respaldar y sustentar la resolución del problema de decisión, recaen en muchos puntos de vista que deben de ser considerados; estas poderosas herramientas ayudan a generar consenso en contextos complejos de decisión.

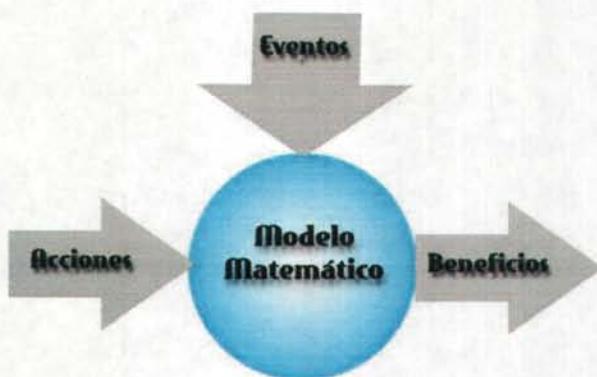


Figura 1.3 Componentes de un modelo probabilístico. Elaboración propia

Un problema de decisión puede considerarse como un problema multicriterio si al menos existen dos o más criterios en conflicto y al menos dos alternativas de solución. En pocas palabras podemos decir que el problema de decisión multicriterio trata de seleccionar las mejores soluciones, manejando múltiples criterios en confrontación. Se dice que caemos en la problemática multicriterio, si considerando un grupo formado por varios agentes, cada uno con sus propias preferencias, como único agente colectivo se tiene varios criterios de elección diferentes.<sup>23</sup>

Los métodos de evaluación y decisión multicriterio comprenden la selección entre un conjunto de alternativas factibles, la optimización con varias funciones objetivos simultáneas y un agente decisor y procedimientos de evaluación racionales y consistentes.<sup>24</sup>

<sup>23</sup>BARBARA ROMERO, *Decisiones multicriterio, fundamentos teóricos y utilización práctica*, Servicio de publicaciones de la universidad de Alcalá, 1997.

<sup>24</sup>EDUARDO MARTÍNEZ, *Op.Cit.* Pág. 9-16.

Para los métodos de decisiones multicriterio, se ha desarrollado terminología específica, dentro de ésta podemos mencionar los siguientes conceptos:<sup>25</sup>

- Alternativas: Son las posibles soluciones o acciones a tomar por el decisor.
- Atributos: Estas son las características que se utilizan para describir cada una de las alternativas disponibles que pueden ser cuantitativas y cualitativas, donde cada una de éstas pueden ser caracterizadas por un número de atributos.
- Objetivos: Son aspiraciones que indican direcciones de perfeccionamiento de los atributos seleccionados, los cuales están asociados con los deseos y preferencias del decisor.
- Metas: Son las aspiraciones que especifican niveles de deseo de los atributos.

Al establecer que los métodos multicriterios sirven para hallar las soluciones posibles, pero no necesariamente las óptimas; en función de las preferencias del decisor y de los objetivos predefinidos, cuyo problema central consiste principalmente en:<sup>26</sup>

- La selección de las mejores alternativas
- Aceptar alternativas que parecen buenas y rechazar las que parecen malas.
- Realizar una ordenación de las variables consideradas, donde surgen diversos enfoques y métodos de solución.

Otras consideraciones que contemplan los métodos multicriterios son que identifican las partes del sistema y sus vínculos, reconocen el peso de estas partes,

---

<sup>25</sup>EDUARDO BUSTOS FARÍAS, Métodos multicriterio discretos de ayuda a la decisión, marzo del 2008,  
Pág. 5-10.

<sup>26</sup>TOSKANO HURTADO, Op.Cit.

y proponen una solución racional.<sup>27</sup> Estos métodos se utilizan para realizar una evaluación y decisión respecto al problema manejado, los que pudieran presentar un conjunto infinito de alternativa en su solución. Estas funciones objetivos (criterios) pueden adoptar un número infinito de valores.

Podemos decir que un método multicriterio a diferencia de lo que tradicionalmente es el análisis de beneficio-costo, utilizados por los economistas, es que contempla situaciones donde los puntos de vista del análisis no necesariamente pueden reducirse a términos monetarios; los puntos de vista pueden expresarse en diferentes dimensiones y escalas y; no necesariamente se obtiene una puntuación global de las alternativas bajo análisis.<sup>28</sup> Una clasificación de los métodos de multicriterio mayormente aceptada es la que distingue los métodos multicriterios continuo, discreto y de ponderación. (Ver Figura 1.4 y 1.5)

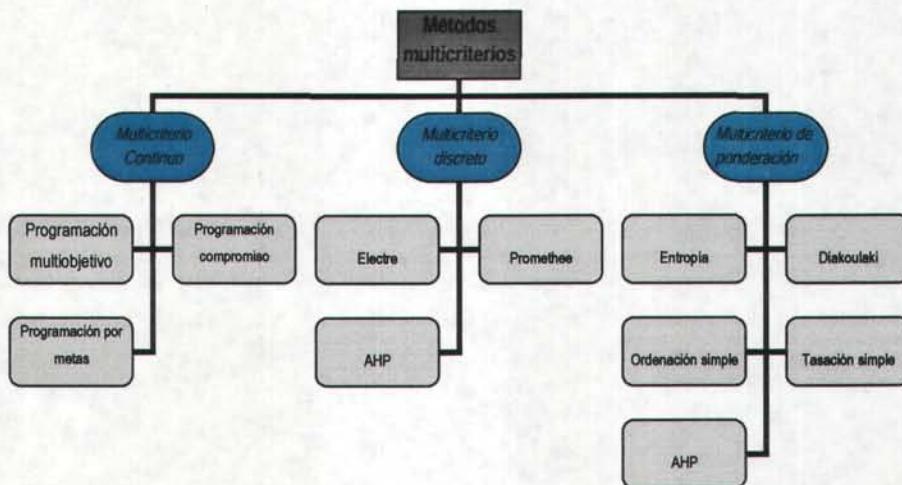


Figura 1.4 Clasificación de los métodos multicriterios. Elaboración propia.

Los métodos multicriterio continuos, afrontan aquellos problemas en el que el decisor se enfrenta a un conjunto de soluciones factibles formados por infinitos puntos. Mientras que los multicriterios discretos comprende los casos donde el

<sup>27</sup>[www.eclac.org](http://www.eclac.org), Metodología multicriterio para la priorización y evaluación de proyectos.

<sup>28</sup>MICHEL FLAMENT, *Op.Cit.*

número de alternativas a considerar por el decisor es finito y normalmente no muy elevado.

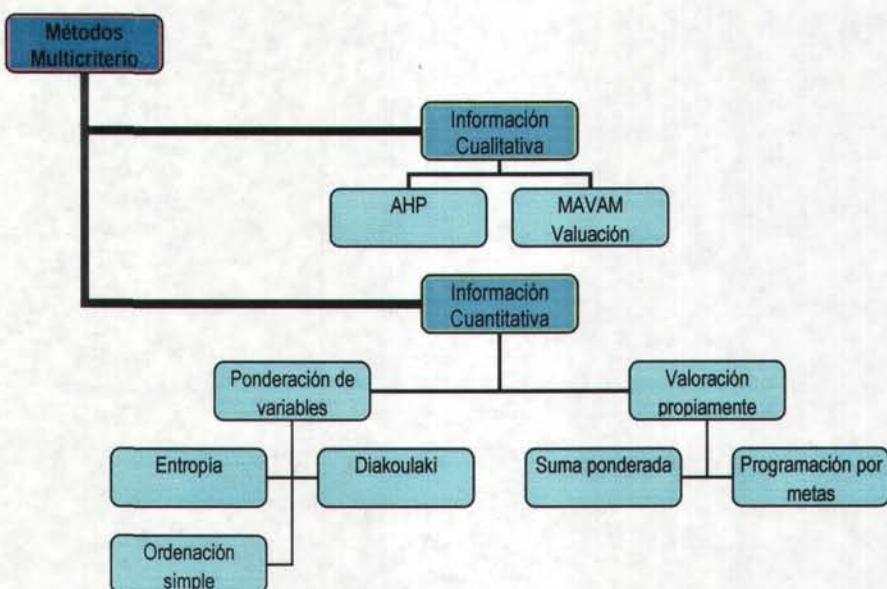


Figura 1.5 Clasificación de métodos multicriterio según variables. Elaboración propia.

En general, podemos decir que los métodos multicriterio se basan en buscar la forma de la ponderación correcta, de las magnitudes ofrecidas por los distintos criterios de decisión, fijándose generalmente en la función de utilidad del decisor. Para que estos métodos sean aplicados en la valuación en concreto, deben necesariamente tener solidez teórica, así como también, el que puedan ser comprendidos por el decisor (valuador) y aplicados por ellos de una forma fácil. Ya que se puede dar el caso de que no se apliquen estos métodos multicriterios en la valuación, por que el perito no termine de comprender el proceso de toma de decisión y sienta que se le escapa de las manos, por lo tanto, se tiene que manejar de tal forma que se sienta que se tiene el control del proceso en todo momento.

Es difícil dar al decisor la solución definitiva de los métodos multicriterios, y lo que se pretende con esta investigación, es presentar un conjunto de soluciones posibles con las ventajas que ofrecen los procesos matemáticos, y darle de esta

forma una respuesta adecuada para la toma de decisiones. A continuación se expondrán algunos de estos métodos multicriterios más importantes.

#### 1.4.1 Ordenación simple

El método de ordenación simple, es el método más sencillo y fácil de aplicar de los que se verán en esta investigación, es tan austero, que se puede usar hasta en casos donde no se tienen información de las variables que se van a emplear.

Consiste en dar un orden a cada una de las variables, que va del número 1 (para la más importante a juicio del decisor), hasta el valor que llegue al total de las variables que posea nuestra matriz.

Una vez determinado el orden, se le asigna el valor correspondiente, que se obtiene dándole el valor máximo, del número de variables que se analizaron, por ejemplo, si se analizaron 10 factores, a la que obtuvo el orden primero le corresponde el valor de 10, al segundo le corresponde el valor de 9, y así sucesivamente, hasta llegar al orden décimo, que le correspondería el valor de 1. (Ver Tabla 1.2)

Se podría dar el caso de que una variable este en el mismo orden que otra u otras, ya que pudieran presentar la misma importancia, por lo que el peso de la suma de ellas, se distribuye entre el número de variables involucradas.

Finalmente se determina la ponderación de cada variable, la cual se obtiene de la misma forma que la normalización por suma. (Ver apartado de Normalización)

Variables	Orden	Valor	Ponderación
Variable 1	2	3.5	0.2333
Variable 2	2	3.5	0.2333
Variable 3	1	5	0.3333
Variable 4	5	1	0.0666
Variable 5	4	2	0.1333
		15	1.000

**Tabla 1.2.** Ordenación Simple. Elaboración propia.

Del ejemplo anterior podemos concluir que:

La variable 3 es la más representativa con el 33.33% del valor,

la 1 y la 2 con el 23.33%,

la 5 con el 13.33%,

y por último la variable 4 con el 6.66%

#### 1.4.2 Proceso Analítica Jerárquica (AHP)

El proceso Analítica Jerárquica, mejor conocido como el método AHP, (por sus siglas en inglés Analytic Hierarchy Process) es un procedimiento diseñado para cuantificar juicios y/o opiniones sobre la importancia relativa de cada uno de los criterios en conflicto empleados en el proceso de toma de decisión.

Thomas Saaty, menciona que el AHP trata de desmenuzar un problema y luego unir todas las soluciones de los subproblemas en una conclusión. Este método

multicriterio fue propuesto por Saatay en 1980 como respuesta a problemas concretos de toma de decisiones en el departamento de defensa de los EU, cuyo fin era el tratado de reducción de armamento estratégico entre los Estados Unidos y la antigua URSS.

En los últimos años, este método ha sido muy utilizado en las grandes empresas, y en algunos sectores industriales u regiones territoriales. Existen numeroso estudios al respecto, como los de Harker (1987), Ávila Mogollón (1996), Escobar y Moreno-Jiménez (1997), Moreno-Jiménez (2003), Lage-Filho (2004), Lage-Filho y Darling (2004), entre otros. Dónde toman al modelo del AHP como un instrumento de decisión multicriterio en el interés de trasladar la realidad percibida por el individuo a una escala de razón, en la que se reflejen las prioridades relativas de los elementos considerados.<sup>29</sup>

El AHP descansa en el fundamento que permite dar valor numérico a los juicios dados por el decisor, logrando así, medir cómo contribuye cada elemento de la jerarquía al nivel inmediatamente superior del cual se desprende.

Las ventajas de este método son: es simple, flexible, de fácil e intuitiva comprensión, posee una versión generalizada que permite tomar en cuenta posibles efectos de interdependencias, y se puede integrar con otras metodologías multicriterio; en cambio, los inconvenientes que presenta son que en algunos casos se verifican inconsistencias y carencia de robustez en los resultados y que es un mecanismo compensatorio.<sup>30</sup>

En la estructuración del proceso, presenta tres niveles como mínimo:<sup>31</sup>

- a) El propósito o el objetivo global del problema.
- b) Los distintos atributos o criterios que definen las alternativas en el medio.

<sup>29</sup>SERGIO BERUMEN, *Op.Cit.*

<sup>30</sup>MICHEL FLAMENT MICHEL, *Op.Cit.*

<sup>31</sup>SERGIO BERUMEN, *Op.Cit.*, Pág. 70.

c) Las alternativas que concurren en la parte inferior del diagrama.

Los tres principios en que se basa el AHP son:

- Construcción de las jerarquías
- Establecimiento de prioridades y
- La consistencia lógica

El método multicriterio del AHP, se tiene que calcular variable por variable donde se mide cada una de ellas con respecto a todos los comparables que existan. Primeramente se establece una matriz de comparación entre los factores (ver Tabla 1.3), confrontando la importancia de cada uno sobre los demás ( $a_{ij}$ ).

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ \frac{1}{a_{12}} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{1}{a_{1n}} & \frac{1}{a_{2n}} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Donde A es una matriz de comparaciones pareadas.

Variable 1	Comparable 1	Comparable 2	Comparable 3
Comparable 1	1	$a_{21}$	$a_{31}$
Comparable 2	$1/a_{21}$	1	$a_{32}$
Comparable 3	$1/a_{31}$	$1/a_{32}$	1

Tabla 1.3 Matriz de comparación. Elaboración propia.

Para asignarle la importancia correspondiente a cada comparación al enfrentar cada factor contra otro, Saaty maneja la siguiente escala

ESCALA NUMERICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACIÓN
1	Ambos elementos son de igual importancia	Ambos elementos contribuyen con el bien en igual forma
3	Moderada importancia de un elemento sobre el otro	La experiencia y el juicio favorece a un elemento sobre otro
5	Fuerte importancia de un elemento sobre otro	Un elemento es fuertemente favorecido
7	Muy fuerte importancia de un elemento sobre otro	Un elemento es muy fuertemente dominante
9	Extrema importancia de un elemento sobre otro	Un elemento es favorecido, por lo menos con un orden de magnitud de diferencia
2,4,6,8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes	Usados como valores de consenso entre dos juicios
Incrementos de 0.1	Valores intermedios en la graduación más fina de 0.1	Usados para graduaciones más finas de los juicios
Recíprocos	$a_{ij} = 1/a_{ji}$	Hipótesis del método

El siguiente paso es sumar verticalmente los elementos de cada columna. Y así tener los valores de:

$$v1, v2, \dots, vn = \sum_1^n a_i$$

Ya que sean obtenidas las sumas de cada columna, se divide cada elemento de la matriz entre el total de su columna, obteniendo:

$$A = \begin{bmatrix} 1/v_1 & a_{12}/v_2 & \dots & a_{1n}/v_n \\ [1/a_{12}] & 1/v_2 & \dots & a_{2n}/v_n \\ v_1 & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ [1/a_{1n}] & [1/a_{2n}] & \dots & 1/v_n \\ v_1 & v_2 & & \end{bmatrix}$$

A esta última matriz se le conoce como matriz de comparaciones normalizada.<sup>32</sup> Se continua con la obtención de las prioridades de la matriz de comparaciones a partir de la matriz de normalizada.

$$p = \begin{bmatrix} \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{1j} \\ \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{2j} \\ \vdots \\ \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{nj} \end{bmatrix} \rightarrow p = \begin{bmatrix} P_{c1} \\ P_{c2} \\ \vdots \\ P_{cn} \end{bmatrix}$$

Obteniéndose el vector de prioridades de los criterios. Se puede comprobar, sumando todos los promedios y debe de ser igual a 1.

En este método, se debe de verificar la consistencia lógica de las comparaciones:

"a" preferido a "b", y "b" preferido a "c" → "a" preferido a "c"

Para comprobar, una consideración importante acerca de la calidad de la decisión se relaciona con la consistencia en los juicios, demostrada por el tomador

<sup>32</sup>Ibid., Pág. 75.

de la decisión durante la comparación por pares. Los valores de relación por arriba de 0.10 indican juicios inconsistentes. El desvío de la consistencia viene representado por el Índice de consistencia (IC).

$$IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

Para determinar la  $\lambda_{\max}$  se obtiene de la siguiente manera:

$$\lambda_{\max} = \left[ \frac{p_{c1}(a_{11}) + p_{c2}(a_{12}) + \dots + p_{cn}(a_{1n})}{p_{c1}} \right] + \dots + \left[ \frac{p_{c1}(a_{1n}) + p_{c2}(a_{2n}) + \dots + p_{cn}(a_{nn})}{p_{cn}} \right]$$

Calculado la IC, se calcula el ratio de consistencia (RC) cuya fórmula es:

$$CR = \frac{IC}{RI}$$

Donde RI es el índice de inconsistencia aleatoria de una matriz de comparación por pares generada al azar, y sus valores ya están establecidos por Saaty. (Ver Tabla 1.4)

n	RI	n	RI	n	RI
1	0.00	6	1.24	11	1.51
2	0.00	7	1.32	12	1.48
3	0.58	8	1.41	13	1.56
4	0.90	9	1.45	14	1.57
5	1.12	10	1.49	15	1.59

Tabla 1.4 Índice de Inconsistencia aleatoria. Elaboración propia.

n= tamaño de la matriz

RI= Consistencia aleatoria.

Se considera que existe consistencia cuando no se superan los porcentajes que aparecen en la Tabla 1.5.

TAMAÑO DE LA MATRIZ (n)	RATIO DE CONSISTENCIA (CR)
3	5%
4	9%
5 o mayor	10%

Tabla 1.5 Porcentajes máximos de ratio de consistencia. Elaboración propia

#### 1.4.3 Diakoulaki

En 1992, fue presentado este método por sus autores Diakoulaki, Mavrotas y Papayannakis,<sup>33</sup> el cual, pondera cada variable partiendo de datos que para él tienen distintas alternativas.<sup>34</sup>

Se parte de la ecuación:

$$W_j = S_j \cdot \sum (1 - r_{ij})$$

Donde:

$W_j$ = peso o ponderación de la variable "j"

$S_j$ = Desviación típica (desviación estándar) de la columna "j"

$r_{ij}$ = Coeficiente de correlación entre las columnas "i" y "j"

<sup>33</sup>D. DIAKOURAKI, G. MAVROTAS, Y L. PAPAYANNAKIS, *Objective weights of criteria for interfirm comparisons*, Luxemburgo 1992.

<sup>34</sup>Cfr. JERÓNIMO AZNAR, *Nuevos métodos de valuación de activos. Modelos multicriterio*, Ponencia XLI convención nacional de valuación, Aguascalientes México, Octubre del 2005.

Por lo que podemos decir que el método determina que el peso de una variable es tanto mayor cuanto mayor sea la varianza (mayor desviación típica) y cuanta mayor diferencia exista entre la información de las otras variables (menor coeficiente de correlación entre columnas);<sup>35</sup> para que estas cantidades sean comparables, se necesita realizar una normalización entre los datos, utilizando la normalización por suma (ver apartado de normalización), las cuales se transformarán en datos que se encontrarán entre valores de 0 y 1.

Para la obtención de la desviación estándar de cada una de las variables se obtienen a través de la fórmula:

$$S_j = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (a_j - \bar{a}_j)^2}{m}}$$

Para la obtención de  $\bar{a}$  (promedio aritmético), su fórmula es con la ecuación:

$$\bar{a} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m a_i$$

m= no. de variables

Mientras que el coeficiente de correlación ( $r_{ij}$ ) se obtiene para cada una de las variables que posee la matriz con la ecuación:

$$r_{ij} = \frac{\text{cov}(i, j)}{S_i \cdot S_j}$$

Para determinar la "cov" (covarianza), su cálculo se determina:

$$\text{cov} = \frac{1}{m} \sum_{i,j=1}^m (a_i - \bar{a}_i)(a_j - \bar{a}_j)$$

<sup>35</sup>Ibid., Pág. 43.

De igual manera, podemos determinarla de la siguiente forma:

$$\text{cov} = \frac{1}{m} \left[ \sum_{i,j=1}^m a_i a_j - \frac{\left( \sum_{i=1}^m a_i \right) \left( \sum_{j=1}^m a_j \right)}{m} \right]$$

El método diakoulaki a partir de la información inicial nos permite encontrar la importancia o peso de los atributos relevantes y con ello llegar a un valor final del activo a valorar en función de todos los atributos relevantes y de su importancia o ponderación.

Partiendo de la Tabla 1.6 se realiza la normalización por suma (ver apartado de normalización) y se parte para determinar la desviación estándar de cada variable (ver Tabla 1.7).

	Variable 1	Variable 2	....	Variable n
Comparable 1	$a_{11}$	$a_{21}$	....	$a_{n1}$
Comparable 2	$a_{12}$	$a_{22}$	....	$a_{n2}$
.....	....	....	....	....
Comparable m	$a_{1m}$	$a_{2m}$	....	$a_{nm}$
	$\sum a_{1i}$	$\sum a_{2i}$	....	$\sum a_{ni}$

Tabla 1.6 Matriz de valores. Elaboración propia.

	Variable 1	Variable 2	....	Variable n
Comparable 1	$a_{11}/\sum a_{1i}$	$a_{21}/\sum a_{2i}$	....	$a_{n1}/\sum a_{ni}$
Comparable 2	$a_{12}/\sum a_{1i}$	$a_{22}/\sum a_{2i}$	....	$a_{n2}/\sum a_{ni}$
....	....	....	....	....
Comparable m	$a_{m1}/\sum a_{1i}$	$a_{m2}/\sum a_{2i}$	....	$a_{mn}/\sum a_{ni}$

Tabla 1.7 Matriz normalizada. Elaboración propia.

Con el cálculo anterior, se obtiene una Tabla normalizada, prosigiéndose a determinar la media y desviación de cada una de las variable. (Ver Tabla 1.8)

	Variable 1	Variable 2	....	Variable n
Comparable 1	$Na_{11}$	$Na_{21}$	....	$Na_{n1}$
Comparable 2	$Na_{12}$	$Na_{22}$	....	$Na_{n2}$
....	....	....	....	....
Comparable m	$Na_{1m}$	$Na_{2m}$	....	$Na_{nm}$
$\bar{a}_i$	$\frac{\sum Na_{1i}}{m}$	$\frac{\sum Na_{2i}}{m}$	....	$\frac{\sum Na_{ni}}{m}$

$s_{ii}$	$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (Na_{1i} - \bar{a}_1)^2}{m}}$	$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (Na_{2i} - \bar{a}_2)^2}{m}}$	....	$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (Na_{ni} - \bar{a}_n)^2}{m}}$
----------	---	---	------	---

**Tabla 1.8** Matriz normalizada, media y desviación estándar. Elaboración propia.

Se continúa con la matriz para determinar la covarianza, (cov) donde se relaciona cada una de las variables entre sí (variable 1 con variable 1, variable 1 con variable 2, y así sucesivamente hasta llegar a la variable n con variable n). (Ver Tabla 1.9)

	Variable 1 ( $V_1$ )	...	Variable n ( $V_n$ )
Variable 1 ( $V_1$ )	$\frac{1}{m} \left[ \sum Na_{1i} Na_{1i} - \frac{\left( \sum Na_{1i} \right) \left( \sum Na_{1i} \right)}{m} \right]$	...	$\frac{1}{m} \left[ \sum Na_{1i} Na_{ni} - \frac{\left( \sum Na_{1i} \right) \left( \sum Na_{ni} \right)}{m} \right]$
Variable 2 ( $V_2$ )	$\frac{1}{m} \left[ \sum Na_{2i} Na_{1i} - \frac{\left( \sum Na_{2i} \right) \left( \sum Na_{1i} \right)}{m} \right]$	...	$\frac{1}{m} \left[ \sum Na_{2i} Na_{ni} - \frac{\left( \sum Na_{2i} \right) \left( \sum Na_{ni} \right)}{m} \right]$
...	....	...	....
Variable n ( $V_n$ )	$\frac{1}{m} \left[ \sum Na_{ni} Na_{1i} - \frac{\left( \sum Na_{ni} \right) \left( \sum Na_{1i} \right)}{m} \right]$	...	$\frac{1}{m} \left[ \sum Na_{ni} Na_{ni} - \frac{\left( \sum Na_{ni} \right) \left( \sum Na_{ni} \right)}{m} \right]$

**Tabla 1.9** Matriz de covarianza (cov). Elaboración propia.

Una vez obtenido la covarianza de cada una de las variables, se obtiene el coeficiente de correlación de cada una de ellas, dividiendo la covarianza entre la multiplicación de sus desviaciones estándar respectivamente, como se aprecia en la tabla 1.10.

	Variable 1	Variable 2	....	Variable n
Variable 1	$\frac{Cov(v_1, v_1)}{(S_{1i})(S_{1i})}$	$\frac{Cov(v_1, v_2)}{(S_{1i})(S_{2i})}$	....	$\frac{Cov(v_1, v_n)}{(S_{1i})(S_{ni})}$
Variable 2	$\frac{Cov(v_2, v_1)}{(S_{2i})(S_{1i})}$	$\frac{Cov(v_2, v_2)}{(S_{2i})(S_{2i})}$	....	$\frac{Cov(v_2, v_n)}{(S_{2i})(S_{ni})}$
....	....	....	....	....
Variable n	$\frac{Cov(v_n, v_1)}{(S_{ni})(S_{1i})}$	$\frac{Cov(v_n, v_2)}{(S_{ni})(S_{2i})}$	....	$\frac{Cov(v_n, v_n)}{(S_{ni})(S_{ni})}$

Tabla 1.10 Matriz de coeficiente de correlación ( $r_{ij}$ ). Elaboración propia.

Por último, para determinar el peso de cada una de las variables y su influencia en el producto final, se obtiene la siguiente tabla:

	$\sum r_{ij}$	$s_{ij} * \sum (1 - r_{ij})$	$W_j$
Variable 1	$r_{11} + r_{12} + \dots + r_{1n}$	$(s_{1i})(1 - r_{1i})$	$\frac{(S_{1i})(1 - r_{1i})}{\sum [S_{ij} * (1 - r_{ij})]}$
Variable 2	$r_{21} + r_{22} + \dots + r_{2n}$	$(s_{2i})(1 - r_{2i})$	$\frac{(S_{2i})(1 - r_{2i})}{\sum [S_{ij} * (1 - r_{ij})]}$
...	....	....	....
Variable n	$r_{nl} + r_{n2} + \dots + r_{nn}$	$(s_{ni})(1 - r_{ni})$	$\frac{(S_{ni})(1 - r_{ni})}{\sum [S_{ij} * (1 - r_{ij})]}$
		$\sum [s_{ij} * (1 - r_{ij})]$	

Tabla 1.11 Matriz de peso o ponderación método Día. Elaboración propia.

#### 1.4.4 Entropía

Este método multicriterio se trata de “un objetivo de asignación de pesos, ya que éstos se determinan en función de las evaluaciones de la matriz de decisión, sin que influyan las preferencias del decisor”.<sup>36</sup>

En el año de 1854 fue introducido el concepto de entropía por Rudolf Clausius, y su denominación en 1865 por la misma persona, con el fin de hacer más

<sup>36</sup>MARTÍN ESTRADA, Valuación de derechos, intangibles y especiales, ITC.. Pág. 76.

claro el significado de la segunda ley de la termodinámica. (la palabra entropía tiene su origen griego y significa “transformación” o “transmutación”).<sup>37</sup>

Se puede decir que la entropía es un conjunto de transformaciones de la realidad que mide el grado de complejidad o desorden del fenómeno analizado. El verdadero aporte de la entropía (menciona en su libro Hernández R. Enrique A. y Grajeda A. Martín), es que se realiza al desarrollo de la teoría del conocimiento que está dado por las presiones que permitirían entregar a conceptos de reversibilidad e irreversibilidad, equilibrio y no equilibrio. Dónde se trata de que el método cuyo objetivo es la asignación de los pesos de contribución de un conjunto de variables en un sistema determinado, en la que, la importancia se ve reflejada en un criterio de decisión en una situación dada, la cual es medida a través de su contribución; que está directamente relacionada con la información intrínseca aportada por el total de los comparables (en el caso de la valuación) con respecto al bien.

La teoría del método, maneja que mientras mayor sea la entropía o variación del conjunto de alternativas con respecto a un objetivo, mayor importancia deberá tener éste, ya que el margen entre pérdidas y ganancias allí, puede llegar a ser significativamente más importante que en otros objetivos cuya variación no sea tan alta.<sup>38</sup>

La solución del método se realiza de la siguiente manera:

Se parte de las valuaciones de las variables ya normalizadas como fracción de la suma  $\sum, a_{ij}$  de las evaluaciones originales de cada uno de los criterios "j" (Ver Tabla 1.6 y 1.7); se tomaran valores de "a<sub>ij</sub>" de: "i=1,.....,m" y de "j=1,.....,n".

Una consideración importante que hay que contemplar, es que todas las variables deben de tener la misma razón de variable (ver apartado de tipo de

<sup>37</sup>M. CAMPOS SALAZAR, El concepto de entropía y su aplicación en otras ciencias, Depto. de ciencias básicas, unidad académica Los Angeles, Universidad de Concepción, California EU. Pág. 1.

<sup>38</sup>PATRICIA JARAMILLO A., La estructura de preferencias de los decisores, Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, Modulo 9.

variables), esto es, que deben de ser todas de tipo directas o inversas, pero no combinarlas en la misma tabla.

El siguiente paso es normalizar los criterios a través de los distintos modos de normalización (ver apartado de normalización). Para este trabajo se utilizará únicamente la de tipo de suma. (Ver Tabla 1.7)

Se continúa con el cálculo de la entropía de  $E_j$  de cada uno de los criterios con la ecuación: (Ver Tabla 1.11)

$$E_j = -K \cdot \sum_i a_{ij} \cdot \log a_{ij}$$

Dónde obtenemos el valor de "K"

$$K = \frac{1}{\log m}$$

Esto "K" nos delimitará a " $E_j$ " dentro del siguiente parámetro,

$$0 \leq E_j \leq 1$$

La entropía " $E_j$ " de las variables es tanto mayor cuanto más iguales son sus evaluaciones " $a_j$ ". Exactamente lo contrario de lo que se desearía que ocurriera si " $E_j$ " fuese un valor aproximado del peso " $W_j$ " de cada variable; por lo que se emplea el complemento de la media opuesta que se le conoce con el nombre de diversidad " $D_j$ " de la variable, cuya ecuación es:

$$D_j = 1 - E_j$$

Finalmente se normaliza por suma, las diversidades " $D_j$ " obteniendo los pesos buscados con la ecuación:

$$W_j = \frac{D_j}{\sum D_j}$$

Partiendo de la tabla de normalización (ver tabla 1.8), se obtiene los siguientes valores para determinar el peso con respecto a la Entropía:

variables	$E_j$	$D_j$	$W_j$
V 1	$-\left[\frac{1}{\log m}\right] \times [(a_{11} \cdot \log a_{11}) + (a_{12} \cdot \log a_{12}) + \dots + (a_{1m} \cdot \log a_{1m})]$	$1 - E_1$	$\frac{D_1}{\sum_j D_j}$
V 2	$-\left[\frac{1}{\log m}\right] \times [(a_{21} \cdot \log a_{21}) + (a_{22} \cdot \log a_{22}) + \dots + (a_{2m} \cdot \log a_{2m})]$	$1 - E_2$	$\frac{D_2}{\sum_j D_j}$
....	....	....	....
V n	$-\left[\frac{1}{\log m}\right] \times [(a_{n1} \cdot \log a_{n1}) + (a_{n2} \cdot \log a_{n2}) + \dots + (a_{nm} \cdot \log a_{nm})]$	$1 - E_n$	$\frac{D_n}{\sum_j D_j}$
		$\sum_j D_j$	$\sum_j W_j = 1$

Tabla 1.12 Matriz de Entropía, Diversidades y Pesos normalizados. Elaboración propia.

## 1.5. MEDIDAS DE SIMILITUD

Al utilizar varios métodos para determinar la importancia de las variables en el valor del bien, lograremos que al final del proceso tengamos tantos valores de cada variable, como métodos hayamos empleado, es necesario contar con otros que a su vez determinen cuál de ellos es la mejor opción para el caso en particular que estamos empleando.

Ya que el objetivo es el de agrupar las variables por similitud; una vez que se obtengan los pesos de cada una de ellas, se procede a establecer una medida de proximidad o de distancia entre las variables, para calcular así su similitud por cada

uno de los métodos, dónde podemos definir a la similitud como la medida de correspondencia o semejanza entre los objetos que van a ser agrupados.<sup>39</sup>

La similitud de los objetos se puede medir a través de las medidas de distancia, las cuales dependen de tipos de variables y datos considerados, como son:

- a) De intervalo: que trata, sobre una matriz de "X" variables en dónde todas estas variables son cuantitativas, las cuales son medidas en escalas de intervalos o razones.
- b) Frecuencias: las variables analizadas son categóricas de forma que, por filas, tenemos objetos o categorías de objetos y, por columnas, las variables con sus diferentes categorías. En el interior de la tabla aparecen frecuencias.
- c) Datos binarios: ésta hace referencia a una matriz de objetos de "X" número de variables, pero en las que las variables analizadas son binarias, con ésto se dice, que toma valores de "0" la cual indica ausencia de una característica, y de "1" indicando su presencia.<sup>40</sup>

El uso de las distancias entre las variables nos permite interpretar geométricamente muchas técnicas de análisis multicriterio, lo que es como si representáramos éstas como puntos de un espacio métrico adecuado. Su utilización es ideal cuando se tienen variables cuantitativas, pero también, su empleo es válido, cuándo se poseen variables propiamente dichas, siempre y cuándo, tenga sentido el obtener una medida de proximidad entre los elementos.<sup>41</sup>

Las medidas de distancia (también llamadas medidas de disimilitud y desemejanza), miden la separación entre dos elementos de forma que, cuanto mayor sea su valor, más diferencia son los elementos analizados, y menor es la

<sup>39</sup>E. CHÁVEZ RAMÍREZ, Caracterización de los municipios de la provincia de Lima usando los indicadores de gestión municipal mediante análisis factorial y análisis cluster, Lima Perú, 2005.Pág. 41.

<sup>40</sup>Ibid., Pág. 42.

<sup>41</sup>AUREA GRANÉ, Distancia estadísticas y escalado Multidimensional (análisis de coordenadas principales), Departamento de Estadística, Universidad Carlos III de Madrid.

probabilidad de ser seleccionados por los métodos multicriterio como los valores ideales.

Para determinar el método multicriterio que se elegiría, se utilizará uno basado en el concepto de distancia, que fue realizado por Minkowsky y en el axioma de Zeleny, que es la base de la metodología de la programación compromiso, la cual comenta que: "Dadas dos soluciones posibles en el espacio de los objetos  $f^1$  y  $f^2$  la solución preferida será aquella que se encuentre más próxima al punto ideal".<sup>42</sup> Para ésto elegiremos dos tipos de distancias, las dos pertenecientes al sistema métrico de Minkowsky: la Euclídea y la de Manhattan (city block).

#### 1.5.1. Distancia Euclídea.

Esta es la distancia más comúnmente utilizada en la mayoría de los sistemas de razonamientos basados en casos (CBR). Y se define como la distancia entre dos puntos "X" e "Y" como.

$$D_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (X_{ki} - Y_{kj})^2}$$

Donde:

$D_{ij}$  es la distancia entre los casos  $i$  y  $j$ ,

$X_{ki}$  es el valor de la variable  $X_k$  para el caso  $j$ .

---

<sup>42</sup>M. ZELENY, *Linear multiobjective programming*, Berlin, 1974, Pág.95.

### 1.5.2. Distancia Manhattan.

Podemos definir a la distancia Manhattan, como la que existe dada por la suma de dos puntos de los valores absolutos de las diferencias de sus componentes. Y su ecuación es:

$$D_{ij} = \sum_{k=1}^n |X_{ki} - Y_{kj}|$$

Dónde:

$D_{ij}$  es la distancia entre los casos  $i$  y  $j$ ,

$X_{ki}$  es el valor de la variable  $k_k$  para el caso  $j$ .

Para observar la diferencia de una y otra, véase la Figura 1.6, dónde en un eje de coordenadas bidimensional, la distancia entre dos puntos A y B serían:

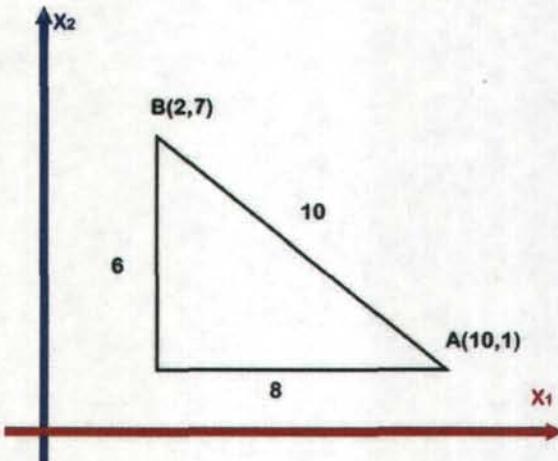


Figura 1.6 Distancia Euclíadiana y Manhattan. (Figura tomada de ROMERO C., 1977. Pág. 48)

Donde las distancias serían:

Distancia Euclíadiana = 10

Distancia Manhattan =  $6+8= 14$

La distancia Manhattan corresponde a la suma de los catetos del triángulo rectángulo de la figura; mientras que la distancia Euclídea a su vez, se corresponde con la hipotenusa de dicho triángulo, es decir, en términos geométricos, que la distancia Manhattan representa la más larga entre dos puntos, mientras que la Euclídea la más corta.

Podemos concluir que la Euclídea calcula la norma del vector que separa una alternativa de la ideal y, por tanto, su distancia más corta. Mientras que la Manhattan mide la longitud total entre la solución ideal y cada alternativa, es decir, la suma de las distancias que las separan.

Basándonos en lo contemplado en el trabajo de Yoon en 1987, en dónde intenta medir la credibilidad de las diferentes métricas, llega a la conclusión que la métrica de la distancia Manhattan es la más creíble.<sup>43</sup> Por lo anterior, el presente trabajo empleará la distancia Manhattan para la selección del método a utilizar.

---

<sup>43</sup>J. BELLVER AZNAR, *Op. Cit.* Pág. 37.

## CAPITULO 2.- ANÁLISIS DEL PROBLEMA

En los avalúos tradicionales se observan que en la mayoría de las ocasiones, la selección de las variables ya está dada por la entidad que lo solicitan (banco, instituciones de gobierno, etc.), dónde los formatos que manejan cada una de ellas ya vienen contemplados por lo general 4 o 5 variables representativas del valor, las cuales son importantes, pero que se pudiera presentar el caso de que no fueran las más representativas del valor. (Ver Figura 2.1 y 2.2)

**Figura 2.1** Sección correspondiente a la homologación de un avalúo de Hipotecaria Nacional.

**Homologación**

REFERENCIA	VALOR UNITARIO	FACTORES APLICABLES					FACTOR RESULT.	VALOR HOMOL.	PONDERACION
		F1	F2	F3	F4	F5			
SUJETO									
1-T									
2-T									
3-T									
								VALOR RESULTANTE HOMOLOGADO:	
								VALOR UNITARIO A APLICAR:	

**F1 ( Factor de Superficie ) :**

Corresponderá a la diferencia entre las superficies del bien valuado con los comparables, este ajuste se aplicara en los casos en que la diferencia sea lo suficientemente considerable para que el mercado la reconozca como premio o demérito.

**F2 ( Factor de Ubicación ) :**

Corresponderá a la ubicación de los comparables en la ciudad, con respecto al bien valuado, integra lo referente a la infraestructura, equipamiento, cercanía a desarrollos habitacionales y comerciales.

**F3 ( Factor de Topografía ) :**

Corresponderá a la diferencia de niveles entre el sujeto y los comparables, pensando en el mejor y mayor uso posible del inmueble valuado.

**F4 ( Factor de Uso del Suelo ) :**

Corresponderá a la diferencia entre los diferentes usos de suelo autorizados por las dependencias oficiales, entre el bien valuado y los comparables.

**F5 ( Factor de Negociación ) :**

Corresponderá a la diferencia que existe entre un valor de oferta y un valor final de venta, estimado en función de parámetros normales de negociación.

**Figura 2.2** Sección correspondiente a la homologación del formato de avalúo de ICRESON.

El problema se presentaría en una situación en la que el bien valuado tuviera características especiales, en el que el valor sea significativamente dependiente de unas variables que no estén consideradas en estos formatos, se presentaría el caso de que el avalúo dictaminado no sería el más preciso, o estaría distorsionado del ideal, dándose así, una situación que afectaría a alguna de las partes involucradas (dueño, comprador, la institución bancaria, etc.). También la selección de estas variables sin sustento matemático, forma parte del inconveniente que se intenta resolver con esta investigación a través de métodos multicriterios.

Aunque el avalúo se desarrolle en una compra-venta, o para conocer su valor comercial, donde el formato depende del perito en sí, en la mayoría de los casos, no se toma en cuenta las variables ni se hace un estudio de la importancia y el peso de

éstas hacia el valor, así como tampoco, de algunas preferencias del apreciador ante una variable en particular, que se pudieran presentar con la subjetividad de la decisión, para que, de esta forma, se sustente su selección y utilización; en el que se pudieran presentar distorsiones al valor, y con ésto un mal entendido y suposiciones donde el perito y el cliente, se vean afectados.

Por lo tanto es indispensable estandarizar los criterios de los valuadores, para esto hay que basarse en métodos que determinen una homogenización de los valores, donde la subjetividad e influencia de cada uno de los peritos no se vea reflejado e influenciado en el valor del bien, y de igual forma en los dictámenes de las instituciones que requieran de los servicios valuatorios, se contemplen estas variables.

## CAPITULO 3.- DIAGNÓSTICO

Los métodos para determinar el valor del bien, tienen en común, que necesitan partir de una información cuantificada tanto del valor de los activos de referencias como de los atributos relevantes de dichos activos y del activo del valor, lo cual en la práctica valuativa, son difícil de obtener, así como también, ciertos atributos importantes que su utilización es difícil, debido a su carácter cualitativo.

Hay que tener en cuenta que hay dos elementos básicos en la sustentación de los métodos modernos de valuación, uno de ellos es el proceso valorativo, el cual nos dice, que según sea el propósito del avalúo, será el criterio de valuación que se deberá de aplicar; la segunda, nos habla de la unicidad de métodos, la cual hace referencia que se debe de hablar de una teoría general de valuación, y no de la existencia, de una particularidad de cada una de ellas.<sup>44</sup>

Se puede comentar, que los métodos de valuación que normalmente son utilizados, tienen inconvenientes en común, como son:

- a) Que se requieren datos cuantificados de las variables a utilizar, y
- b) Que ciertas variables de tipo cualitativo, donde su utilización es especialmente compleja, en ciertas ocasiones su manejo se escapa de la capacidad del valuador de ser empleada en las condiciones adecuadas.<sup>45</sup>

Para resolver estos inconvenientes, el empleo de métodos que nos puedan ayudar a resolverlos, en el que la toma de decisiones esta sustentada por métodos matemáticos, justifica su estudio y aplicación.

Se dice que el ser humano está expuesto a decidir en gran parte de sus actos en un contexto de incertidumbre, como menciona la teoría económica tradicional,

<sup>44</sup> *Ibid.*, Pág. 5.

<sup>45</sup> *Ibid.*, pág. 17.

que dice que el ser humano ante un problema de decisión opta por elegir lo mejor en función de un solo criterio, el cual lo intenta optimizar.<sup>46</sup>

En la actualidad, los decisores no actúan tratando de maximizar una determinada función de utilidad, sino que se plantean distintos objetivos a la vez, buscando como fin último, conseguir un determinado nivel u objetivo en cada uno de ellos; que en muchos casos la relación entre cada una de las variables es escasa o nula.<sup>47</sup>

El valuador, como ser humano que es, tiene la dificultad por naturaleza de contemplar a las variables desde un contexto de objetivos múltiples, ya que su calificación individual no presenta ningún inconveniente para él, pero al tratar de afrontar cada uno de ellos, se vuelve indispensable el análisis multicriterio; tal vez, por falta de conocimiento, o por comodidad para realizar un avalúo, se opta por emplear las variables que normalmente y más comúnmente se utilizan, dejando a un lado las que pudieran formar parte importante del valor.

Si manejamos el valor ideal del bien, como la suma de todas las variables que lo componen (ver Figura 3.1).

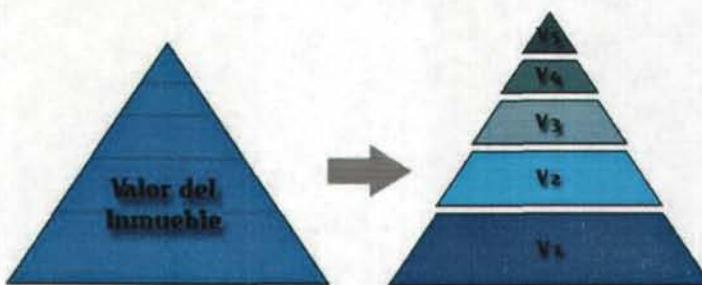


Figura 3.1 Variables que determinan el valor del bien. Elaboración propia

El avalúo del bien toma, en teoría, las variables más representativas del valor para dar un estimado del monto monetario que el bien manifiesta, ya que es imposible trabajar con una infinidad de variables que pudiéramos obtener del bien.

<sup>46</sup> *Ibid.*, Pág. 19.

<sup>47</sup> H. SIMON, A behavioral model or rational choice, 1955, Pág. 118.

Pero el inconveniente se presenta, cuando no se seleccionan adecuadamente cada una de ellas con respecto a su impacto en el valor, estas variables llegan a distorsionar el valor de una forma considerable, como se muestra en la Figura 3.2; se observa que en el primer objeto la selección de las variables con más peso en el valor del bien, refleja la mejor y más adecuada representación de él, en cambio, una mala elección de ellas, refleja que su valor se altera considerablemente como se muestra en la figura contigua.

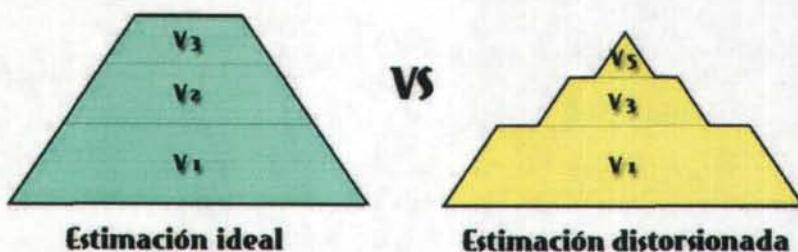


Figura 3.2 Influencia de las variables en el valor del bien. Elaboración propia

La toma de decisión es un elemento indispensable para obtener el valor de un bien, ya que estos ayudan a determinar qué variables y de qué modo afectan su valor final. Es importante destacar estos métodos en el empleo de la valuación, desde determinar cuáles de ellas serán empleadas en los métodos tradicionales de valuación debido a su importancia y trascendencia del valor, hasta su impacto de cada una de ellas en el valor del bien; donde se pudiera presentar que, debido a que la percepción del valuador puede llegar a ser subjetiva o verse afectada por preferencias personales, donde éste pudiera distorsionar el empleo de las variables o factores que no sean las más representativas del bien y de sus comparables.

## CAPITULO 4.- PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Una vez planteado algunos de los métodos multicriterios más conocidos en los capítulos anteriores, veremos su aplicación en el campo de la valuación, así como, su comportamiento en ejemplos prácticos; de igual forma, se propondrá un método para su solución.

Cada uno de los métodos de multicriterios aquí contemplados presenta pros y contras, cada uno con sus cualidades, ventajas y desventajas; donde intervienen y manejan factores que demeritan o le dan valor a cada uno de los inmuebles de diferente manera. Con los métodos multicriterios presentados podemos escoger los atributos que de alguna forma afectan o intervienen de una mayor importancia en su valor para poder calcular su cuantía, como por ejemplo; el método del AHP presenta una jerarquía según los valores que el calificador le otorga al grado de importancia del factor, o el de entropía y Diakoulaki, que nos mide la diferencia de valores que cada uno poseen con respecto a los otros comparables. Pero como determinar ¿cuál es el mejor método?, ¿cuál de los métodos presentado es el más exacto o el adecuado para cada caso en particular?

### 4.1. MÉTODO DE JERARQUÍA Y DISPERCIÓN (MJD)

Al analizar cada uno de los métodos planteados, queda la inquietud de si es adecuado el utilizar un método donde el decisor no intervenga en la toma de decisiones (como lo es el método de Diakoulaki y el de Entropía), o caso contrario, en donde el decisor tome la obligación de darle la jerarquía a estos factores y de ahí partir (AHP, Ordenación Simple).

Al partir de la idea de que el valuador es el profesionista que debe de analizar las características del bien inmueble para poder homologar cada uno de ellos, se establece la indispensable participación de este personaje en el peso y selección de

las variables a utilizar; de igual forma, las jerarquizaciones y pesos que se obtienen por los métodos que contemplan la diferencias entre las características de los participantes.

La presente propuesta de determinación de pesos para la selección y participación de los factores que intervienen en el avalúo, es una mezcla de dos métodos principalmente; por una parte tenemos el AHP el cual contempla la jerarquización según la apreciación del valuador, así como también, el método de entropía, que nos maneja la diferencia de pesos que arrojan las variables.

En pocas palabras, el método "MJD" se obtiene sacando el promedio geométrico de los valores obtenidos de los dos métodos anteriormente descritos. Cuando se desea obtener promedios de magnitudes tales como los tipos de interés, tasas, porcentajes, números índice, etc., la media aritmética pierde la propiedad de tener un claro significado ya que la suma de dichas magnitudes no representa un total de recursos como en las magnitudes de naturaleza aditiva. En estos casos debe de emplearse la media geométrica como la medida de posición central más representativa cuando la variable presenta variaciones acumulativas.

Las ventajas que presenta el usar la media geométrica son:

- Es más representativa que la media aritmética cuando la variable evoluciona de forma acumulativa con efectos multiplicativos.
- Está definida de forma objetiva y es única, si existe.
- Tiene en cuenta en su cálculo a todos los valores de la distribución.
- Los valores extremos tienen menor influencia que en la media aritmética por estar definida a través de productos en vez de sumas.

La razón de utilizar el promedio geométrico con respecto al promedio aritmético, es que se busca que si alguno de los dos métodos arroja un valor cercano o igual a "0" (cero) el valor sea cual fuera el otro resultado arrojado por el

otro método, tienda o sea "0" (cero). De esta forma se logra que, el valor arrojado por el AHP o la Entropía, presentará valores de poca o nula importancia, éste no impactaría en el valor final del bien, que por lo tanto, no debería de ser considerado en los factores realmente trascendentales para su cálculo.

Lo anterior lo que podemos plasmar en la siguiente fórmula:

$$MJD_j = \sqrt{(AHP_j) * (E_j)}$$

Donde:

$MJD_j$  = Valor del Factor "j" por el método de jerarquía y dispersión

$AHP_j$  = Valor del Factor "j" por el método AHP

$E_j$  = Valor del Factor "j" por el método de Entropía

Por ejemplo, digamos que tenemos un bien inmueble a valuar, donde una de las características del bien tenga una calificación sobresaliente sobre sus comparables, pero esta a su vez, sea una característica de nula importancia; por lo tanto los valores arrojados por los métodos multicriterios (AHP, Entropía) darían valores opuestos, suponiendo que el AHP nos diera un porcentaje de 0.05, y el de Entropía diera un valor alto de 0.40 en base a una unidad. La operación nos arrojaría el siguiente resultado:

$$MJD_j = \sqrt{(0.05) * (0.40)} = 0.1414$$

De esta forma podemos observar que el porcentaje dado por el método "MJD" suaviza la curva brusca que se presenta de un resultado al otro. Caso contrario pasa cuando tenemos dos valores parecidos, suponiendo que tengamos valores arrojados por los dos métodos de 0.25 y 0.30, la ecuación quedaría de la siguiente manera:

$$MJD_j = \sqrt{(0.25)*(0.30)} = 0.2739$$

Donde se destaca que el valor arrojado por el método es número donde se maneja como esperado aún determinado por la media aritmética.

#### 4.2. APLICACIÓN DE MÉTODOS PARA LA SELECCIÓN DE VARIABLES

El primer empleo práctico para estos métodos multicriterios es el de la selección de las mismas variables que intervienen en el análisis tanto del bien a valuar como el de los comparables que utilizaremos para determinar el valor del mismo.

Para este caso, supondremos que tenemos 7 inmuebles, donde se calificarán los tipos de variables que vimos en el capítulo “1.2”, se tiene como base un estudio y otros 10 que funcionarán como comparativos de otros individuos que califican las mismas variables y bienes (será através de calificación aleatoria), en dos escenarios en particular; el primero será el optimista-normal, donde las calificaciones dadas a cada elemento no variará de 2 puntos (un 20% máximo), y uno pesimista, en el cual variaría en 4 puntos (60% máximo), esto quiere decir que las calificaciones podrían variar en dos unidades como por ejemplo de 8 a 10, y de 6 a 10, respectivamente. Con lo cual se observará el comportamiento de cada uno de los métodos y si es conveniente su empleo para este sistema de selección.

Se manejan calificaciones para cada una de las variables (27 variables en total) de los 7 inmuebles, de cada uno de los 10 individuos y la base que se tomará como control (ver Apéndice A). Arrojando las siguientes tablas, donde observamos los resultados obtenidos por cada uno de los métodos contemplados (ver tabla 4.1 a la 4.6). Para el método AHP, se le otorga una jerarquización de importancia a cada una de las variables conforme a las demás.

### A) Escenario Optimista-normal

Las siguientes tablas son los resultados arrojados aleatoriamente para el estudio del comportamiento de los métodos multicriterios en un escenario optimista-normal con una diferencia máxima de calificación de 2 puntos (20%).

BASE								
MÉTODO								
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN	
5.088%	2	4.482%	3	1.963%	26	4.775%	4	
2.567%	4	4.482%	2	2.113%	25	3.392%	14	
0.346%	9	3.706%	13	3.106%	19	1.133%	24	
6.807%	1	3.149%	18	4.927%	4	4.629%	5	
5.088%	2	3.706%	13	3.885%	7	4.342%	7	
1.028%	6	3.782%	12	3.242%	16	1.972%	21	
3.626%	3	3.651%	14	3.328%	13	3.639%	12	
6.807%	1	3.900%	6	3.604%	11	5.152%	2	
3.626%	3	3.833%	7	3.315%	14	3.728%	9	
3.626%	3	3.811%	11	3.440%	12	3.717%	10	
2.567%	4	2.591%	20	6.166%	3	2.579%	20	
3.626%	3	3.706%	13	3.708%	10	3.666%	11	
0.498%	8	3.815%	8	3.065%	21	1.379%	23	
0.725%	7	3.998%	5	3.100%	20	1.702%	22	
6.807%	1	3.706%	13	4.098%	6	5.023%	3	
5.088%	2	3.505%	16	3.790%	8	4.223%	8	
3.626%	3	2.075%	21	9.081%	1	2.743%	17	
3.626%	3	3.811%	10	3.237%	17	3.717%	10	
1.871%	5	3.811%	9	2.929%	23	2.670%	18	
2.567%	4	2.961%	19	6.204%	2	2.757%	16	
3.626%	3	3.505%	17	4.156%	5	3.565%	13	
3.626%	3	3.706%	13	3.237%	18	3.666%	11	
6.807%	1	3.900%	6	2.987%	22	5.152%	2	
6.807%	1	4.826%	1	1.511%	27	5.732%	1	
5.088%	2	3.833%	7	3.739%	9	4.416%	6	
2.567%	4	4.107%	4	2.757%	24	3.247%	15	
1.871%	5	3.643%	15	3.310%	15	2.611%	19	

1								
MÉTODO								
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN	
3.634%	3	4.987%	1	1.631%	27	4.257%	9	
2.704%	4	4.275%	4	2.511%	22	3.400%	15	
0.299%	9	4.206%	5	2.613%	21	1.121%	26	
6.568%	1	3.626%	15	3.444%	14	4.880%	3	
4.926%	2	3.819%	9	3.423%	15	4.337%	8	
0.848%	7	3.245%	21	3.824%	9	1.659%	24	
4.926%	2	3.819%	9	2.973%	20	4.337%	8	
6.568%	1	3.716%	11	3.813%	10	4.940%	2	
2.704%	4	3.932%	8	3.248%	18	3.261%	16	
4.926%	2	3.637%	13	4.303%	6	4.233%	10	
2.704%	4	2.703%	23	5.354%	3	2.704%	21	
3.634%	3	3.637%	14	3.860%	8	3.636%	14	
0.430%	8	3.494%	18	3.713%	12	1.225%	25	
0.848%	7	4.134%	6	2.372%	24	1.872%	23	
6.568%	1	3.739%	10	3.378%	16	4.956%	1	
3.634%	3	4.091%	7	2.510%	23	3.856%	13	
3.634%	3	2.204%	24	9.584%	1	2.830%	18	
4.926%	2	4.091%	7	3.026%	19	4.489%	7	
1.545%	6	3.311%	20	4.726%	4	2.262%	22	
3.634%	3	2.808%	22	6.190%	2	3.194%	17	
4.926%	2	4.429%	2	2.169%	25	4.671%	5	
4.926%	2	4.275%	3	2.153%	26	4.589%	6	
4.926%	2	3.528%	17	3.548%	13	4.169%	11	
6.568%	1	3.626%	16	3.354%	17	4.880%	4	
4.926%	2	3.396%	19	4.452%	5	4.090%	12	
2.034%	5	3.637%	14	3.763%	11	2.720%	20	
2.034%	5	3.637%	12	4.065%	7	2.720%	19	

**Tabla 4.1** Tabla de resultados de métodos multicriterio en escenario optimista, base y no.1.  
Elaboración propia.

METODO								
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN	
4.709%	2	3.995%	6	2.832%	20	4.337%	8	
1.876%	5	3.912%	7	3.457%	14	2.709%	20	
0.286%	8	4.132%	5	2.871%	19	1.088%	27	
6.256%	1	3.047%	23	5.049%	3	4.366%	7	
6.256%	1	3.995%	6	2.967%	18	5.000%	2	
1.405%	6	3.475%	16	3.383%	15	2.210%	24	
4.709%	2	3.204%	22	3.947%	10	3.884%	12	
6.256%	1	3.426%	18	4.256%	7	4.630%	5	
3.479%	3	3.417%	20	4.246%	8	3.448%	17	
4.709%	2	3.737%	12	3.250%	16	4.195%	9	
2.530%	4	2.618%	24	6.535%	2	2.574%	21	
2.530%	4	3.789%	10	3.488%	13	3.096%	18	
0.560%	7	3.892%	8	2.626%	22	1.477%	26	
0.560%	7	4.310%	4	2.205%	26	1.554%	25	
6.256%	1	3.779%	11	3.874%	11	4.862%	4	
6.256%	1	3.817%	9	2.680%	21	4.887%	3	
2.530%	4	2.226%	25	10.076%	1	2.373%	23	
4.709%	2	3.454%	17	4.272%	6	4.033%	10	
1.405%	6	4.427%	2	2.403%	24	2.494%	22	
2.530%	4	3.737%	13	4.400%	4	3.075%	19	
3.479%	3	3.635%	14	3.169%	17	3.556%	15	
4.709%	2	3.426%	19	3.604%	12	4.016%	11	
6.256%	1	3.204%	21	4.321%	5	4.477%	6	
6.256%	1	4.377%	3	2.375%	25	5.233%	1	
3.479%	3	4.132%	5	2.439%	23	3.792%	13	
3.479%	3	3.635%	15	4.175%	9	3.556%	16	
2.530%	4	5.203%	1	1.099%	27	3.628%	14	

METODO								
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN	
5.207%	2	3.836%	9	3.119%	18	4.470%	8	
2.567%	4	4.376%	3	2.578%	24	3.352%	17	
0.498%	8	4.056%	5	2.936%	22	1.422%	26	
7.015%	1	3.198%	20	4.479%	5	4.737%	4	
3.713%	3	3.836%	10	3.373%	16	3.774%	11	
1.310%	6	4.777%	1	1.875%	27	2.502%	22	
3.713%	3	3.446%	18	3.883%	11	3.577%	14	
7.015%	1	3.096%	23	5.104%	3	4.660%	5	
5.207%	2	4.376%	3	2.523%	25	4.774%	3	
3.713%	3	3.580%	12	3.647%	14	3.646%	13	
3.713%	3	3.689%	11	3.828%	12	3.701%	12	
2.567%	4	4.056%	5	3.003%	20	3.227%	18	
0.349%	9	3.478%	16	4.165%	7	1.103%	27	
0.957%	7	3.580%	13	3.581%	15	1.851%	25	
7.015%	1	3.579%	15	4.069%	9	5.010%	2	
7.015%	1	3.579%	14	4.138%	8	5.010%	1	
2.567%	4	2.215%	24	7.778%	1	2.385%	23	
5.207%	2	3.478%	17	4.053%	10	4.256%	10	
2.567%	4	4.495%	2	2.154%	26	3.397%	16	
1.806%	5	3.131%	22	5.164%	2	2.378%	24	
3.713%	3	3.172%	21	4.504%	4	3.432%	15	
2.567%	4	3.360%	19	4.203%	6	2.937%	20	
5.207%	2	3.579%	14	3.654%	13	4.317%	9	
5.207%	2	4.171%	4	2.869%	23	4.660%	6	
5.207%	2	3.997%	6	3.071%	19	4.562%	7	
1.806%	5	3.988%	7	2.951%	21	2.683%	21	
2.567%	4	3.875%	8	3.298%	17	3.154%	19	

**Tabla 4.2 Tabla de resultados de métodos multicriterio en escenario optimista, no.2. y no.3.  
Elaboración propia.**

METODO								
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN	
5.014%	2	3.723%	15	3.377%	15	4.320%	8	
3.571%	3	4.350%	3	2.656%	23	3.941%	12	
0.496%	8	5.219%	1	1.250%	27	1.609%	26	
5.014%	2	3.042%	23	4.877%	3	3.905%	13	
5.014%	2	3.734%	14	3.657%	12	4.327%	7	
1.326%	6	4.255%	4	2.498%	25	2.375%	23	
2.543%	4	3.233%	22	4.704%	4	2.867%	19	
5.014%	2	3.241%	21	4.429%	5	4.031%	11	
3.571%	3	3.984%	7	3.022%	19	3.772%	14	
2.543%	4	3.827%	9	3.001%	20	3.119%	16	
3.571%	3	2.280%	25	7.984%	1	2.853%	21	
5.014%	2	3.559%	17	4.094%	7	4.224%	9	
0.347%	9	3.827%	10	3.395%	14	1.153%	27	
0.957%	7	3.557%	18	3.726%	9	1.845%	25	
6.853%	1	3.669%	16	3.707%	11	5.014%	3	
6.853%	1	4.170%	5	2.884%	22	5.346%	1	
3.571%	3	2.281%	24	7.958%	2	2.854%	20	
5.014%	2	3.737%	13	3.251%	17	4.328%	6	
2.543%	4	3.253%	20	3.765%	8	2.876%	18	
2.543%	4	3.737%	12	3.266%	16	3.083%	17	
3.571%	3	3.426%	19	4.365%	6	3.498%	15	
5.014%	2	3.841%	8	3.121%	18	4.388%	5	
5.014%	2	3.557%	18	3.577%	13	4.223%	10	
5.014%	2	4.350%	2	2.253%	26	4.670%	4	
6.853%	1	3.814%	11	3.710%	10	5.112%	2	
1.841%	5	4.350%	2	2.506%	24	2.830%	22	
1.326%	6	3.984%	6	2.966%	21	2.299%	24	

Tabla 4.3 Tabla de resultados de métodos multicriterio en escenario optimista, no.4. y no.5.

Elaboración propia.

METODO								
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN	
5.378%	2	4.728%	2	1.920%	26	5.042%	3	
2.083%	5	3.910%	9	2.995%	19	2.854%	21	
0.308%	8	4.044%	7	2.791%	22	1.116%	27	
7.081%	1	3.021%	22	5.546%	3	4.625%	7	
5.378%	2	3.621%	12	3.958%	10	4.412%	8	
0.871%	6	3.558%	13	3.643%	12	1.761%	24	
2.878%	4	4.284%	5	2.285%	24	3.511%	15	
5.378%	2	4.154%	6	2.810%	21	4.726%	5	
3.975%	3	4.333%	4	2.508%	23	4.150%	10	
5.378%	2	3.355%	19	4.311%	7	4.248%	9	
2.083%	5	2.605%	23	6.165%	2	2.330%	23	
2.878%	4	3.135%	20	4.504%	5	3.004%	18	
0.443%	7	3.487%	15	3.624%	13	1.242%	26	
0.871%	6	3.389%	17	4.052%	8	1.718%	25	
7.081%	1	3.389%	18	4.316%	6	4.899%	4	
5.378%	2	4.822%	1	1.720%	27	5.092%	2	
3.975%	3	2.162%	24	8.946%	1	2.932%	20	
2.878%	4	4.565%	3	2.146%	25	3.625%	14	
2.083%	5	3.505%	14	3.790%	11	2.702%	22	
2.083%	5	4.154%	6	2.972%	20	2.942%	19	
5.378%	2	4.001%	8	3.068%	18	4.639%	6	
3.975%	3	3.852%	10	3.134%	16	3.913%	13	
5.378%	2	3.037%	21	4.835%	4	4.055%	11	
7.081%	1	3.910%	9	3.134%	17	5.262%	1	
3.975%	3	3.910%	9	3.253%	15	3.942%	12	
2.878%	4	3.657%	11	3.569%	14	3.244%	16	
2.878%	4	3.392%	16	4.000%	9	3.124%	17	

METODO								
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN	
3.513%	3	4.652%	1	2.067%	27	4.043%	12	
1.871%	5	4.120%	8	2.888%	19	2.776%	20	
0.493%	8	3.115%	21	4.525%	6	1.240%	25	
6.631%	1	2.897%	22	5.290%	2	4.383%	7	
4.886%	2	4.365%	2	2.388%	26	4.618%	3	
0.718%	7	3.270%	17	4.603%	5	1.533%	24	
3.513%	3	3.625%	12	3.555%	15	3.569%	15	
4.886%	2	3.692%	11	3.916%	12	4.247%	8	
4.886%	2	3.516%	13	4.050%	11	4.145%	10	
4.886%	2	4.120%	7	2.995%	18	4.487%	6	
2.559%	4	3.458%	14	3.828%	13	2.975%	18	
4.886%	2	3.516%	13	4.218%	10	4.145%	10	
0.343%	9	3.726%	10	3.615%	14	1.130%	26	
1.019%	6	4.286%	4	2.646%	22	2.090%	23	
6.631%	1	4.260%	5	2.724%	20	5.315%	1	
4.886%	2	3.625%	12	3.519%	16	4.208%	9	
3.513%	3	2.497%	23	6.638%	1	2.962%	19	
3.513%	3	4.192%	6	2.537%	23	3.838%	14	
1.871%	5	3.780%	9	3.489%	17	2.659%	21	
3.513%	3	3.133%	20	4.845%	3	3.318%	17	
4.886%	2	3.384%	16	4.483%	7	4.067%	11	
2.559%	4	4.365%	2	2.469%	24	3.342%	16	
6.631%	1	3.194%	19	4.351%	9	4.603%	4	
4.886%	2	4.260%	5	2.715%	21	4.562%	5	
6.631%	1	3.453%	15	4.403%	8	4.785%	2	
3.513%	3	4.298%	3	2.451%	25	3.886%	13	
1.871%	5	3.202%	18	4.789%	4	2.447%	22	

**Tabla 4.4** Tabla de resultados de métodos multicriterio en escenario optimista, no.6. y no.7.  
Elaboración propia.

8

METODO								
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN	
3.781%	3	4.040%	9	2.855%	18	3.908%	13	
2.110%	5	4.178%	6	2.772%	20	2.969%	21	
0.311%	9	4.724%	3	1.852%	26	1.211%	27	
5.229%	2	2.881%	23	5.596%	3	3.882%	14	
5.229%	2	3.706%	11	4.042%	10	4.402%	5	
0.880%	7	3.555%	14	3.971%	12	1.769%	25	
3.781%	3	4.562%	4	1.886%	24	4.153%	9	
5.229%	2	4.741%	2	1.866%	25	4.979%	1	
3.781%	3	4.280%	5	2.845%	19	4.023%	11	
5.229%	2	3.620%	13	3.366%	15	4.351%	6	
2.110%	5	2.443%	24	6.771%	2	2.270%	23	
2.796%	4	3.654%	12	3.336%	16	3.196%	20	
0.447%	8	3.386%	18	4.083%	8	1.230%	26	
0.880%	7	4.111%	8	2.767%	21	1.902%	24	
6.995%	1	3.378%	19	4.370%	5	4.861%	2	
5.229%	2	3.389%	17	4.033%	11	4.210%	8	
5.229%	2	2.160%	25	9.417%	1	3.361%	19	
3.781%	3	3.341%	21	4.144%	7	3.554%	17	
2.796%	4	4.111%	7	2.601%	22	3.390%	18	
3.781%	3	3.413%	16	4.045%	9	3.592%	16	
5.229%	2	3.140%	22	4.645%	4	4.052%	10	
3.781%	3	4.818%	1	1.421%	27	4.268%	7	
6.995%	1	3.350%	20	3.841%	13	4.841%	3	
5.229%	2	3.907%	10	3.124%	17	4.520%	4	
3.781%	3	4.111%	7	2.593%	23	3.942%	12	
3.781%	3	3.446%	15	4.216%	6	3.610%	15	
1.603%	6	3.555%	14	3.542%	14	2.387%	22	

9

METODO								
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN	
3.713%	3	3.960%	7	3.251%	19	3.834%	13	
1.840%	5	4.388%	5	2.249%	23	2.841%	19	
0.342%	9	3.603%	14	3.552%	12	1.111%	26	
5.206%	2	3.398%	18	4.260%	6	4.206%	10	
5.206%	2	3.432%	17	3.940%	9	4.227%	8	
1.287%	6	3.194%	21	4.148%	7	2.028%	23	
3.713%	3	3.364%	19	4.061%	8	3.534%	14	
5.206%	2	3.603%	15	3.834%	10	4.331%	7	
3.713%	3	3.960%	7	2.854%	20	3.834%	13	
2.615%	4	3.758%	11	3.258%	18	3.135%	17	
2.615%	4	2.169%	25	7.277%	2	2.382%	21	
5.206%	2	4.788%	2	1.795%	26	4.993%	4	
0.642%	8	3.444%	16	3.729%	11	1.487%	25	
0.905%	7	3.893%	9	3.519%	15	1.877%	24	
5.206%	2	3.175%	22	5.259%	4	4.066%	12	
5.206%	2	3.214%	20	4.544%	5	4.090%	11	
3.713%	3	2.367%	24	7.872%	1	2.965%	18	
2.615%	4	3.912%	8	3.496%	16	3.199%	16	
2.615%	4	4.455%	4	2.202%	24	3.413%	15	
1.840%	5	3.142%	23	5.305%	3	2.404%	20	
5.206%	2	4.338%	6	2.524%	22	4.752%	5	
5.206%	2	3.960%	7	2.715%	21	4.540%	6	
7.062%	1	3.783%	10	3.494%	17	5.169%	2	
7.062%	1	4.623%	3	2.135%	25	5.714%	1	
7.062%	1	3.669%	12	3.529%	14	5.091%	3	
3.713%	3	4.806%	1	1.657%	27	4.224%	9	
1.287%	6	3.603%	13	3.541%	13	2.154%	22	

Tabla 4.5 Tabla de resultados de métodos multicriterio en escenario optimista, no.8. y no.9.

Elaboración propia.

10								
METODO								
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN	
6.849%	1	3.970%	11	2.616%	23	5.215%	4	
3.686%	3	4.130%	7	2.775%	21	3.902%	12	
0.423%	8	3.493%	20	4.048%	6	1.215%	27	
5.101%	2	3.104%	23	4.842%	4	3.979%	11	
5.101%	2	4.253%	3	2.796%	20	4.658%	6	
1.239%	6	3.291%	22	4.569%	5	2.020%	24	
5.101%	2	3.579%	17	3.474%	14	4.273%	8	
6.849%	1	4.734%	1	1.569%	27	5.694%	1	
2.586%	4	3.591%	16	3.916%	7	3.047%	17	
3.686%	3	4.039%	10	3.097%	17	3.859%	13	
3.686%	3	2.349%	25	7.004%	2	2.943%	18	
2.586%	4	4.206%	5	2.541%	24	3.298%	15	
0.423%	8	3.579%	18	3.619%	10	1.230%	26	
0.881%	7	3.774%	13	3.484%	13	1.823%	25	
6.849%	1	4.253%	4	2.669%	22	5.398%	2	
6.849%	1	3.591%	15	3.689%	8	4.959%	5	
2.586%	4	2.084%	26	10.115%	1	2.321%	22	
2.586%	4	3.782%	12	2.955%	18	3.128%	16	
1.772%	5	3.591%	15	3.224%	16	2.522%	21	
1.772%	5	2.928%	24	5.887%	3	2.278%	23	
5.101%	2	3.493%	21	3.621%	9	4.221%	10	
5.101%	2	3.554%	19	3.609%	11	4.258%	9	
5.101%	2	4.078%	9	3.278%	15	4.561%	7	
6.849%	1	4.105%	8	2.937%	19	5.302%	3	
3.686%	3	3.667%	14	3.488%	12	3.677%	14	
1.772%	5	4.642%	2	1.722%	26	2.868%	19	
1.772%	5	4.141%	6	2.459%	25	2.705%	20	

**Tabla 4.6** Tabla de resultados de métodos multicriterio en escenario optimista, no.9. Elaboración propia.

Según las tablas anteriores, cada criterio arroja sus jerarquías de cada una de las variables que deberían de tomarse en cuenta según su importancia. Esta jerarquización la podemos observar de mejor forma si gráficamente los resultados, de cada uno de los individuos y la homogeneidad entre sus resultados (ver Figura 4.1 a la 4.5).

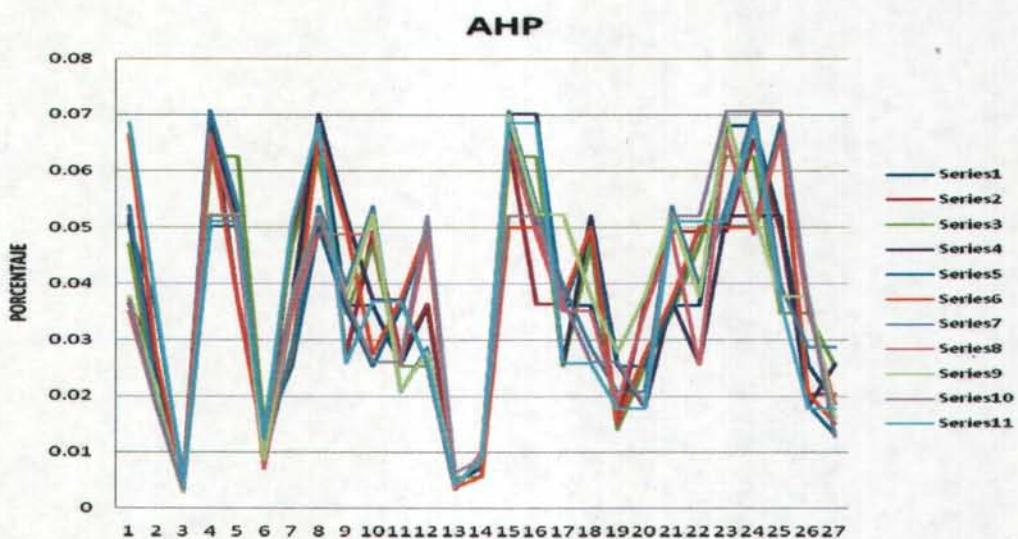


Figura 4.1 Gráfica del método AHP, en escenario optimista. Elaboración propia.

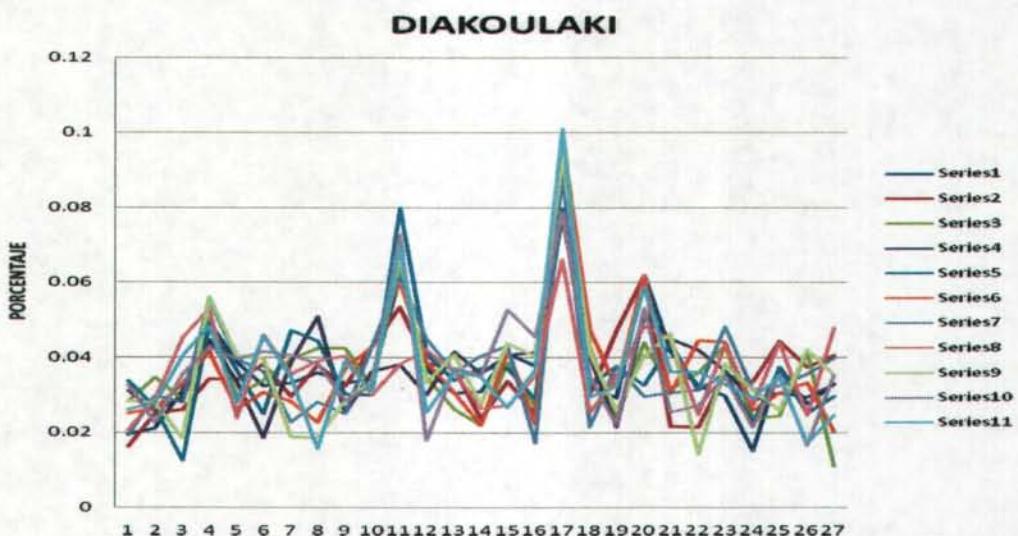


Figura 4.2 Gráfica del método Diakoulaki, en escenario optimista. Elaboración propia.

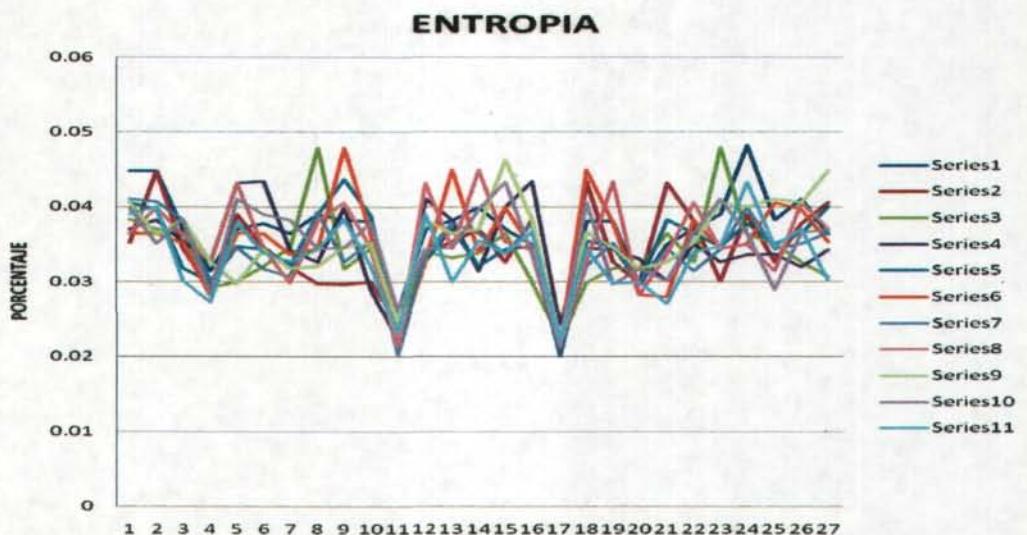


Figura 4.3 Gráfica del método Entropía, en escenario optimista. Elaboración propia.

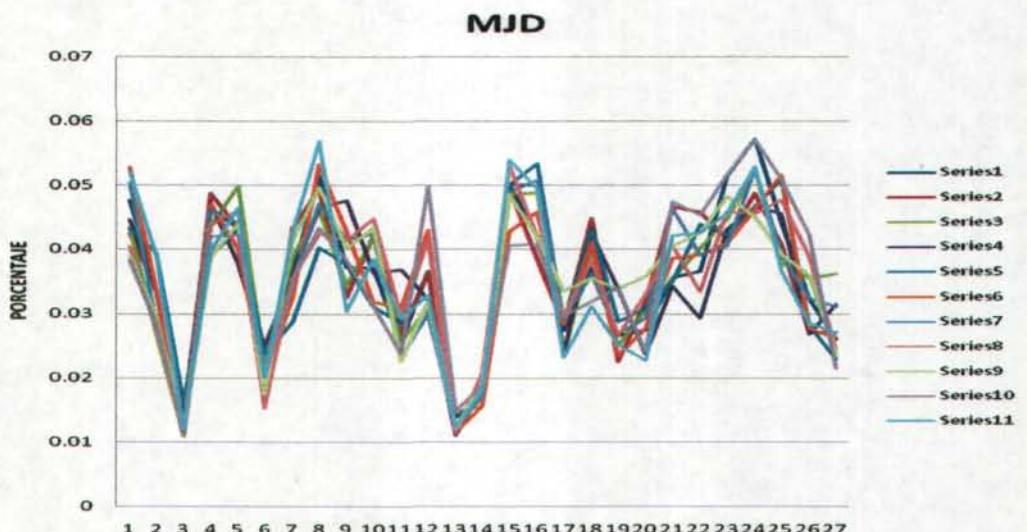
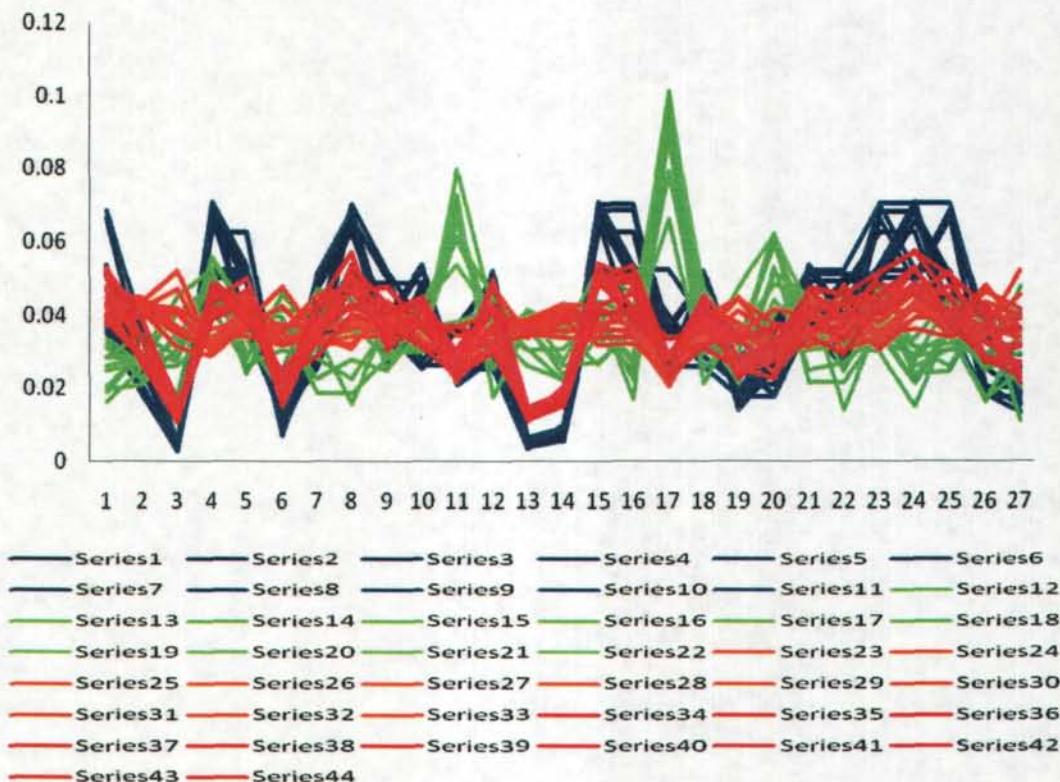


Figura 4.4 Gráfica del método MJD, en escenario optimista. Elaboración propia.



**Figura 4.5** Concentrado de gráficas de los métodos utilizados, en escenario optimista. Serie del 1 al 11 en color azul AHP, 12 al 22 en color verde Diakoulaki, 23 al 33 en color naranja Entropía y del 33 al 44 en color rojo MJD. Elaboración propia.

Una vez realizadas las tablas y gráficas correspondientes a cada variable en cada método, podemos formular un concentrado del número de veces que se repite el orden en cada uno de ellas, como se observa en la tabla 4.7; donde cabe resaltar, que las variables que mejor calificación y que más se repite están subrayadas para ver su comportamiento según el método correspondiente.

Podemos resumir que según la tabla 4.7, por el método del AHP, quedarían las variables: 4, 8, 15 y 24; por el método de Entropía: 1, 8, 22, 24, 26 y 27; por Diakoulaki: la variable 11 y 17; y por el método MJD: 8, 15, 16 y 24.

VARIABLE	ORDEN CON RESPECTO A SU CALIFICACION																
	AHP		ENTROPIA					DIAKOULAKI					MJD				
	1	2	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	2	5	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2	-
2	-	-	-	1	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	1	-	1	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	7	4	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	2	1
5	1	8	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1
6	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	3	-	-	-	1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
8	6	5	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	3	2	-	-	3
9	-	3	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
10	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	1	5	3	-	-	-	-	-	-	-
12	-	4	-	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	9	2	-	-	-	1	1	-	-	-	1	1	2	3	2	2	-
16	4	6	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2	1	1	-	1
17	-	1	-	-	-	-	-	10	1	-	-	-	-	-	-	-	-
18	-	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	6	-	1	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	2
22	-	6	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
23	5	6	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	2	1	1	-
24	6	5	1	1	2	2	1	-	-	-	-	-	4	-	1	3	2
25	4	3	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	2	2	-	-
26	-	-	1	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-

**Tabla 4.7** Tabla de concentrado de resultados de los métodos multicriterios en escenario optimista, de los primeros 5 lugares. Elaboración propia.

### B) Escenario Pesimista

Las siguientes tablas son los resultados arrojados aleatoriamente para el estudio del comportamiento de los métodos multicriterios en un escenario pesimista (ver Apéndice B) con una diferencia máxima de calificación de 4 puntos (40%).

BASE		METODO						
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN	
5.088%	2	4.482%	3	1.963%	26	4.775%	4	
2.567%	4	4.482%	2	2.113%	25	3.392%	14	
0.346%	9	3.706%	13	3.106%	19	1.133%	24	
6.807%	1	3.149%	18	4.927%	4	4.629%	5	
5.088%	2	3.706%	13	3.885%	7	4.342%	7	
1.028%	6	3.782%	12	3.242%	16	1.972%	21	
3.626%	3	3.651%	14	3.328%	13	3.639%	12	
6.807%	1	3.900%	6	3.604%	11	5.152%	2	
3.626%	3	3.833%	7	3.315%	14	3.728%	9	
3.626%	3	3.811%	11	3.440%	12	3.717%	10	
2.567%	4	2.591%	20	6.166%	3	2.579%	20	
3.626%	3	3.706%	13	3.708%	10	3.666%	11	
0.498%	8	3.815%	8	3.065%	21	1.379%	23	
0.725%	7	3.998%	5	3.100%	20	1.702%	22	
6.807%	1	3.706%	13	4.098%	6	5.023%	3	
5.088%	2	3.505%	16	3.790%	8	4.223%	8	
3.626%	3	2.075%	21	9.081%	1	2.743%	17	
3.626%	3	3.811%	10	3.237%	17	3.717%	10	
1.871%	5	3.811%	9	2.929%	23	2.670%	18	
2.567%	4	2.961%	19	6.204%	2	2.757%	16	
3.626%	3	3.505%	17	4.156%	5	3.565%	13	
3.626%	3	3.706%	13	3.237%	18	3.666%	11	
6.807%	1	3.900%	6	2.987%	22	5.152%	2	
6.807%	1	4.826%	1	1.511%	27	5.732%	1	
5.088%	2	3.833%	7	3.739%	9	4.416%	6	
2.567%	4	4.107%	4	2.757%	24	3.247%	15	
1.871%	5	3.643%	15	3.310%	15	2.611%	19	

1		METODO						
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN	
3.708%	3	3.672%	12	3.075%	18	3.735%	13	
2.671%	4	4.217%	5	2.719%	22	3.356%	15	
0.496%	8	3.799%	9	3.065%	19	1.372%	25	
3.708%	3	4.905%	1	1.608%	27	4.316%	11	
5.270%	2	4.734%	3	1.771%	26	4.995%	3	
1.314%	6	3.654%	13	4.409%	7	2.191%	23	
5.270%	2	4.734%	2	2.214%	24	4.995%	2	
7.050%	1	3.048%	21	5.331%	6	4.636%	6	
3.708%	3	3.182%	19	4.307%	8	3.476%	14	
1.849%	5	3.799%	9	2.973%	20	2.650%	18	
2.671%	4	2.428%	25	6.152%	2	2.547%	22	
5.270%	2	3.558%	17	3.540%	13	4.330%	9	
0.348%	9	2.889%	22	5.552%	3	1.002%	26	
0.955%	7	4.141%	6	2.860%	21	1.988%	24	
7.050%	1	3.139%	20	5.531%	4	4.704%	5	
5.270%	2	4.578%	4	2.222%	23	4.912%	4	
2.671%	4	2.458%	24	7.433%	1	2.562%	20	
7.050%	1	3.593%	15	3.373%	14	5.033%	1	
1.849%	5	3.579%	16	3.697%	11	2.573%	19	
3.708%	3	3.799%	8	3.372%	15	3.798%	12	
7.050%	1	2.657%	23	5.402%	5	4.328%	10	
5.270%	2	3.761%	11	3.241%	16	4.452%	8	
3.708%	3	4.905%	1	1.778%	25	4.316%	11	
5.270%	2	3.799%	10	3.086%	17	4.474%	7	
2.671%	4	3.593%	14	3.932%	9	3.098%	16	
1.849%	5	3.550%	18	3.567%	12	2.562%	21	
1.849%	5	3.828%	7	3.791%	10	2.660%	17	

**Tabla 4.8** Tabla de resultados de métodos multicriterio en escenario pesimista, base y no.1.  
Elaboración propia.

METODO								
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN	
2.991%	4	4.707%	2	2.104%	25	3.752%	14	
2.125%	5	3.487%	17	3.467%	14	2.722%	21	
0.384%	8	2.985%	22	4.674%	5	1.071%	27	
5.684%	2	2.913%	23	4.938%	3	4.069%	11	
5.684%	2	3.724%	12	3.134%	16	4.601%	5	
1.065%	7	3.155%	20	4.779%	4	1.833%	25	
4.168%	3	3.515%	15	4.561%	6	3.828%	13	
5.684%	2	3.790%	11	3.059%	17	4.641%	4	
5.684%	2	3.240%	19	3.672%	9	4.292%	8	
4.168%	3	3.359%	18	3.557%	12	3.742%	15	
1.504%	6	2.383%	25	7.507%	2	1.893%	24	
2.991%	4	3.714%	13	3.640%	10	3.333%	17	
0.384%	8	3.487%	17	4.266%	7	1.158%	26	
1.504%	6	3.487%	16	3.532%	13	2.290%	22	
7.441%	1	3.993%	8	2.899%	21	5.451%	2	
4.168%	3	3.848%	9	3.462%	15	4.005%	12	
7.441%	1	2.797%	24	10.543%	1	4.562%	6	
5.684%	2	3.792%	10	3.051%	18	4.642%	3	
2.991%	4	4.564%	4	2.340%	23	3.695%	16	
2.991%	4	3.132%	21	3.696%	8	3.061%	18	
2.125%	5	4.092%	6	2.340%	22	2.949%	19	
2.125%	5	3.792%	10	3.574%	11	2.839%	20	
4.168%	3	4.063%	7	3.005%	19	4.115%	10	
4.168%	3	4.417%	5	2.195%	24	4.291%	9	
7.441%	1	5.298%	1	1.256%	27	6.279%	1	
4.168%	3	4.594%	3	1.825%	26	4.376%	7	
1.065%	7	3.672%	14	2.923%	20	1.978%	23	

METODO								
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN	
7.946%	1	4.453%	3	2.750%	23	5.949%	1	
4.435%	3	4.377%	4	2.236%	25	4.406%	7	
0.367%	8	3.530%	16	3.663%	14	1.139%	27	
4.435%	3	2.977%	24	5.123%	3	3.634%	13	
4.435%	3	3.712%	12	3.568%	15	4.057%	11	
2.057%	5	3.321%	21	3.965%	11	2.614%	21	
2.057%	5	3.493%	17	3.713%	12	2.680%	18	
7.946%	1	3.584%	15	3.975%	10	5.336%	3	
4.435%	3	4.000%	9	3.125%	20	4.212%	10	
4.435%	3	3.073%	23	4.501%	5	3.692%	12	
1.375%	6	2.764%	26	7.026%	1	1.950%	25	
6.123%	2	3.776%	11	3.204%	18	4.808%	5	
0.522%	7	3.397%	19	4.426%	7	1.332%	26	
1.375%	6	5.218%	1	1.722%	27	2.679%	19	
4.435%	3	4.087%	6	2.948%	21	4.257%	8	
3.086%	4	3.712%	14	3.273%	17	3.385%	15	
2.057%	5	2.720%	27	5.277%	2	2.365%	24	
2.057%	5	3.424%	18	4.311%	9	2.654%	20	
2.057%	5	3.898%	10	3.195%	19	2.832%	17	
2.057%	5	3.233%	22	4.442%	6	2.579%	22	
3.086%	4	2.950%	25	4.918%	4	3.017%	16	
4.435%	3	4.861%	2	1.887%	26	4.643%	6	
7.946%	1	3.326%	20	4.358%	8	5.141%	4	
7.946%	1	4.000%	8	3.467%	16	5.638%	2	
4.435%	3	4.038%	7	2.805%	22	4.231%	9	
1.375%	6	4.363%	5	2.421%	24	2.450%	23	
3.086%	4	3.712%	13	3.702%	13	3.385%	14	

Tabla 4.9 Tabla de resultados de métodos multicriterio en escenario pesimista, no.2. y no.3.

Elaboración propia.

4

METODO								
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN	
4.080%	3	4.087%	7	2.886%	21	4.083%	10	
2.136%	5	4.701%	3	2.128%	25	3.169%	17	
0.349%	10	3.857%	9	3.363%	16	1.161%	27	
4.080%	3	3.214%	23	4.200%	6	3.621%	14	
2.973%	4	3.750%	11	3.106%	17	3.339%	15	
1.533%	6	2.895%	25	5.010%	4	2.107%	22	
7.215%	1	4.842%	2	2.015%	26	5.911%	1	
4.080%	3	3.747%	12	2.997%	18	3.910%	13	
2.136%	5	3.747%	13	2.930%	20	2.829%	20	
5.496%	2	4.952%	1	1.731%	27	5.217%	3	
2.973%	4	3.336%	20	3.866%	10	3.149%	19	
4.080%	3	3.778%	10	3.584%	13	3.926%	12	
0.503%	9	3.976%	8	2.601%	23	1.415%	26	
0.737%	8	4.147%	6	2.978%	19	1.748%	25	
5.496%	2	3.223%	22	4.467%	5	4.209%	9	
2.973%	4	3.373%	19	4.129%	7	3.167%	18	
2.136%	5	2.668%	27	10.028%	1	2.387%	21	
5.496%	2	3.604%	16	3.560%	14	4.450%	6	
1.072%	7	2.944%	24	5.055%	3	1.776%	24	
5.496%	2	2.819%	26	5.852%	2	3.936%	11	
5.496%	2	3.467%	18	3.871%	9	4.365%	8	
5.496%	2	4.305%	5	2.610%	22	4.864%	5	
5.496%	2	3.542%	17	3.448%	15	4.412%	7	
7.215%	1	4.373%	4	2.136%	24	5.617%	2	
7.215%	1	3.712%	14	3.730%	12	5.175%	4	
2.973%	4	3.607%	15	3.874%	8	3.275%	16	
1.072%	7	3.332%	21	3.848%	11	1.890%	23	

5

METODO								
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN	
5.530%	2	4.654%	1	2.358%	25	5.073%	2	
4.082%	3	4.566%	2	2.008%	27	4.317%	9	
0.466%	8	3.792%	12	3.100%	17	1.330%	25	
7.192%	1	3.119%	22	4.047%	10	4.736%	8	
4.082%	3	3.668%	13	3.603%	13	3.870%	13	
1.040%	7	3.336%	18	4.072%	8	1.863%	24	
4.082%	3	3.037%	25	3.984%	11	3.521%	15	
4.082%	3	4.124%	7	3.014%	19	4.103%	11	
2.052%	5	3.903%	11	3.049%	18	2.830%	18	
2.934%	4	3.903%	10	3.366%	14	3.384%	16	
2.052%	5	2.647%	26	8.331%	1	2.331%	23	
2.052%	5	3.281%	19	4.817%	4	2.595%	20	
0.466%	8	3.119%	23	4.758%	5	1.206%	27	
0.466%	8	3.487%	15	3.833%	12	1.275%	26	
5.530%	2	4.370%	3	3.227%	15	4.915%	4	
7.192%	1	3.903%	10	2.971%	20	5.298%	1	
2.052%	5	3.052%	24	4.063%	9	2.503%	21	
2.052%	5	3.417%	16	5.365%	3	2.648%	19	
2.934%	4	3.668%	14	3.194%	16	3.281%	17	
2.934%	4	4.350%	5	2.593%	22	3.573%	14	
4.082%	3	4.111%	8	2.369%	24	4.097%	12	
7.192%	1	3.373%	17	4.675%	6	4.926%	3	
7.192%	1	3.281%	20	4.518%	7	4.857%	5	
4.082%	3	4.357%	4	2.027%	26	4.217%	10	
7.192%	1	3.187%	21	5.386%	2	4.787%	7	
5.530%	2	4.183%	6	2.287%	21	4.809%	6	
1.454%	6	4.111%	9	2.481%	23	2.445%	22	

**Tabla 4.10** Tabla de resultados de métodos multicriterio en escenario pesimista, no.4. y no.5.

Elaboración propia.

METODO							
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN
4.107%	3	4.162%	7	2.724%	21	4.134%	9
4.107%	3	4.335%	3	2.641%	23	4.219%	7
0.318%	9	3.459%	18	3.582%	13	1.049%	27
5.647%	2	3.794%	13	3.763%	10	4.629%	6
5.647%	2	4.323%	5	2.631%	24	4.941%	4
2.106%	5	4.104%	8	2.823%	20	2.949%	19
2.949%	4	3.386%	19	3.591%	12	3.160%	17
4.107%	3	3.162%	23	4.645%	5	3.603%	14
4.107%	3	3.176%	22	4.382%	6	3.612%	13
2.106%	5	3.095%	24	5.170%	3	2.553%	23
2.949%	4	2.443%	27	6.381%	2	2.684%	21
4.107%	3	3.049%	25	5.081%	4	3.538%	15
0.666%	7	3.486%	17	3.763%	9	1.523%	25
0.459%	8	3.765%	14	3.299%	15	1.315%	26
4.107%	3	3.872%	11	3.068%	18	3.988%	10
7.392%	1	3.833%	12	3.291%	16	5.323%	3
5.647%	2	2.551%	26	8.790%	1	3.796%	11
7.392%	1	4.734%	2	2.050%	26	5.915%	2
2.106%	5	3.286%	21	4.231%	7	2.631%	22
1.561%	6	3.505%	16	3.848%	8	2.339%	24
2.949%	4	3.622%	15	3.314%	14	3.268%	16
4.107%	3	3.346%	20	3.612%	11	3.707%	12
5.647%	2	4.014%	10	3.290%	17	4.761%	5
4.107%	3	4.323%	4	2.583%	25	4.214%	8
7.392%	1	4.807%	1	1.908%	27	5.961%	1
2.106%	5	4.051%	9	2.870%	19	2.921%	20
2.106%	5	4.314%	6	2.667%	22	3.014%	18

METODO							
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN
3.032%	4	3.666%	13	3.628%	12	3.334%	16
1.999%	5	4.048%	8	3.009%	19	2.845%	20
0.377%	8	4.511%	2	2.170%	26	1.303%	26
8.153%	1	5.028%	1	1.751%	27	6.402%	1
6.190%	2	3.546%	15	4.225%	8	4.685%	4
1.999%	5	3.303%	21	3.538%	15	2.570%	22
6.190%	2	3.542%	16	3.931%	11	4.682%	5
4.467%	3	3.935%	11	2.911%	20	4.192%	9
3.032%	4	4.354%	3	2.773%	23	3.634%	11
1.999%	5	3.500%	18	3.252%	18	2.645%	21
4.467%	3	2.556%	27	8.124%	1	3.379%	14
1.999%	5	3.160%	24	4.406%	6	2.513%	23
0.535%	7	3.092%	25	4.958%	2	1.286%	27
1.371%	6	4.249%	5	2.602%	24	2.414%	24
6.190%	2	3.649%	14	4.096%	9	4.753%	3
3.032%	4	3.254%	22	4.352%	7	3.141%	18
6.190%	2	2.949%	26	4.846%	4	4.273%	7
6.190%	2	3.182%	23	4.073%	10	4.438%	6
1.999%	5	4.175%	6	2.333%	25	2.889%	19
1.371%	6	3.981%	9	3.603%	13	2.336%	25
8.153%	1	3.404%	19	4.924%	3	5.268%	2
3.032%	4	3.725%	12	3.591%	14	3.361%	15
4.467%	3	3.337%	20	4.456%	5	3.861%	10
4.467%	3	4.048%	7	3.333%	17	4.252%	8
3.032%	4	4.340%	4	2.883%	21	3.628%	12
3.032%	4	3.967%	10	2.828%	22	3.468%	13
3.032%	4	3.500%	17	3.402%	16	3.258%	17

**Tabla 4.11** Tabla de resultados de métodos multicriterio en escenario pesimista, no.6. y no.7.  
Elaboración propia.

**APLICACIÓN DE MÉTODOS MULTICRITERIO, EN LA SELECCIÓN Y PONDERACIÓN,  
PARA LA VALUACIÓN DE BIENES INMUEBLES.**

METODO								
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN	
5.012%	2	4.235%	2	2.751%	25	4.607%	7	
2.031%	5	3.996%	6	3.022%	21	2.849%	18	
0.541%	8	3.455%	18	3.781%	12	1.367%	26	
3.759%	3	2.973%	23	5.497%	2	3.343%	16	
2.806%	4	3.755%	10	3.112%	18	3.246%	17	
0.776%	7	5.331%	1	1.411%	27	2.034%	24	
2.031%	5	3.436%	19	4.205%	6	2.642%	20	
6.554%	1	3.716%	11	3.926%	11	4.935%	4	
6.554%	1	3.955%	8	3.047%	19	5.091%	2	
5.012%	2	3.266%	22	4.094%	7	4.046%	11	
1.483%	6	2.831%	24	4.756%	3	2.049%	23	
6.554%	1	4.192%	5	2.860%	22	5.242%	1	
0.285%	9	3.630%	13	3.966%	10	1.018%	27	
0.776%	7	4.208%	3	2.816%	24	1.807%	25	
6.554%	1	3.924%	9	3.047%	20	5.071%	3	
3.759%	3	3.996%	6	3.518%	16	3.875%	13	
2.031%	5	2.756%	25	7.875%	1	2.366%	22	
6.554%	1	3.638%	12	3.990%	8	4.883%	5	
2.031%	5	3.466%	16	3.702%	14	2.653%	19	
5.012%	2	3.456%	17	4.391%	4	4.162%	9	
2.031%	5	3.435%	20	4.226%	5	2.642%	21	
3.759%	3	3.498%	15	3.760%	13	3.626%	15	
6.554%	1	3.630%	13	3.631%	15	4.878%	6	
3.759%	3	3.994%	7	2.825%	23	3.875%	14	
5.012%	2	3.617%	14	3.257%	17	4.257%	8	
5.012%	2	3.415%	21	3.976%	9	4.137%	10	
3.759%	3	4.195%	4	2.558%	26	3.971%	12	

METODO								
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN	
2.802%	4	4.032%	9	3.114%	19	3.361%	16	
2.802%	4	4.651%	2	2.308%	25	3.610%	12	
0.648%	7	4.576%	4	2.158%	26	1.722%	26	
5.653%	2	4.583%	3	2.412%	23	5.090%	5	
7.488%	1	3.367%	17	4.081%	9	5.021%	6	
1.839%	5	3.752%	14	3.512%	12	2.627%	19	
5.653%	2	3.752%	13	3.194%	18	4.605%	8	
4.099%	3	3.784%	11	3.283%	17	3.938%	11	
2.802%	4	4.105%	8	2.734%	21	3.392%	15	
1.839%	5	3.020%	22	4.531%	6	2.357%	21	
4.099%	3	2.834%	24	5.377%	4	3.408%	14	
7.488%	1	3.818%	10	3.462%	14	5.347%	2	
0.349%	8	3.770%	12	3.306%	16	1.147%	27	
1.242%	6	3.530%	16	3.642%	11	2.094%	24	
7.488%	1	4.232%	7	2.793%	20	5.629%	1	
2.802%	4	4.324%	6	2.702%	22	3.481%	13	
1.839%	5	2.743%	26	7.295%	1	2.246%	23	
7.488%	1	3.530%	15	3.484%	13	5.141%	4	
1.839%	5	2.767%	25	5.772%	3	2.256%	22	
1.242%	6	2.842%	23	6.128%	2	1.879%	25	
2.802%	4	3.281%	18	4.141%	8	3.032%	17	
4.099%	3	4.337%	5	2.350%	24	4.216%	9	
5.653%	2	3.116%	21	4.549%	5	4.197%	10	
5.653%	2	3.818%	10	3.355%	15	4.646%	7	
5.653%	2	5.018%	1	1.896%	27	5.326%	3	
1.839%	5	3.203%	20	4.036%	10	2.427%	20	
2.802%	4	3.217%	19	4.386%	7	3.002%	18	

**Tabla 4.12 Tabla de resultados de métodos multicriterio en escenario pesimista, no.8. y no.9.**

Elaboración propia.

10

METODO							
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN
2.851%	4	3.984%	8	2.856%	20	3.371%	15
2.012%	5	3.423%	17	3.912%	10	2.624%	22
0.525%	7	3.449%	15	4.092%	8	1.346%	26
7.061%	1	3.627%	11	3.870%	11	5.061%	3
5.363%	2	4.468%	4	2.065%	26	4.895%	5
2.012%	5	3.627%	12	3.354%	15	2.701%	19
5.363%	2	3.377%	18	3.716%	12	4.256%	8
3.960%	3	4.138%	7	2.613%	21	4.048%	10
2.851%	4	3.701%	10	3.134%	17	3.249%	16
2.012%	5	3.439%	16	4.072%	9	2.630%	21
5.363%	2	2.615%	24	6.692%	2	3.745%	13
5.363%	2	4.138%	7	3.042%	18	4.711%	7
0.525%	7	2.865%	22	5.967%	3	1.226%	27
0.533%	8	5.217%	1	1.624%	27	1.358%	25
7.061%	1	4.778%	2	2.116%	25	5.808%	1
3.960%	3	3.600%	13	3.483%	13	3.776%	12
5.363%	2	2.667%	23	8.148%	1	3.782%	11
2.851%	4	2.957%	21	4.595%	5	2.904%	18
3.960%	3	4.256%	6	2.366%	23	4.106%	9
1.439%	6	3.925%	9	2.889%	19	2.377%	23
3.960%	3	2.964%	20	5.197%	4	3.426%	14
2.851%	4	3.523%	14	4.099%	6	3.169%	17
5.363%	2	4.594%	3	2.339%	24	4.964%	4
7.061%	1	4.269%	5	2.489%	22	5.490%	2
7.061%	1	3.249%	19	4.093%	7	4.790%	6
1.439%	6	3.627%	11	3.343%	16	2.285%	24
2.012%	5	3.523%	14	3.434%	14	2.662%	20

**Tabla 4.13** Tabla de resultados de métodos multicriterio en escenario pesimista, no.10. Elaboración propia.

Las jerarquías arrojadas por los métodos en un escenario pesimista los podemos observar en las siguientes gráficas (ver Figura 4.6 a la 4.10).

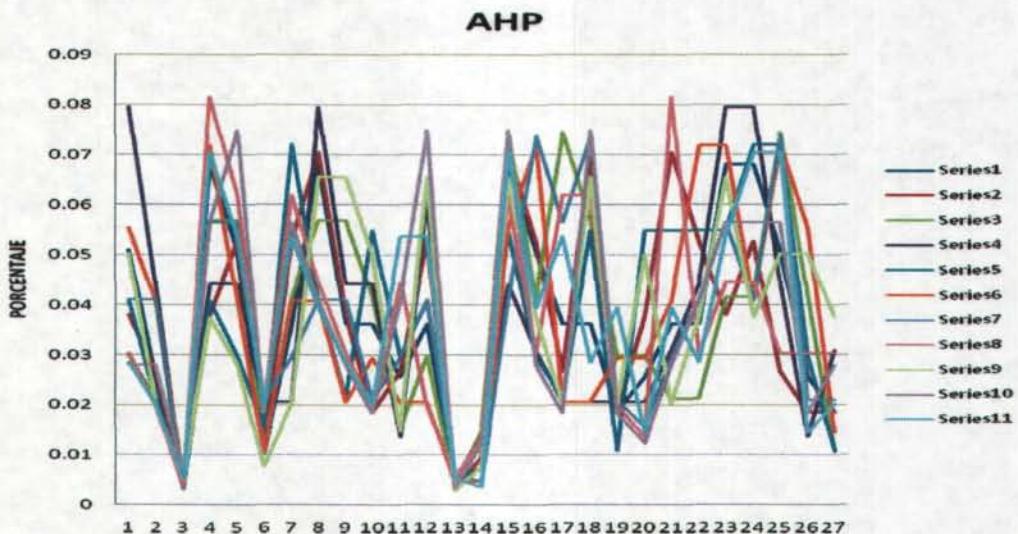


Figura 4.6 Gráfica del método AHP, en escenario pesimista. Elaboración propia.

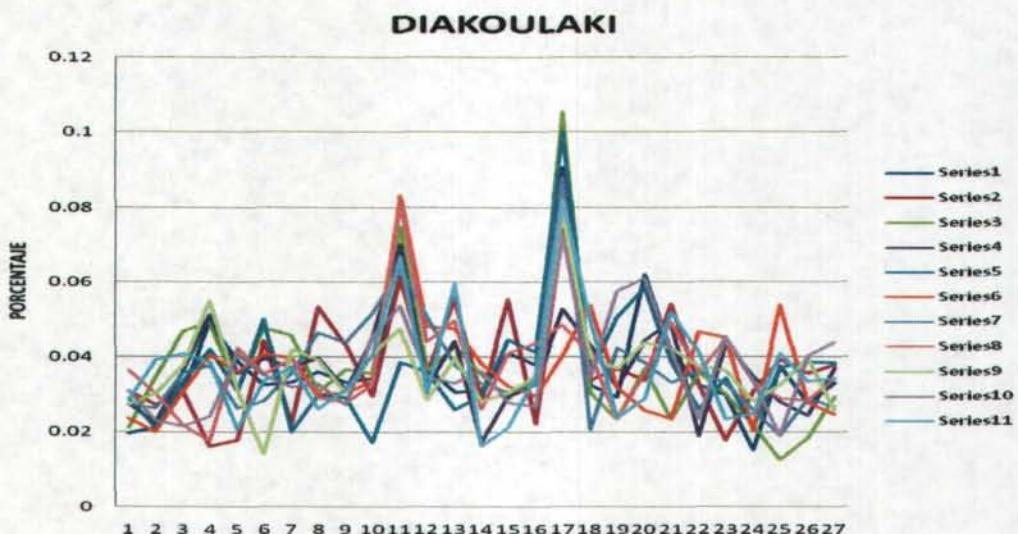


Figura 4.7 Gráfica del método Diakoulaki, en escenario pesimista. Elaboración propia.

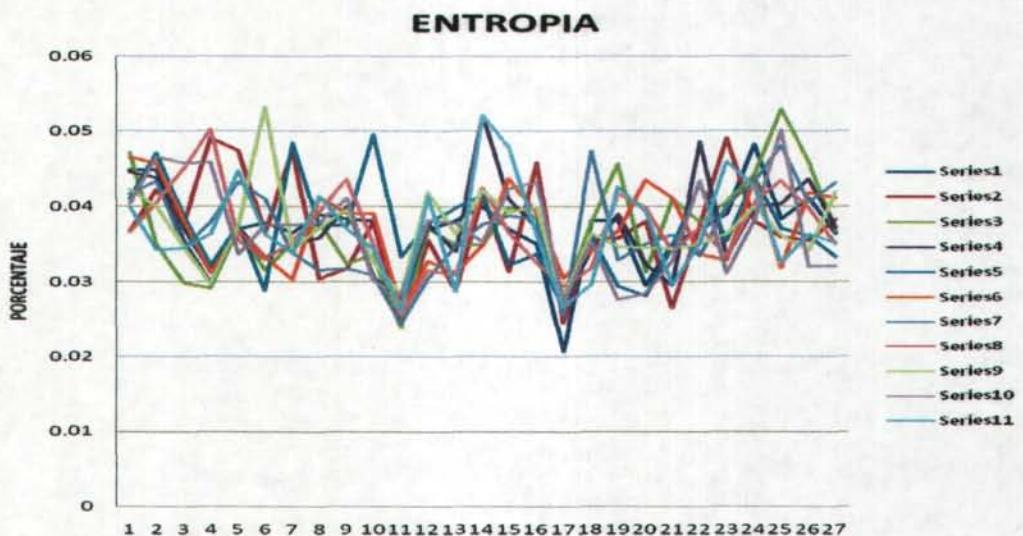


Figura 4.8 Gráfica del método Entropía, en escenario pesimista. Elaboración propia.

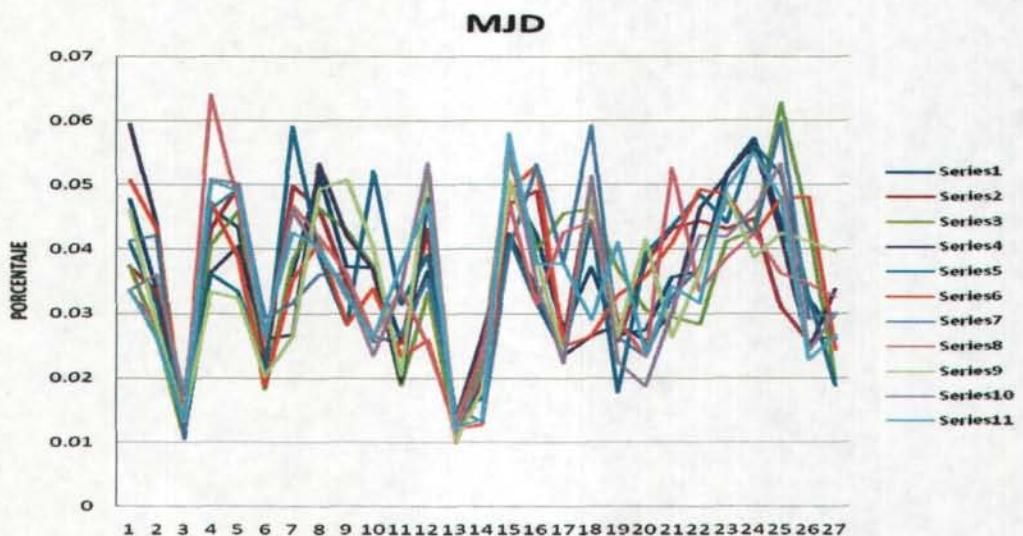
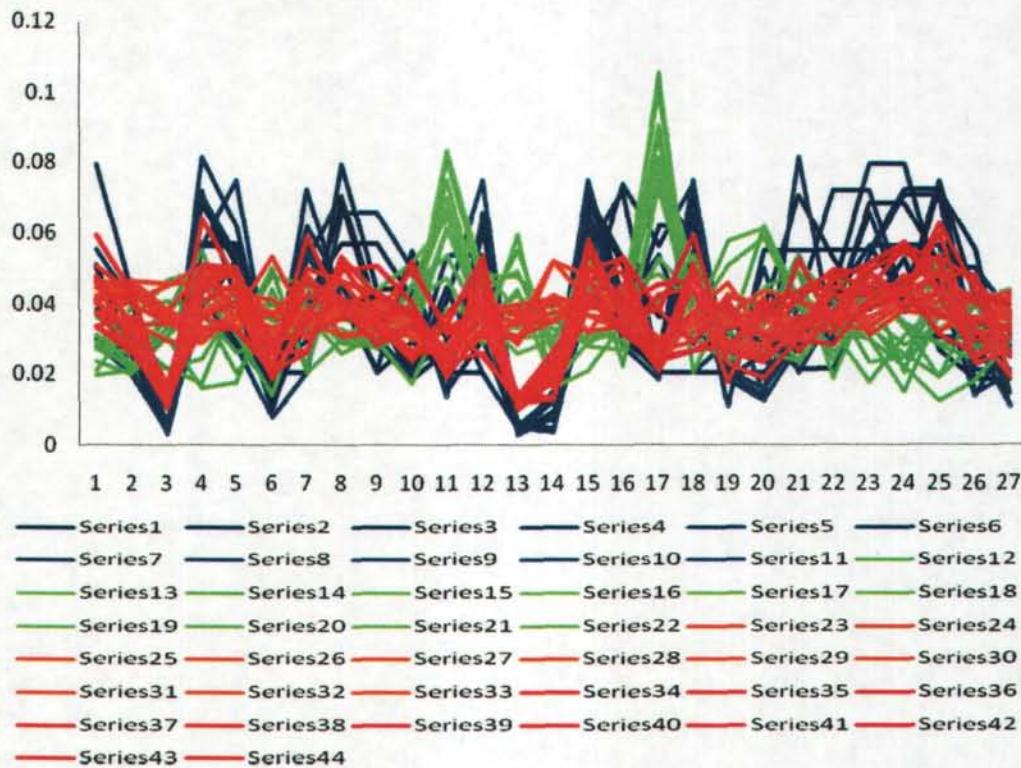


Figura 4.9 Gráfica del método MJD, en escenario pesimista. Elaboración propia.



**Figura 4.10** Concentrado de gráficas de los métodos utilizados, en escenario pesimista. Serie del 1 al 11 en color azul AHP, 12 al 22 en color verde Diakoulaki, 23 al 33 en color naranja Entropía y del 33 al 44 en color rojo MJD. Elaboración propia.

En este escenario pesimista, cabe resaltar que las variables que mayor peso tuvieron son: por el método AHP: 15, 18, 23 y 25; en la Entropía: 1, 4, 14 y 25; por el Diakoulaki: 11 y 17; mientras que por el método MJD: 15, 18, 24 y 25 (ver tabla 4.14).

VARIABLE	ORDEN CON RESPECTO A SU CALIFICACION																
	AHP		ENTROPIA					DIAKOUAKI					MJD				
	1	2	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	1	3	1	2	2	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1	-
2	-	-	-	3	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
4	4	3	2	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	2	-
5	1	6	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1	2	2
6	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	1	4	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1
8	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2
9	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
10	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
11	-	1	-	-	-	-	-	3	4	2	1	-	-	-	-	-	-
12	2	3	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	1	-	-	1
13	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	1	-	-	-	-	-
14	-	-	2	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	6	3	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	2	1	3	1
16	2	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1
17	1	3	-	-	-	-	-	8	1	-	1	-	-	-	-	-	-
18	4	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1
19	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
20	-	2	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
21	2	1	-	-	-	-	-	-	-	1	2	3	-	1	-	-	-
22	1	2	-	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
23	4	4	1	-	1	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-	2	2
24	4	2	1	-	-	3	2	-	-	-	-	-	1	3	-	-	-
25	5	3	3	-	-	1	-	-	1	-	-	-	2	-	1	1	-
26	-	2	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**Tabla 4.14** Tabla de concentrado de resultados de los métodos multicriterios en escenario pesimista, de los primeros 5 lugares. Elaboración propia.

Una vez concluido el estudio, podemos realizar la siguiente tabla para ver los resultados arrojados por cada uno de los métodos en cada uno de los escenarios y en este caso, que variables fueran las que se seleccionarían para realizar la valuación del bien inmueble:

MÉTODO	ESCENARIO	
	OPTIMISTA	PESIMISTA
AHP	4, 8, 15 Y 24	15, 18, 23 Y 25
ENTROPIA	1, 8, 22, 24, 26 Y 27	1, 4, 14 Y 25
DIAKOULAKI	11 Y 17	11 Y 17
MJD	8, 15, 16 Y 24	15, 18, 24 Y 25

**Tabla 4.15** Tabla de resultados de las variables más significativas en escenario optimista y pesimista. Elaboración propia.

De la tabla anterior es importante resaltar el resultado del método Diakoulaki, en el cual se observa su fuerte impacto y magnitud de las variables que según este método deberían de tomarse en cuenta (variables 11 y 17) tanto en un escenario optimista como pesimista, al igual el método MJD, el cual repite dos de sus tres variables a considerar (variable 15 y 24).

Aunque el método Diakoulaki sea el más preciso en cuanto a que todos sus elementos se concentran en dos o tres variables únicamente (lo cual nos arroja una mayor estandarización de todo individuo que realizase esta valorización), es importante señalar que no necesariamente son las que más peso tienen sobre el valor del inmueble, ya que alguna de las variables que no fueron seleccionadas pudieran ser muy significativas en su total, como lo muestran los otros tres métodos. El método AHP solo toma en consideración la importancia de la variable con respecto a las demás en un grado de jerarquización, mientras que la Entropía, se basa en la diferencia de los resultados entre ellas; pero el método MJD, toma en consideración tanto la importancia de la variable en la jerarquía, como su diferencia,

esto se ve reflejado, en que repite variables que son las más significativas tanto de los métodos de AHP y Entropía.

#### 4.3. APLICACIÓN DE MÉTODOS PARA LA PONDERACIÓN DE FACTORES

Los métodos multicriterios, al igual que para la selección de variables, puede ser utilizados para la ponderación de éstas, las cuales fueron previamente seleccionadas, para determinar su influencia en el valor total del bien inmueble.

Para exemplificar esto, utilizaremos las variables sugeridas por el método MJD (variables 8, 15, 16, 24 y 25) para su ponderación. Tomaremos el siguiente formato como estándar, donde aparte de las variables de edad, superficie (COS) y ocupación del suelo (CUS), tomaremos las 5 variables anteriormente mencionadas (ver Figura 4.11).

Nº	Ubicación de los Comparables	Fecha	Teléfono	Fuente/ Informante	Precio de VENTA	Área (m <sup>2</sup> )		V.U.C. [años]	Precio Unitario [\$/m <sup>2</sup> ]
						Te.	Co.		
1	COMPARABLE 1								
2	COMPARABLE 2								
3	COMPARABLE 3								
4	COMPARABLE 4								
5	COMPARABLE 5								
6	COMPARABLE 6								
						Del Objeto Valuación (x):			

Nº	Calificaciones para HOMOLOGACIÓN					Factores de HOMOLOGACIÓN								F.Ho.Re.	Valor Unitario [\$/m <sup>2</sup> ]		
	C.Ho .1	C.Ho .2	C.Ho .3	C.Ho .4	C.Ho .5	F.Ho .1	F.Ho .2	F.Ho .3	F.Ho .4	F.Ho .5	F.Ed	F.Ho	F.U.s	F.Su	F.No		
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
x																	
método multicriterio empleado:															Valor Unitario Promedio [\$/m <sup>2</sup> ]:		
															Valor unitario aplicable en números redondos [\$/m <sup>2</sup> ]:		

**Figura 4.11** Formato a utilizar para realizar la ponderación de las variables que influyen en el valor del bien inmueble. Elaboración propia.

Para empezar, se propondrá los siguientes valores de los 6 comparables para establecer la base de los dos escenarios posibles (optimista-normal y el pesimista). Por lo que se observa en la Figura 4.12, los datos bases para ambos escenarios y para todos los individuos (11) y la base.

Nº	Ubicación de los Comparables	Fecha	Teléfono	Fuente/ Informante	Precio de VENTA	Área (m <sup>2</sup> )		V.U.C. [años]	Precio Unitario [\$/m <sup>2</sup> ]
						Te.	Co.		
1	COMPARABLE 1				1,750,000.00	197	242	17	\$ 7,231.40
2	COMPARABLE 2				1,900,000.00	180	234	5	\$ 8,119.66
3	COMPARABLE 3				1,850,000.00	180	244	15	\$ 7,581.97
4	COMPARABLE 4				2,150,000.00	227	269	10	\$ 7,992.57
5	COMPARABLE 5				1,680,000.00	200	270	8	\$ 6,222.22
6	COMPARABLE 6				2,300,000.00	380	330	20	\$ 6,969.70
Del Objeto Valuación (x):									
295 295 14									

**Figura 4.12** Datos bases para el formato a utilizar para realizar la ponderación de las variables. Elaboración propia.

**A) Escenario Optimista-normal**

Las siguientes tablas son los resultados previamente arrojados aleatoriamente para el estudio del comportamiento de los métodos multicriterios en la ponderación de un escenario optimista-normal con una diferencia máxima de calificación de 2 puntos (20%) entre sus calificativos (de las variables 8, 15, 16, 24 y 25, respectivamente).

BASE		METODO					
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN
20.854%	1	19.726%	2	21.794%	2	20.282%	2
20.854%	1	18.746%	4	19.063%	4	19.772%	3
18.719%	2	17.730%	5	28.345%	1	18.217%	5
20.854%	1	24.412%	1	10.051%	5	22.563%	1
18.719%	2	19.387%	3	20.747%	3	19.050%	4

1		METODO					
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN
21.277%	1	17.056%	3	33.224%	1	19.050%	2
21.277%	1	17.535%	2	24.062%	4	19.315%	1
17.064%	3	19.184%	1	19.990%	5	18.093%	4
21.277%	1	17.004%	4	28.957%	3	19.021%	3
19.106%	2	15.926%	5	30.875%	2	17.444%	5

2		METODO					
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN
20.814%	1	16.074%	5	39.086%	1	18.291%	4
20.814%	1	17.730%	4	21.846%	3	19.210%	3
20.814%	1	17.910%	3	31.752%	2	19.307%	2
20.814%	1	20.539%	1	17.405%	5	20.676%	1
16.746%	2	19.387%	2	21.409%	4	18.018%	5

**3**

METODO							
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN
22.314%	1	14.308%	5	43.228%	1	17.868%	4
19.968%	2	16.538%	4	26.748%	4	18.172%	3
17.783%	3	16.538%	3	28.205%	2	17.149%	5
19.968%	2	19.275%	1	21.680%	5	19.618%	1
19.968%	2	18.470%	2	27.432%	3	19.204%	2

**4**

METODO							
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN
21.277%	1	15.065%	5	33.338%	1	17.903%	5
21.277%	1	17.056%	4	25.566%	3	19.050%	3
17.064%	3	19.387%	2	20.994%	5	18.188%	4
19.106%	2	20.224%	1	23.893%	4	19.657%	1
21.277%	1	17.730%	3	26.469%	2	19.422%	2

**5**

METODO							
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN
20.854%	1	20.539%	1	17.210%	5	20.696%	1
18.719%	2	17.535%	5	22.134%	3	18.117%	4
20.854%	1	20.224%	3	22.604%	2	20.537%	2
20.854%	1	20.539%	2	17.280%	4	20.696%	1
18.719%	2	19.275%	4	22.898%	1	18.995%	3

**6**

METODO							
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN
21.845%	1	19.917%	2	18.193%	4	20.859%	2
19.539%	2	16.248%	4	25.291%	2	17.817%	4
19.539%	2	23.118%	1	14.740%	5	21.253%	1
19.539%	2	18.746%	3	20.774%	3	19.138%	3
19.539%	2	18.746%	3	27.601%	1	19.138%	3

7

METODO							
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN
20.941%	1	17.371%	2	21.954%	3	19.073%	2
20.941%	1	20.046%	1	16.421%	5	20.489%	1
18.589%	2	17.056%	3	35.261%	1	17.806%	3
20.941%	1	20.046%	1	18.837%	4	20.489%	1
18.589%	2	16.248%	4	28.469%	2	17.379%	4

8

METODO							
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN
19.539%	2	22.751%	1	8.759%	5	21.084%	1
19.539%	2	16.208%	5	25.658%	3	17.796%	5
21.845%	1	16.262%	4	39.159%	1	18.848%	4
19.539%	2	18.746%	3	27.781%	2	19.138%	3
19.539%	2	19.726%	2	25.128%	4	19.632%	2

9

METODO							
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN
19.968%	2	17.056%	3	28.562%	3	18.455%	2
19.968%	2	15.032%	5	29.829%	2	17.325%	5
22.314%	1	15.216%	4	33.940%	1	18.427%	3
19.968%	2	21.888%	1	18.415%	5	20.906%	1
17.783%	3	17.371%	2	23.963%	4	17.576%	4

10

METODO							
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN
21.277%	1	23.118%	1	11.002%	5	22.178%	1
19.106%	2	20.772%	2	15.958%	4	19.922%	3
17.064%	3	17.535%	5	30.819%	1	17.298%	5
21.277%	1	20.046%	3	22.993%	3	20.652%	2
21.277%	1	17.910%	4	29.159%	2	19.521%	4

**Tabla 4.16** Tabla de resultados de las variables y su peso en el valor del bien inmueble, en escenario optimista. Del no. Base al 10. Elaboración propia.

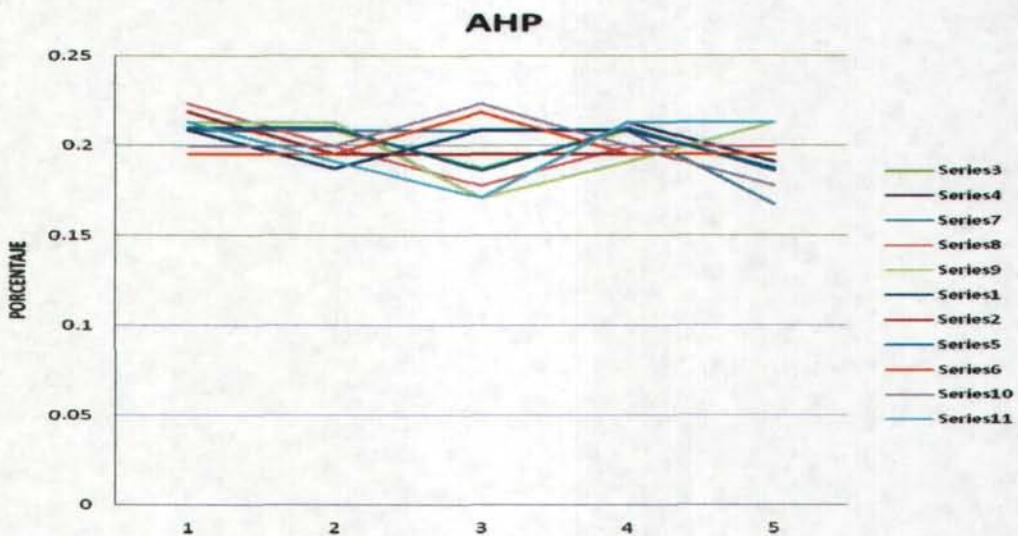


Figura 4.13 Gráfica del método AHP, en escenario optimista. Elaboración propia.

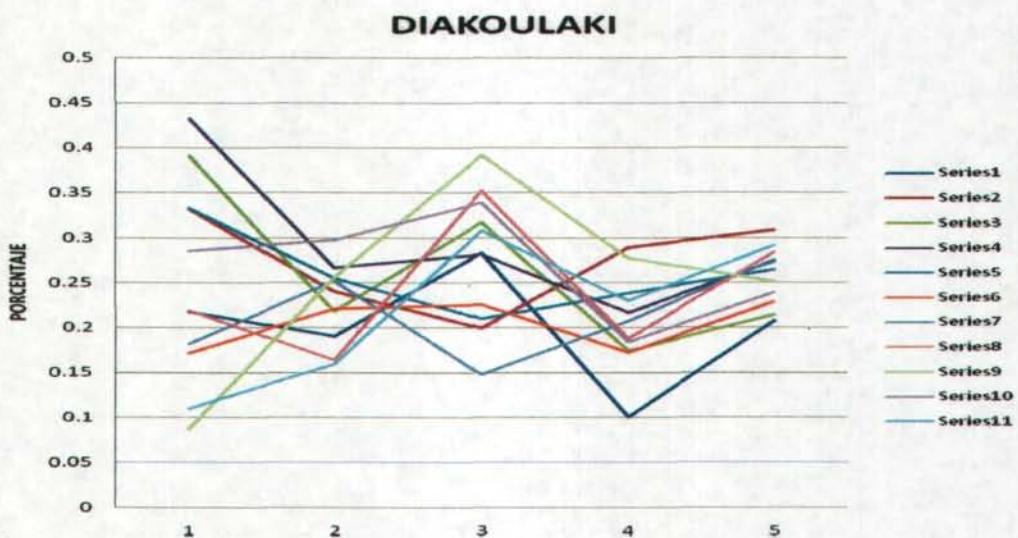


Figura 4.14 Gráfica del método Diakoulaki, en escenario optimista. Elaboración propia.

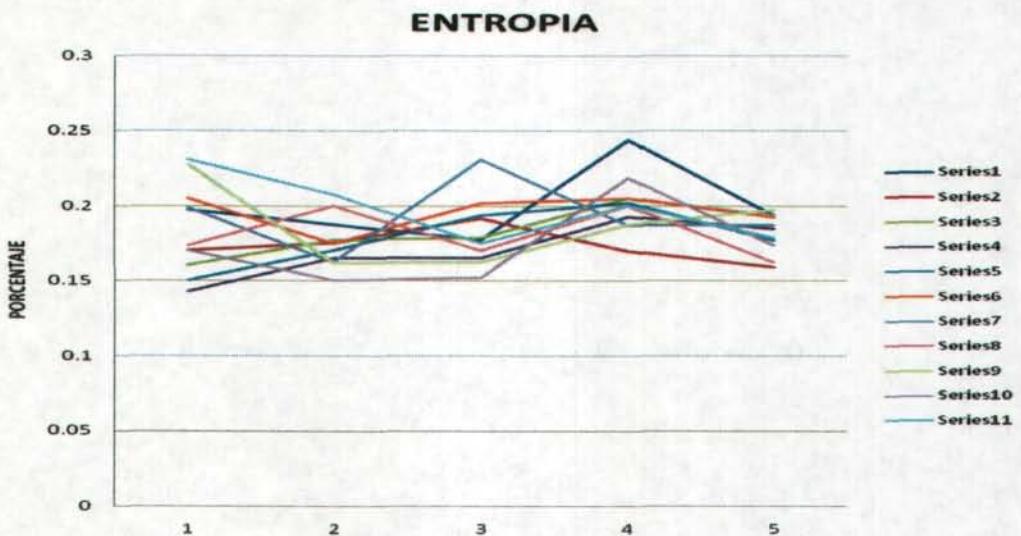


Figura 4.15 Gráfica del método Entropía, en escenario optimista. Elaboración propia.

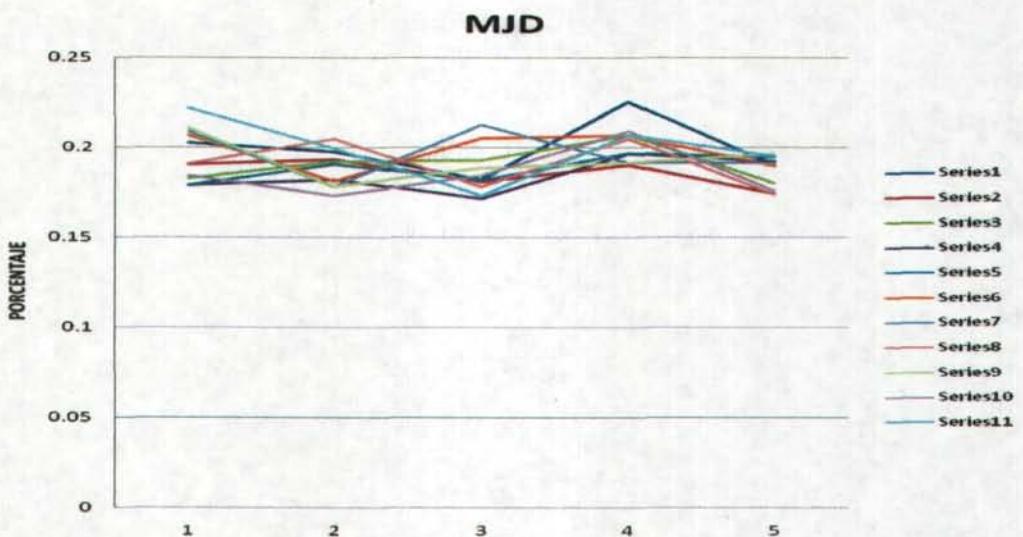
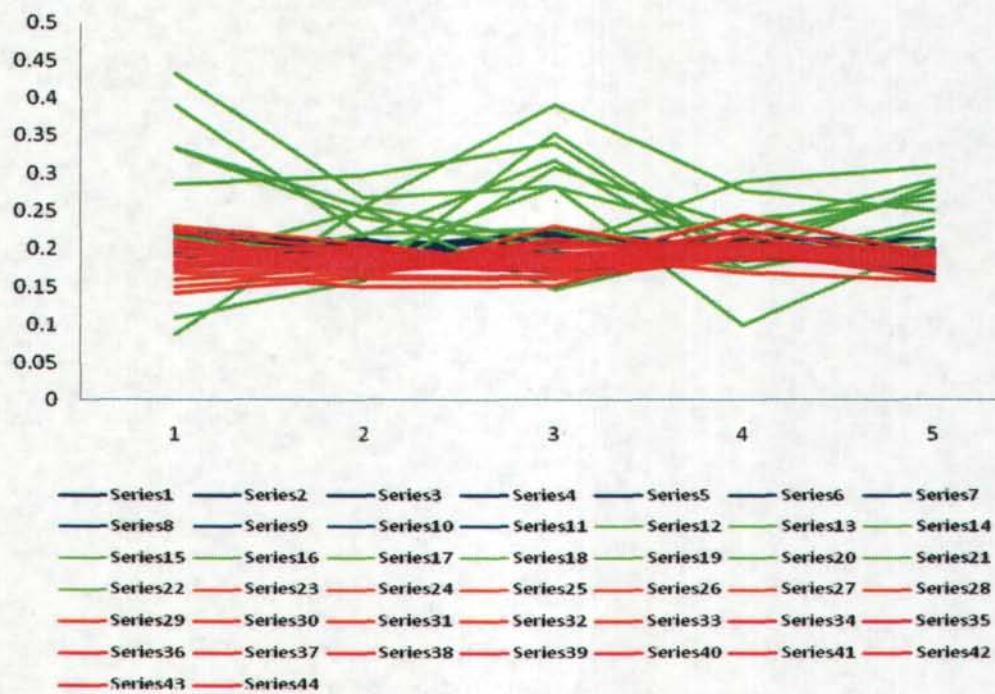


Figura 4.16 Gráfica del método MJD, en escenario optimista. Elaboración propia.



**Figura 4.17** Concentrado de gráficas de los métodos utilizados, en escenario optimista. Serie del 1 al 11 en color azul AHP, 12 al 22 en color verde Diakoulaki, 23 al 33 en color naranja Entropía y del 33 al 44 en color rojo MJD. Elaboración propia.

Los resultados arrojados por los diferentes métodos los podemos resumir en la siguiente tabla.

VARIABLE	RESULTADOS																	
	AHP		ENTROPIA					DIAKOU LAKI					MJD					
	1	2	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
8	9	2	3	3	2	-	3	4	1	2	1	3	3	5	-	2	1	
15	5	6	1	2	-	5	3	-	-	-	-	2	-	2	-	5	2	2
16	4	3	2	1	4	2	2	5	3	-	-	3	1	2	2	3	3	
24	6	5	6	1	3	1	-	-	-	1	-	1	7	1	3	-	-	
25	2	8	-	4	3	3	1	2	4	2	3	-	-	3	2	4	2	

**Tabla 4.17** Tabla de concentrado de resultados de los métodos multicriterios en escenario optimista, del peso de cada una de ellas sobre el valor final del inmueble. Elaboración propia.

Podemos observar en la Tabla 4.17, que variables son las de mayor peso en el valor del bien, podemos resaltar que el método AHP, Entropía y el MJD, conservan una cierta proporción de importancia. Mientras que el método Diakoulaki, los engloba casi todos en 2 variables particularmente pero no conservan una proporción con los otros métodos.

### B) Escenario Pesimista

Las siguientes tablas son los resultados arrojados aleatoriamente para el estudio del comportamiento de los métodos multicriterios en un escenario pesimista con una diferencia máxima de calificación de 4 puntos (40%) una vez seleccionado las variables representativas por el método MJD (de las variables 8, 15, 16, 24 y 25, respectivamente).

METODO							
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN
20.854%	1	19.726%	2	21.794%	2	20.282%	2
20.854%	1	18.746%	4	19.063%	4	19.772%	3
18.719%	2	17.730%	5	28.345%	1	18.217%	5
20.854%	1	24.412%	1	10.051%	5	22.563%	1
18.719%	2	19.387%	3	20.747%	3	19.050%	4

METODO							
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN
22.219%	1	12.908%	5	38.008%	3	16.936%	4
22.219%	1	13.293%	4	34.638%	4	17.186%	3
19.927%	2	19.387%	1	28.748%	5	19.655%	1
19.927%	2	16.086%	2	45.235%	1	17.904%	2
15.709%	3	15.216%	3	38.717%	2	15.461%	5

**2**

METODO							
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN
19.959%	2	16.538%	5	30.844%	1	18.168%	4
22.255%	1	17.425%	3	26.632%	2	19.692%	2
17.766%	3	16.790%	4	24.540%	3	17.271%	5
17.766%	3	19.275%	2	19.869%	4	18.505%	3
22.255%	1	23.118%	1	16.043%	5	22.683%	1

**3**

METODO							
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN
23.264%	1	14.267%	5	29.616%	4	18.218%	2
18.562%	2	16.269%	1	28.937%	5	17.378%	3
16.349%	3	14.779%	4	40.162%	2	15.544%	5
23.264%	1	15.926%	3	40.238%	1	19.248%	1
18.562%	2	16.074%	2	36.719%	3	17.274%	4

**4**

METODO							
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN
18.156%	3	16.074%	2	28.848%	4	17.084%	3
20.386%	2	13.827%	5	32.775%	3	16.789%	4
16.016%	4	14.472%	4	38.968%	2	15.224%	5
22.721%	1	18.760%	1	25.389%	5	20.646%	1
22.721%	1	15.926%	3	40.198%	1	19.022%	2

**5**

METODO							
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN
17.766%	3	17.481%	3	21.138%	4	17.623%	4
19.959%	2	18.522%	1	18.781%	5	19.227%	1
22.255%	1	16.545%	4	35.798%	2	19.189%	2
17.766%	3	18.470%	2	32.977%	3	18.114%	3
22.255%	1	13.508%	5	45.538%	1	17.338%	5

METODO							
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN
18.152%	2	13.508%	5	48.444%	1	15.658%	5
18.152%	2	16.545%	3	39.282%	3	17.330%	4
22.772%	1	16.378%	4	40.746%	2	19.312%	2
18.152%	2	18.470%	2	28.103%	4	18.310%	3
22.772%	1	20.539%	1	21.492%	5	21.627%	1

METODO							
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN
20.477%	2	16.074%	3	31.398%	4	18.143%	3
23.131%	1	14.906%	4	37.241%	2	18.569%	1
17.957%	3	13.293%	5	59.048%	1	15.450%	5
20.477%	2	16.538%	2	24.754%	5	18.402%	2
17.957%	3	17.730%	1	35.010%	3	17.843%	4

METODO							
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN
22.255%	1	15.387%	4	27.054%	5	18.505%	2
22.255%	1	16.248%	3	30.011%	3	19.016%	1
17.766%	3	16.545%	1	27.105%	4	17.144%	4
17.766%	3	16.538%	2	37.951%	2	17.141%	5
19.959%	2	14.976%	5	48.837%	1	17.289%	3

METODO							
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN
18.567%	3	15.251%	5	39.894%	1	16.827%	5
23.308%	1	17.056%	3	26.984%	4	19.939%	2
16.372%	4	17.425%	2	28.774%	3	16.890%	4
20.876%	2	15.387%	4	34.739%	2	17.923%	3
20.876%	2	20.224%	1	20.504%	5	20.548%	1

10								
MÉTODO								
AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MDJ	ORDEN	
17.403%	2	17.359%	3	15.534%	5	17.381%	3	
21.732%	1	20.046%	1	24.337%	3	20.872%	1	
17.403%	2	15.103%	4	43.297%	1	16.212%	5	
21.732%	1	17.910%	2	22.090%	4	19.728%	2	
21.732%	1	13.633%	5	38.710%	2	17.212%	4	

Tabla 4.18 Tabla de resultados de las variables y su peso en el valor del bien inmueble, en escenario pesimista. Del no. Base al 10. Elaboración propia.

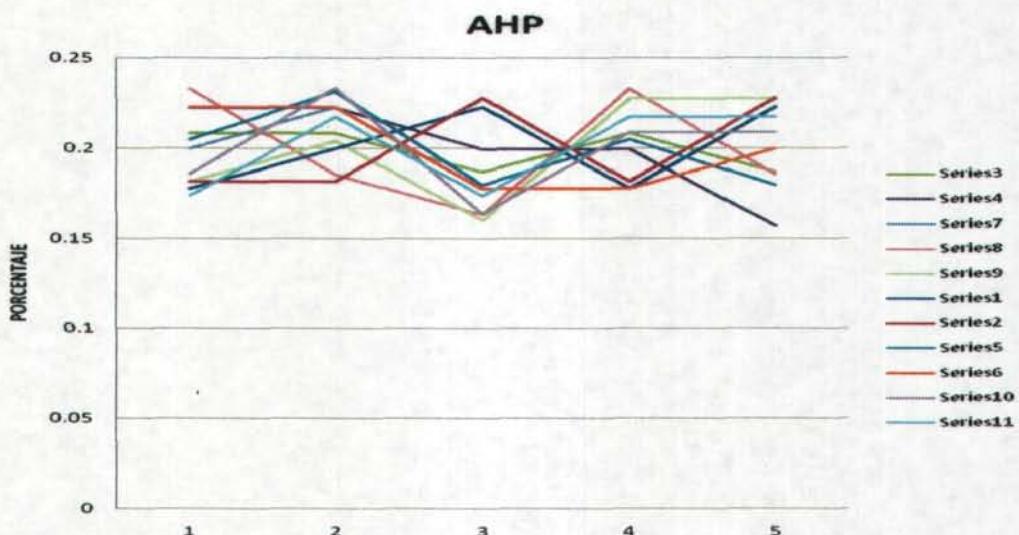


Figura 4.18 Gráfica del método AHP, en escenario pesimista. Elaboración propia.

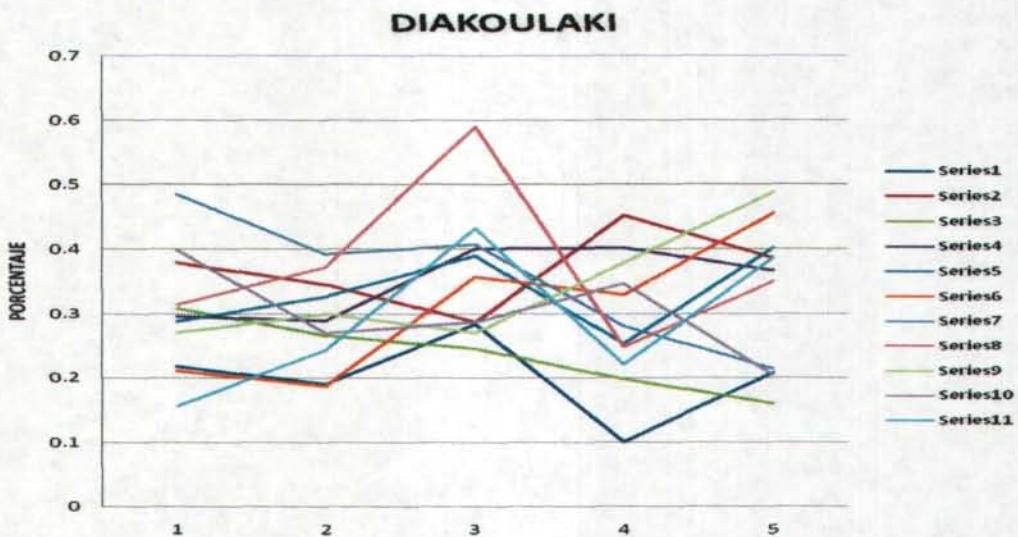


Figura 4.19 Gráfica del método Diakoulaki, en escenario pesimista. Elaboración propia.

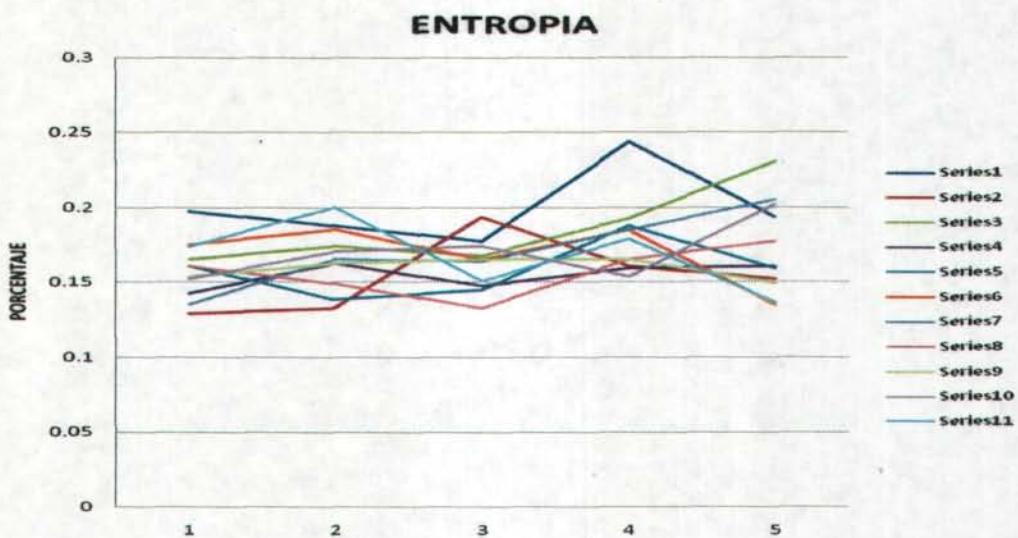


Figura 4.20 Gráfica del método Entropía, en escenario pesimista. Elaboración propia.

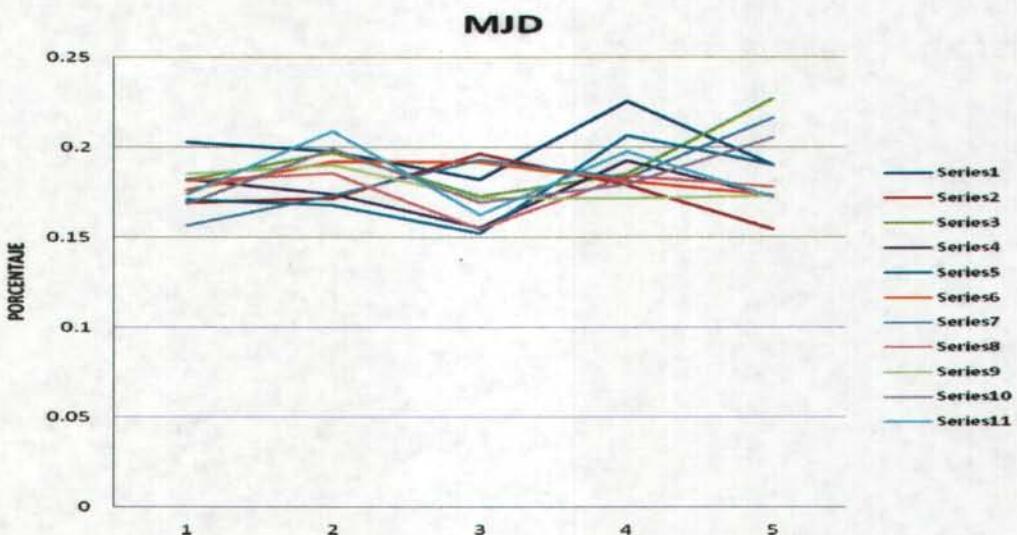


Figura 4.21 Gráfica del método MJD, en escenario pesimista. Elaboración propia.

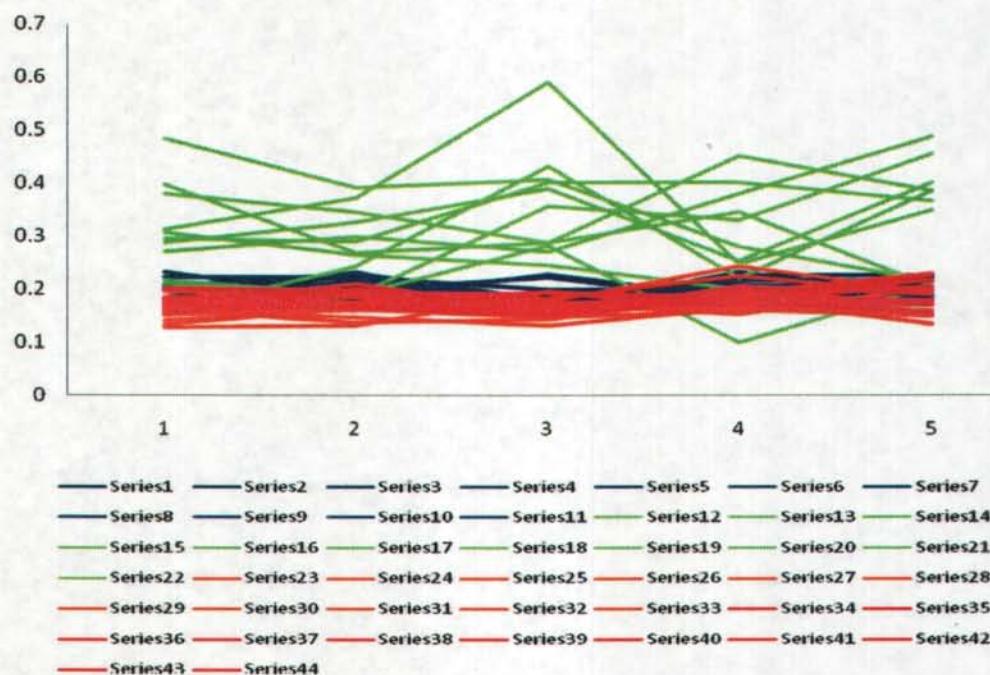


Figura 4.22 Concentrado de gráficas de los métodos utilizados, en escenario pesimista. Serie del 1 al 11 en color azul AHP, 12 al 22 en color verde Diakoulaki, 23 al 33 en color naranja Entropía y del 33 al 44 en color rojo MJD. Elaboración propia.

VARIABLE	RESULTADOS																
	AHP		ENTROPIA					DIAKOUHLAKI					MJD				
	1	2	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
8	4	4	-	2	3	1	5	3	1	1	4	2	-	3	3	3	2
15	7	4	3	-	4	3	1	-	-	-	2	-	4	2	3	2	-
16	2	3	2	1	-	6	2	3	4	2	1	1	1	2	-	2	6
24	4	4	2	7	1	1	-	1	-	-	-	1	3	3	4	-	1
25	5	4	4	1	3	-	3	3	2	3	-	3	3	1	1	4	2

**Tabla 4.19** Tabla de concentrado de resultados de los métodos multicriterios en escenario pesimista, del peso de cada una de ellas sobre el valor final del inmueble. Elaboración propia.

Podemos concluir de las tablas anteriores, que el peso de cada variable una con respecto a la otra es muy similar, realmente no se presentan brincos importantes una sobre la otra, esto se puede ver exemplificado en la similitud que hay de cada uno de los métodos que utilizamos, donde se repiten las variables más significativas (ver Tabla 4.20).

MÉTODO	ESCENARIO	
	OPTIMISTA	PESIMISTA
AHP	8 y 24	15 y 25
ENTROPIA	8 y 24	15 y 25
DIAKOUHLAKI	8 y 16	16 y 25
MJD	8 y 24	15, 24 y 25

**Tabla 4.20** Tabla de resultados de la ponderación de las variables más significativas en escenario optimista y pesimista. Elaboración propia.

Para poder determinar que método multicriterio sería conveniente utilizar, es importante examinar la tabla 4.21 y 4.22, en los escenarios optimista y pesimista respectivamente, así como también, las Figuras 4.23 y 4.24 donde se marcan la variación que hay entre cada variable por cada uno de los individuos (donde la variable 1, 2, 3, 4 y 5; representarán a las variables 8, 15, 16, 24 y 25 respectivamente).

## A) Escenario Optimista:

VARIABLE	METODO AHP											MAX	MIN	DIF.%
	BASE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	20.9%	21.3%	20.8%	22.3%	21.3%	20.9%	21.8%	20.9%	19.5%	20.0%	21.3%	22.3%	19.5%	2.8%
2	20.9%	21.3%	20.8%	20.0%	21.3%	18.7%	19.5%	20.9%	19.5%	20.0%	19.1%	21.3%	18.7%	2.6%
3	18.7%	17.1%	20.8%	17.8%	17.1%	20.9%	19.5%	18.6%	21.8%	22.3%	17.1%	22.3%	17.1%	5.3%
4	20.9%	21.3%	20.8%	20.0%	19.1%	20.9%	19.5%	20.9%	19.5%	20.0%	21.3%	21.3%	19.1%	2.2%
5	18.7%	19.1%	16.7%	20.0%	21.3%	18.7%	19.5%	18.6%	19.5%	17.8%	21.3%	21.3%	16.7%	4.5%

VARIABLE	METODO ENTROPIA											MAX	MIN	DIF.%
	BASE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	19.7%	17.1%	16.1%	14.3%	15.1%	20.5%	19.9%	17.4%	22.8%	17.1%	23.1%	23.1%	14.3%	8.8%
2	18.7%	17.5%	17.7%	16.5%	17.1%	17.5%	16.2%	20.0%	16.2%	15.0%	20.8%	20.8%	15.0%	5.7%
3	17.7%	19.2%	17.9%	16.5%	19.4%	20.2%	23.1%	17.1%	16.3%	15.2%	17.5%	23.1%	15.2%	7.9%
4	24.4%	17.0%	20.5%	19.3%	20.2%	20.5%	18.7%	20.0%	18.7%	21.9%	20.0%	24.4%	17.0%	7.4%
5	19.4%	15.9%	19.4%	18.5%	17.7%	19.3%	18.7%	16.2%	19.7%	17.4%	17.9%	19.7%	15.9%	3.8%

VARIABLE	METODO DIAKOULAKI											MAX	MIN	DIF.%
	BASE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	21.8%	33.2%	39.1%	43.2%	33.3%	17.2%	18.2%	22.0%	8.8%	28.6%	11.0%	43.2%	8.8%	34.5%
2	19.1%	24.1%	21.8%	26.7%	25.6%	22.1%	25.3%	16.4%	25.7%	29.8%	16.0%	29.8%	16.0%	13.9%
3	28.3%	20.0%	31.8%	28.2%	21.0%	22.6%	14.7%	35.3%	39.2%	33.9%	30.8%	39.2%	14.7%	24.4%
4	10.1%	29.0%	17.4%	21.7%	23.9%	17.3%	20.8%	18.8%	27.8%	18.4%	23.0%	29.0%	10.1%	18.9%
5	20.7%	30.9%	21.4%	27.4%	26.5%	22.9%	27.6%	28.5%	25.1%	24.0%	29.2%	30.9%	20.7%	10.1%

VARIABLE	METODO MJD											MAX	MIN	DIF.%
	BASE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	20.3%	19.1%	18.3%	17.9%	17.9%	20.7%	20.9%	19.1%	21.1%	18.5%	22.2%	22.2%	17.9%	4.3%
2	19.8%	19.3%	19.2%	18.2%	19.1%	18.1%	17.8%	20.5%	17.8%	17.3%	19.9%	20.5%	17.3%	3.2%
3	18.2%	18.1%	19.3%	17.1%	18.2%	20.5%	21.3%	17.8%	18.8%	18.4%	17.3%	21.3%	17.1%	4.1%
4	22.6%	19.0%	20.7%	19.6%	19.7%	20.7%	19.1%	20.5%	19.1%	20.9%	20.7%	22.6%	19.0%	3.5%
5	19.0%	17.4%	18.0%	19.2%	19.4%	19.0%	19.1%	17.4%	19.6%	17.6%	19.5%	19.6%	17.4%	2.3%

Tabla 4.22 Tabla de pesos, en porcentaje, de cada una de las variables por cada método, así como la diferencia en cada individuo. Escenario pesimista. Elaboración propia.

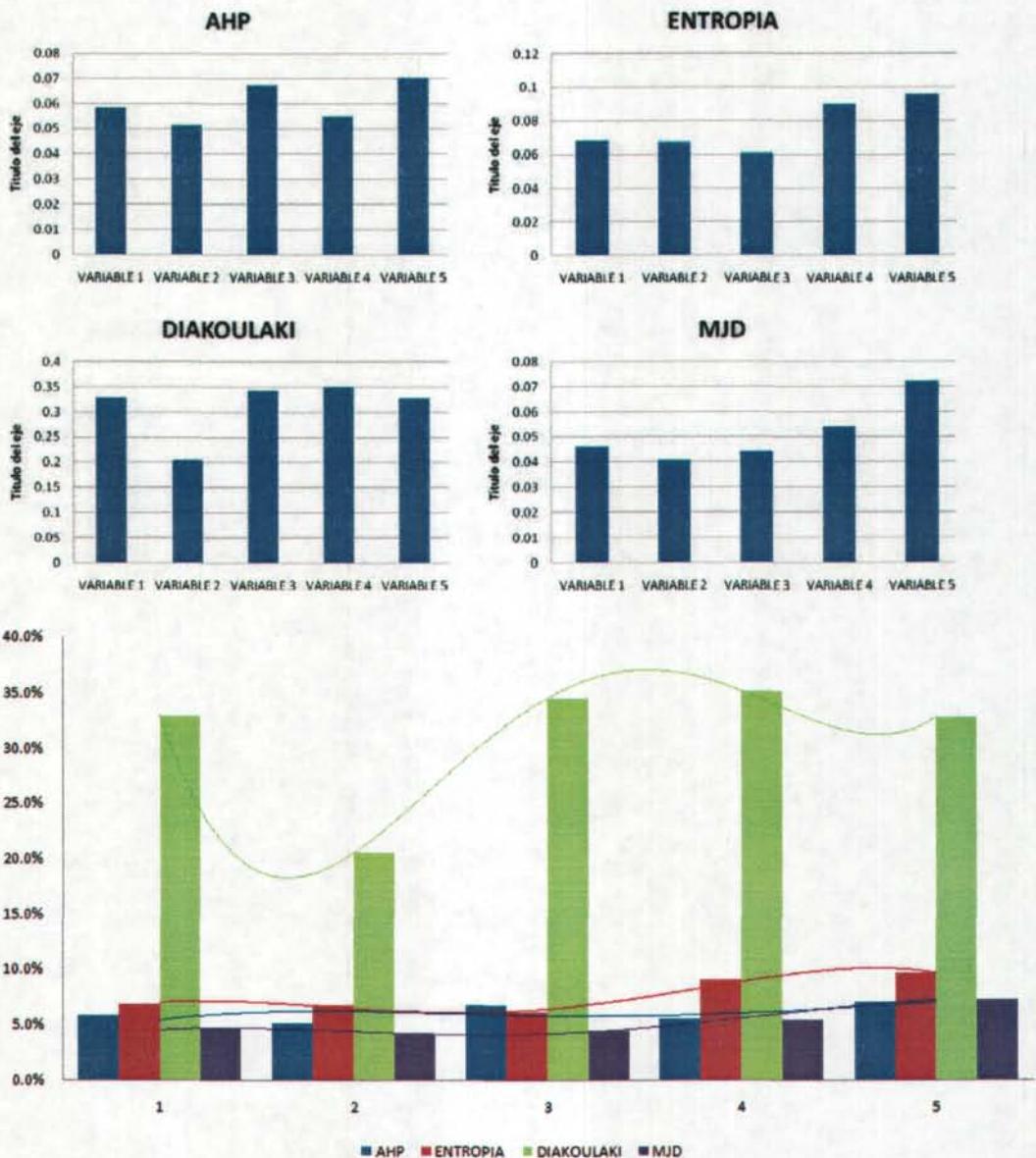


Figura 4.23 Gráficas de diferencia entre cada variable en los diferentes individuos por cada método multicriterio. En escenario optimista. Elaboración propia.

**B) Escenario Pesimista:**

VARIABLE	METODO AHP											MAX	MIN	DIF.%
	BASE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	20.9%	22.2%	20.0%	23.3%	18.2%	17.8%	18.2%	20.5%	22.3%	18.6%	17.4%	23.3%	17.4%	5.9%
2	20.9%	22.2%	22.3%	18.6%	20.4%	20.0%	18.2%	23.1%	22.3%	23.3%	21.7%	23.3%	18.2%	5.2%
3	18.7%	19.9%	17.8%	16.3%	16.0%	22.3%	22.8%	18.0%	17.8%	16.4%	17.4%	22.8%	16.0%	6.8%
4	20.9%	19.9%	17.8%	23.3%	22.7%	17.8%	18.2%	20.5%	17.8%	20.9%	21.7%	23.3%	17.8%	5.5%
5	18.7%	15.7%	22.3%	18.6%	22.7%	22.3%	22.8%	18.0%	20.0%	20.9%	21.7%	22.8%	15.7%	7.1%

VARIABLE	METODO ENTROPIA											MAX	MIN	DIF.%
	BASE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	19.7%	12.9%	16.5%	14.3%	16.1%	17.5%	13.5%	16.1%	15.4%	15.3%	17.4%	19.7%	12.9%	6.8%
2	18.7%	13.3%	17.4%	16.3%	13.8%	18.5%	16.5%	14.9%	16.2%	17.1%	20.0%	20.0%	13.3%	6.8%
3	17.7%	19.4%	16.8%	14.8%	14.5%	16.5%	16.4%	13.3%	16.5%	17.4%	15.1%	19.4%	13.3%	6.1%
4	24.4%	16.1%	19.3%	15.9%	18.8%	18.5%	18.5%	16.5%	16.5%	15.4%	17.9%	24.4%	15.4%	9.0%
5	19.4%	15.2%	23.1%	16.1%	15.9%	13.5%	20.5%	17.7%	15.0%	20.2%	13.6%	23.1%	13.5%	9.6%

VARIABLE	METODO DIAKOULAKI											MAX	MIN	DIF.%
	BASE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	21.8%	38.0%	30.8%	29.6%	28.8%	21.1%	48.4%	31.4%	27.1%	39.9%	15.5%	48.4%	15.5%	32.9%
2	19.1%	34.6%	26.6%	28.9%	32.8%	18.8%	39.3%	37.2%	30.0%	27.0%	24.3%	39.3%	18.8%	20.5%
3	28.3%	28.7%	24.5%	40.2%	39.0%	35.8%	40.7%	59.0%	27.1%	28.8%	43.3%	59.0%	24.5%	34.5%
4	10.1%	45.2%	19.9%	40.2%	25.4%	33.0%	28.1%	24.8%	38.0%	34.7%	22.1%	45.2%	10.1%	35.2%
5	20.7%	38.7%	16.0%	36.7%	40.2%	45.5%	21.5%	35.0%	48.8%	20.5%	38.7%	48.8%	16.0%	32.8%

VARIABLE	METODO MJD											MAX	MIN	DIF.%
	BASE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	20.3%	16.9%	18.2%	18.2%	17.1%	17.6%	15.7%	18.1%	18.5%	16.8%	17.4%	20.3%	15.7%	4.6%
2	19.8%	17.2%	19.7%	17.4%	16.8%	19.2%	17.3%	18.6%	19.0%	19.9%	20.9%	20.9%	16.8%	4.1%
3	18.2%	19.7%	17.3%	15.5%	15.2%	19.2%	19.3%	15.5%	17.1%	16.9%	16.2%	19.7%	15.2%	4.4%
4	22.6%	17.9%	18.5%	19.2%	20.6%	18.1%	18.3%	18.4%	17.1%	17.9%	19.7%	22.6%	17.1%	5.4%
5	19.0%	15.5%	22.7%	17.3%	19.0%	17.3%	21.6%	17.8%	17.3%	20.5%	17.2%	22.7%	15.5%	7.2%

**Tabla 4.22** Tabla de pesos, en porcentaje, de cada una de las variables por cada método, así como la diferencia en cada individuo. Escenario optimista. Elaboración propia.

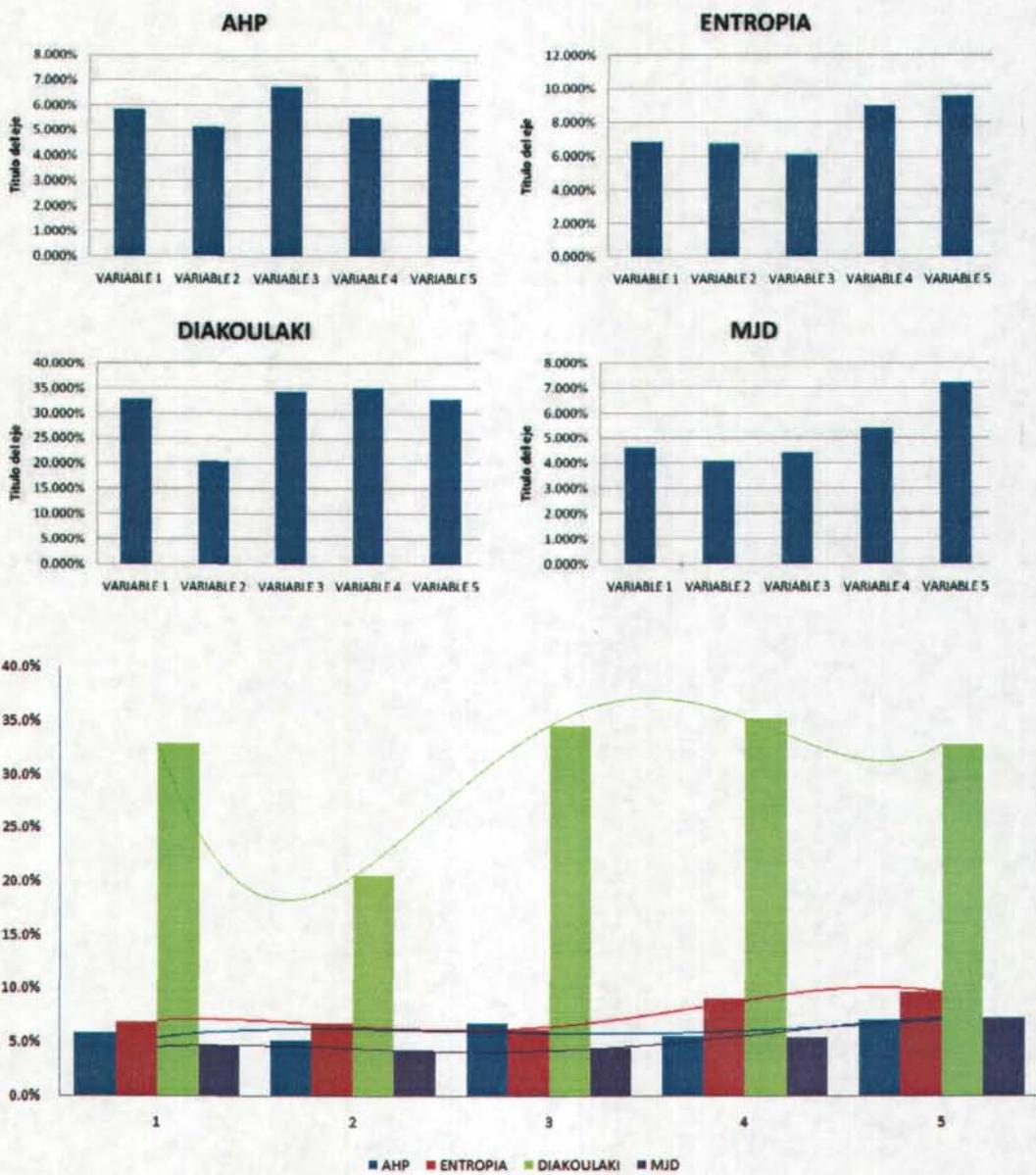


Figura 4.24 Gráficas de diferencia entre cada variable en los diferentes individuos por cada método multicriterio. En escenario pesimista. Elaboración propia.

Analizando los resultados, tanto en el escenario optimista como en el pesimista, podemos destacar que el método que presentó menos distorsión entre los resultados de cada variable de cada uno de los individuos, fue el método MJD, y siendo el método de Diakoulaki el que mostró más diferencia entre sus resultados. La siguiente tabla nos muestra la diferencia máxima de cada método en ambos escenarios:

MÉTODO	ESCENARIO	
	OPTIMISTA	PESIMISTA
AHP	5.3%	7.1%
ENTROPIA	8.8%	9.6%
DIAKOULAKI	34.5%	35.2%
MJD	4.3%	7.2%

**Tabla 4.23** Tabla de porcentaje máximo de diferencia entre las variables de cada método multicriterio, en escenarios optimista y pesimista. Elaboración propia.

Es de notar, que la diferencia de pesos que maneja principalmente el método de MJD, no supera el 5% como máximo, mientras que el Entropía no supera el 10%, y el método Diakoulaki está por arriba del 30%, en un escenario optimista el cual se maneja una diferencia de no mayor del 20% entre sus valores. Y en un escenario pesimista, el comportamiento es similar, ya que el MJD, no supera el 8%, por un 10% de Entropía, y un 35% de Diakoulaki; donde su margen de diferencia es de un 40% en sus valores.

Por lo que podemos concluir en este apartado, que los métodos multicriterios funcionan principalmente en la selección de las variables donde al tener más cantidad de elementos nos ayudan a simplificar de una manera más fácil y práctica, su jerarquización y peso sobre el valor del bien; pero que dentro de la homologación, nos ayudan de igual forma, a darle ese peso específico que le corresponde a cada una de ellas.

## CAPITULO 5.- EJEMPLO PRÁCTICO EN UN AVALÚO INMOBILIARIO

Para demostrar que pasaría con el valor del bien, si se utilizara o no los métodos multicriterios en la valuación de un bien inmueble, tomaremos los resultados dados en el capítulo anterior para valuar un bien, el cual se basará en los datos de la Figura 4.12, para realizar esta valuación.

MÉTODO	ESCENARIO	
	OPTIMISTA	PESIMISTA
AHP	4, 8, 15, 23 y 24	4, 15, 18, 23, 25
ENTROPIA	1, 8, 24, 26 y 27	1, 4, 14, 23 y 25
DIAKOULAKI	11, 17, 20, 21, y 23	11, 13, 17, 20 y 25
MJD	8, 15, 16, 24 y 25	1, 15, 18, 24 y 25

**Tabla 5.1** Tabla de variables más representativas por cada método en particular, en escenarios optimista y pesimista. Elaboración propia.

Como elemento de control, utilizaremos el formato utilizado en capítulos anteriores, donde en su homologación utiliza las siguientes variables: C.U.S., zona, Ubicación, área, edad, estado de conservación y otros; cabe mencionar que en el factor de "otros" que maneja este formato, normalmente se utiliza para el factor de negociación. Supondremos que las variables 1, 2, 3, 4 y 5 (del total de 27 variables utilizadas) representarán el valor de los factores CHo1, CHo2, CHo3, CHo4 y CHo5 respectivamente; la calificación del objeto a valuar (x), se tomará de la tabla del "valor j", mientras que cada uno de los comparables serán "valor j1", "valor j2", "valor j3", "valor j4", "valor j5" y "valor j6" (ver anexo). La homologación quedaría de la siguiente forma con los datos del individuo "base":

Nº	Ubicación de los Comparables	Fecha	Teléfono	Fuente/ Informante	Precio de VENTA	Área (m <sup>2</sup> )		V.U.C. [años]	Precio Unitario [\$/m <sup>2</sup> ]									
						Te.	Co.											
1	COMPARABLE 1				1,750,000.00	197	242	17	7,231.40									
2					1,900,000.00	180	234	5	8,119.66									
3					1,850,000.00	180	244	15	7,581.97									
4					2,150,000.00	227	269	10	7,992.57									
5					1,680,000.00	200	270	8	6,222.22									
6					2,300,000.00	380	330	20	6,969.70									
Del Objeto Valuación (x):						295	295	14										
Nº	Calificaciones para HOMOLOGACIÓN					Factores de HOMOLOGACIÓN												
Nº	C.Ho. 1	C.Ho. 2	C.Ho. 3	C.Ho. 4	C.Ho.5	F.Ho. 1	F.Ho. 2	F.Ho. 3	F.Ho. 4	F.Ho. 5	F.Ed.	F.Ho.	F.Ua.	F.Su	F.Ne	F.Ho.Re.	Valor Unitario [\$/m <sup>2</sup> ]	
1	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.11	0.90	1.00	0.80	0.80	1.02	0.92	1.07	0.94	0.95	0.90		6,508.26
2	1.00	0.90	1.00	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.95	0.96	1.09	0.93	0.95	0.88		7,145.30
3	0.90	1.00	0.90	1.00	0.80	1.11	0.90	1.11	0.80	1.00	1.01	0.98	1.11	0.94	0.95	0.98		7,430.33
4	1.00	0.90	0.90	0.90	1.00	1.00	1.00	1.11	0.89	0.80	0.98	0.96	1.06	0.97	0.95	0.92		7,353.16
5	0.90	1.00	0.80	0.70	0.90	1.11	0.90	1.25	1.14	0.89	0.97	1.06	1.11	0.97	0.95	1.04		6,471.11
6	0.90	0.90	0.80	1.00	0.90	1.11	1.00	1.25	0.80	0.89	1.04	1.01	0.95	1.04	0.95	0.99		6,900.00
x	1.00	0.90	1.00	0.80	0.80												Valor Unitario Promedio [\$/m <sup>2</sup> ]: 6,968.03	
																	Valor unitario aplicable en números redondos [\$/m <sup>2</sup> ]: 7,000.00	

**Tabla 5.2** Tabla de valor del bien por unidad (m<sup>2</sup>), con variables estándar de Hipotecaria Nacional.  
Elaboración propia (datos correspondientes al individuo "Base").

El valor base sin método multicriterio tanto para el escenario optimista y pesimista es de \$7'000 unidades monetarias por cada m<sup>2</sup> de construcción. Para los demás individuos los resultados son los siguientes en escenario optimista y pesimista:

INDIVIDUO	ESCENARIO	
	OPTIMISTA	PESIMISTA
BASE	7,000.00	7,000.00
1	7,400.00	8,000.00
2	7,000.00	7,900.00
3	7,200.00	6,500.00
4	6,800.00	7,400.00
5	6,800.00	7,300.00
6	6,200.00	7,000.00
MAX	7,400.00	8,000.00
MIN	6,200.00	6,500.00
DIF.	1'200.00	1'500.00

**Tabla 5.3** Resultados de tabla de valor del bien por unidad (m2), con variables estándar de Hipotecaria Nacional, en escenarios optimista y pesimista. Elaboración propia.

Se puede observar en la Tabla 5.3, que la diferencia máxima en los primeros 6 individuos y la base, en un escenario optimista sin método multicriterio es de 1'200 unidades, mientras que, en el escenario pesimista, esta alcanza hasta 1'500 unidades de diferencia.

Ahora bien, aplicando los métodos multicriterios desde la selección de variable (utilizaremos el método MJD), hasta su ponderación (seleccionaremos a través de la distancia Manhattan para determinar la más adecuada) obteniendo los siguientes resultados, donde determinaremos en una primera instancia para cada individuo (la muestra de los primeros 6) con los métodos multicriterios estudiados; para continuar después la comparación de sus resultados con los obtenidos sin método multicriterio (ver Tabla 5.3).

Para obtener las tablas, primero seleccionamos por individuo las variables que mejor resultados obtuvieron por el método MJD, ya que, como se observó anteriormente, es donde se presenta menor diferencia de valores entre todo los individuos de estudio, por ejemplo, en este escenario (optimista), el individuo base, cuyas variables que mejor resultado presentaron por este método, fueron la 1, 8, 15, 23 y 24; con un porcentaje de influencia sobre el total de: 4.775%, 5.152%, 5.023%, 5.152%, y 5.732% respectivamente para determinar su peso por cada método aquí planteado (ver Tabla 5.4). Éstas las utilizamos para llenar el formato y determinar el F.Ho.Re. (factor resultante) con los valores de cada variable, como se muestra en la Tabla 5.5.

INDIVIDUO:BASE	METODO						
	VARIABLE	AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	MDJ	ORDEN
1	18.354%	2		22.512%	2	20.327%	2
8	20.412%	1		19.590%	3	19.996%	3
15	20.412%	1		18.616%	4	19.493%	4
23	20.412%	1		19.590%	3	19.996%	3
24	20.412%	1		24.243%	1	22.245%	1

**Tabla 5.4** Resultado del individuo "Base" utilizando el método MJD para la selección de variable y los respectivos porcentajes del peso de cada una, arrojados para cada método en particular, en un escenario optimista. Elaboración propia.

Una vez obtenido los resultados, proseguimos a realizar por cada uno de los métodos la siguiente tabla (ver Tabla 5.5) para obtener el F.Ho.Re. (factor resultante); donde el porcentaje de F.Ho.1 corresponde al de la variable 1, el F.Ho2, a la variable 8, y así consecutivamente para el individuo "Base".

**Tabla 5.5** Resultado del individuo "Base" por unidad, utilizando el método AHP para la ponderación de las variables seleccionadas y sus respectivos porcentajes, en escenario optimista. Elaboración propia.

Se determina el valor unitario y F.Ho.Re, de todos de los individuos utilizando cada una de las variables que predominaron por el método MJD en ellos (ver Tabla 5.6); para después obtener la distancia Manhattan de cada individuo, en donde utilizaremos los resultados del precio unitario y el factor resultante de la tabla anterior (Tabla 5.5) .

INDIVIDUO	ESCENARIO	
	OPTIMISTA	PESIMISTA
BASE	1, 8, 15, 23 y 24	1, 8, 15, 23 y 24
1	4, 8, 15, 21 y 24	5, 7, 15, 16 y 18
2	5, 8, 15, 16 y 24	5, 8, 15, 18 y 25
3	4, 8, 9, 15 y 16	1, 8, 12, 23 y 24
4	15, 16, 22, 24 y 25	7, 10, 22, 24 y 25
5	1, 4, 8, 24 y 25	1, 15, 16, 22 y 23
6	1, 8, 15, 16 y 24	3, 5, 18, 23 y 25

**Tabla 5.6** Tabla de variables predominantes por cada individuo según el método MJD. Elaboración propia.

Utilizando cada una de las variables predominantes en la tabla 5.5, determinamos el precio unitario y el factor resultante (F.Ho.Re.) de cada individuo, para de esta forma obtener el ratio y su distancia absoluta, y así definir la distancia Manhattan de cada uno, en cada escenario (ver tabla 5.7).

INDIVIDUO:	BASE	F.Ho.Re.	METODO:	AHP	
			NORMALIZACION F.Ho.Re.	RATIO	DISTANCIA ABSOLUTA
1	\$ 7,231.40	0.89	0.1564	6,900.63	330.77
2	\$ 8,119.66	0.88	0.1547	6,823.10	1,296.56
3	\$ 7,581.97	0.98	0.1722	7,598.45	16.48
4	\$ 7,992.57	0.91	0.1599	7,055.70	936.86
5	\$ 6,222.22	1.04	0.1828	8,063.66	1,841.44
6	\$ 6,969.70	0.99	0.1740	7,675.98	706.29
				DISTANCIA MANHATTAN:	5,128.40

**Tabla 5.7** Tabla para determinar la distancia Manhattan por unidad utilizando el método AHP y sus respectivos porcentajes, en escenario optimista, para el individuo "Base". Elaboración propia.

El ratio se determina de la sumatoria de todos los precios unitarios, entre la sumatoria de la normalización de factores resultantes, por su correspondiente valor normalizado. Esto es, para el ratio del comparable 1 sería:

$$RATIO_1 = \frac{7,231.4 + 8,119.66 + 7,581.97 + 7,992.57 + 6,222.22 + 6,969.7}{0.1564 + 0.1547 + 0.1722 + 0.1599 + 0.1828 + 0.1740} * 0.1564 = 6'900.63$$

Después se obtiene la distancia absoluta del precio unitario con respecto al ratio, y al sumar todas las distancias absolutas se determina la distancia Manhattan de ese individuo por el método AHP en el escenario optimista. Con estos pasos determinamos la distancia Manhattan de todos los individuos, por cada uno de los métodos, obteniendo el siguiente resultado:

INDIVIDUO:	ESCENARIO OPTIMISTA			
	DISTANCIA MANHATTAN			
	AHP	ENTROPIA	DIAKOULAKI	MJD
BASE	<b>5,128.40</b>	5,137.43	5,162.14	5,137.43
1	2,835.65	2,861.63	<b>2,605.68</b>	2,835.65
2	5,528.58	5,476.03	<b>5,330.83</b>	5,476.03
3	5,528.58	5,407.92	<b>5,195.93</b>	5,528.58
4	4,350.96	<b>4,258.57</b>	4,554.28	4,346.90
5	4,342.88	4,177.96	4,607.76	<b>4,177.96</b>
6	3,843.82	3,999.41	3,922.05	<b>3,839.60</b>

**Tabla 5.8** Tabla de resultados de distancia Manhattan por unidad, utilizando cada uno de los métodos multicriterio, en escenario optimista. Elaboración propia.

Es importante destacar, que en la Tabla 5.8 el método con menor distancia absoluta es la que la distancia Manhattan sugiere que se utilice. Resaltado el valor de cada individuo por el método que mejor resultado dio, tenemos que el AHP obtuvo 1, al igual que el de entropía, mientras que el Diakoulaki presentó 3, y el MJD presenta 2. Pero es importante observar que la diferencia entre cada método es mínima, ya que, al seleccionar las variables que más peso tienen sobre el bien, estas acortan la diferencia entre un método y otro; otro punto importante, es que las distancias Manhattan obtenidas por el método MJD si no son las que menor

diferencia presentan, si de las más bajas en cada una de ellas, siendo de los métodos visto el mejor a utilizar de una manera constante.

Utilizando estos resultados seleccionamos el método multicriterio a utilizar en cada uno de los individuos dándonos la siguiente tabla, llenando el formato de la Tabla 5.5, y resaltando los valores de menor distancia Manhattan presentaron de la tabla 5.8:

INDIVIDUO:	ESCENARIO OPTIMISTA			
	VALORES UNITARIOS POR MÉTODOS MULTICRITERIOS			
	AHP	ENTROPIA	DIAKOULAKI	MJD
BASE	<b>7,000.00</b>	7,100.00	7,100.00	7,000.00
1	7,300.00	7,300.00	<b>7,400.00</b>	7,300.00
2	6,200.00	6,200.00	<b>6,200.00</b>	6,200.00
3	6,200.00	6,200.00	<b>6,100.00</b>	6,200.00
4	6,500.00	<b>6,500.00</b>	6,700.00	6,500.00
5	6,500.00	6,500.00	6,400.00	<b>6,500.00</b>
6	6,600.00	6,600.00	6,600.00	<b>6,600.00</b>

**Tabla 5.9** Valores por unidad del bien inmueble, utilizando cada uno de los métodos multicriterio, en escenario optimista. Elaboración propia.

INDIVIDUO:	ESCENARIO PESIMISTA			
	DISTANCIA MANHATTAN			
	AHP	ENTROPIA	DIAKOULAKI	MJD
BASE	<b>5,128.40</b>	5,137.43	5,162.14	5,137.43
1	4,513.61	<b>4,332.11</b>	4,961.78	4,575.21
2	4,237.20	4,186.92	4,707.13	<b>4,186.92</b>
3	4,306.65	4,373.29	4,593.48	<b>4,306.65</b>
4	3,278.88	3,372.99	3,408.30	<b>3,372.99</b>
5	5,554.83	<b>4,997.58</b>	6,237.84	5,278.10
6	<b>4,803.28</b>	5,634.30	6,377.73	5,035.57

**Tabla 5.10** Tabla de resultados de distancia Manhattan por unidad, utilizando cada uno de los métodos multicriterio, en escenario pesimista. Elaboración propia.

INDIVIDUO:	ESCENARIO PESIMISTA			
	VALORES UNITARIOS POR MÉTODOS MULTICRITERIOS			
	AHP	ENTROPIA	DIAKOULAKI	MJD
BASE	<b>7,000.00</b>	7,100.00	7,100.00	7,000.00
1	6,900.00	<b>7,100.00</b>	7,000.00	7,000.00
2	7,500.00	7,500.00	7,500.00	<b>7,500.00</b>
3	7,800.00	7,800.00	8,000.00	<b>7,800.00</b>
4	7,700.00	7,700.00	7,800.00	<b>7,700.00</b>
5	7,200.00	<b>7,100.00</b>	7,600.00	7,200.00
6	<b>6,600.00</b>	6,800.00	6,900.00	6,700.00

**Tabla 5.11** Valores por unidad del bien inmueble, utilizando cada uno de los métodos multicriterio, en escenario pesimista. Elaboración propia.

De las tablas anteriores (tabla 5.9 y tabla 5.11) las podemos concentrar en la siguiente:

INDIVIDUO	ESCENARIO	
	OPTIMISTA	PESIMISTA
BASE	7,000.00	7,000.00
1	7,300.00	7,000.00
2	6,200.00	7,500.00
3	6,200.00	7,800.00
4	6,500.00	7,400.00
5	6,500.00	7,200.00
6	6,600.00	6,700.00
MAX	7,300.00	7,800.00
MIN	6,200.00	6,700.00
DIF.	<b>1'100.00</b>	<b>1'100.00</b>

**Tabla 5.10** Resultados de tabla de valor del bien por unidad (m<sup>2</sup>) con el métodos MJD, con variables estándar de Hipotecaria Nacional, en escenarios optimista y pesimista. Elaboración propia.

Es importante mencionar varios puntos de las tablas anteriores; uno de ellos es que la diferencia de valor entre cada método por cada individuo en particular es relativamente poca, debido a que, al seleccionar variables que son las más importantes en el valor del bien y que entre ellas no hay gran diferencia de porcentaje, nos arrojan valores muy parecidos y con poca diferencia entre ellos; en gran medida se debe a que al utilizar en las tablas (donde no se utilizan métodos multicriterios para su elaboración) las variables del 1 al 5, se presenta que algunas de ellas son muchas veces las que más impactan en el valor del bien (ver Tabla 5.6). Por otra parte, al comparar la Tabla 5.10 con los resultados de la Tabla 5.3 en cada uno de los escenarios, se observa que hay menor diferencia entre los valores obtenidos de la tabla que se hicieron con métodos multicriterios a las que no lo hicieron, en un porcentaje de poco menos del 10% en el escenario optimista donde se presentó una diferencia de \$1'200 unidades (sin método) a \$1'100 unidades (con métodos multicriterio); mientras que en el escenario pesimista se observa una disminución del margen de menos del 30% los cuales pasan de un máximo de \$1'500 unidades a \$1'100 unidades.

También es importante señalar, que este ejercicio se llevó a cabo con resultados aleatorios donde no hay mucha diferencia entre la calificación de los valores que cada individuo otorgó a las variables calificadas, por ende, al estar en un caso real, se pudiera presentar que uno de los comparables o una variable en particular tuviera un peso mucho mayor sobre el resto de ellas. Por este motivo el resultado arrojado utilizando un método o sin utilizar, son poco representativos o similares.

Por lo tanto, podemos concluir este capítulo diciendo que, por los resultados presentados por las tablas en este ejemplo en particular, al estar en un escenario optimista, donde la diferencia de un individuo a otro no es mayor del 20%, solo reducimos en poco menos del 10% la diferencia máxima entre sus resultados, mientras que en el escenario pesimista pasamos de una diferencia entre sus calificaciones del 40%, reduciéndolas en un porcentaje menor del 30%; por lo

anterior podemos deducir que al utilizar los métodos multicriterios, reducimos la posibilidad de afectar el resultado del avalúo de una forma representativa, al calificar de una manera importante alguna variable en particular.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Como se planteó en los primeros capítulos los métodos de decisión multicriterio, lejos de que se les consideren de un modo infalibles y certeros, donde su utilización permite al valuador encontrar soluciones óptimas y definitivas, son los que dan la base de sustentabilidad en los aspectos de toma de decisión y selección, basados en elementos matemáticos; por lo que podemos mencionar, que éstos métodos arrojan resultados que en el mejor de los casos, resulta ser la más satisfactoria, y en el peor de ellos, la menos insatisfactoria.

Sobre los resultados obtenidos en este trabajo son:

En la selección de las variables a utilizar debido a su jerarquía y peso en el valor del bien, podemos destacar el método MJD (Método de Jerarquía y Dispersión), ya que aparte de que considera la jerarquización dada por el valuador de las variables (al igual que el método AHP) considera también la diferencia de calificación entre los comparables (como el método Entropía), ya que calificaciones iguales entre las variables no son necesarias el plantearlas puesto que su factor sería uno; la utilización de este método planteó la menor diferencia entre las calificaciones de todos los individuos (una diferencia menor al 5% en escenario optimista y de 8% en escenario pesimista, con una calificación entre sus variables de 20 y 40% de variación en cuanto a su cuantías respectivamente). Aunque también es de notar que el método multicriterio que más peso obtuvieron sobre una o dos variables, fue el Diakoulaki.

Con los resultados obtenidos en el ejemplo planteado podemos concluir que es de suma importancia destacar que la utilización de estos métodos ayudan a depurar aún más la muestra; que en este caso en particular, al seleccionar las muestras más significativas en el bien, arrojaron pesos muy parecidos principalmente en el escenario optimista con lo cual, el valor nos dio similar al arrojado por el que no se utilizaron métodos (reduciendo su diferencia en un 8.4%);

pero que en el escenario pesimista, nos reduce considerablemente la diferencia entre sus calificaciones (en un 27.66%).

Los valores monetarios por unidad arrojados por los diferentes métodos al seleccionar para todos ellos las mismas variables, dan como resultados cuantías muy parecidas, esto conlleva a que cualquiera de los métodos podría ser utilizado, aunque para su selección metodológica, la selección la determinaría la distancia Manhattan, que en este ejemplo en particular, la que resultó con más selecciones fue el método MJD, el cual se presenta como el más estable, ya que, si no luce como el mejor (menor distancia Manhattan) siempre está entre los menores.

Con esto se demuestra, que los métodos aquí planteados, son muy útiles para la selección de variable y su ponderación, que aunque con la selección de variables de mayor peso, la ponderación muchas veces es mínima su variabilidad, si es trascendente en la depuración de la muestra. Finalmente podemos mencionar que al ser utilizados, se llegan a avalúos más homogéneos y sustentados matemáticamente, con lo cual se recomienda su uso.

La valoración de las variables y su jerarquía una con respecto a la otras, fueron tomadas con calificaciones aleatorias, dando que no existe algún documento que nos muestre que variables influyen y de qué manera sobre el valor final del bien, siendo este tema, una línea de investigación para otros trabajos de igual índole.

APLICACIÓN DE MÉTODOS MULTICRITERIO, EN LA SELECCIÓN Y PONDERACIÓN,  
PARA LA VALUACIÓN DE BIENES INMUEBLES.

**BIBLIOGRAFIA**

*Arq. Jorge Luis Madrid Meneses*

**Tesis:**

- CHÁVEZ RAMÍREZ EDITH Y LÓPEZ RIBERO NAKY, *Caracterización de los municipios de la provincia de Lima usando los indicadores de gestión municipal mediante análisis factorial y análisis cluster*, Lima Perú, 2005.
- HURTADO TOSKANO Y BRUNO GÉRARD, *El proceso de análisis jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores*.
- MAURTUA OLLAGUEZ DIEGO EDHER, *Criterios de selección de personal mediante el uso de análisis jerárquico. Aplicación en la selección de personal para la empresa Exotic foods s.a.c*, Lima Perú, 2006.

**Libros:**

- ARGYRIS C., *Single-loop and double-loop models in research on decision making*, 1976.
- AZNAR BELLVER JERÓNIMO Y GUIJARRO MARTÍNEZ FRANCISCO, *Nuevos métodos de valoración, modelos multicritérios*, 1ra. Edición, abril 2005.
- CABALLER V., *Valuación agraria. Teoría y práctica*, Ed. Mundi-Prensa, 1998.
- CÁRDENAS CASTAÑEDA ALEJANDRO, *Como elaborar avalúos comerciales con mayor grado de confiabilidad, factores de homologación*, Editorial Lagares México, primera edición, México, diciembre 2005.
- DE VICENTE M., *Ayuda multicriterio a la decisión: problemática de los criterios en los métodos de sobreclasificación*, Madrid, 1999.

- DIAKOULAKI D., MAVROTAS G., Y PAPAYANNAKIS L., *Objetive weights of criteria for interfirm comparisons*, Luxemburgo 1992.
- ESTRADA GARCÍA JOSÉ MARTÍN, *Valuación de derechos, intangibles y especiales*, ITC.
- HERBET SIMON, *The new science of management decision*, New York, USA, 1960.
- HERNÁNDEZ RUIZ ENRIQUE Y GRAJEDA MARTIN, *Teoría y Praxis valuación de bienes, derechos, proyectos y negocios en marcha*.
- IVSC, *Normas internacionales de valuación 2005*, séptima edición, España, 2005.
- KAHL A., *Management decision models and computers*, 1970.
- KAHNEMAN D. Y TVERSKY A., *Prospect theory: an analysis of decisions under risk*, 1979.
- MANERA BASSA J., *Análisis multivalente para la ciencias sociales*, Madrid, 2004.
- MARTÍNEZ EDUARDO, ESCUDEY MAURICIO, *Evaluación y decisión multicriterio*, primera edición en editorial Universidad de Santiago, Junio de 1998.
- MILLER A. *The rhetoric of decision making science*, 1989.
- ROY B., *Classement et choix en présence de points de vue multiples, le method ELECTRE*, 1968.
- SIMON H. *A behavioral model or rational choise*, 1955.

- STEUER R., GARDINER R. Y GRAY J., *A bibliographic survey of the activities y international nature of multicriteria decision making*, 1996.
- VENTOLO WILLIAM L. Y WILLIAM MARTHA R., *Técnicas del avalúo inmobiliario*, Editorial Pax México, Segunda Reimpresión, México D.F., 1997.
- ZELENY M. *Linear multiobjective programming*, Berlin, 1974.

**Revistas o documentos periódicos:**

- CHACÓN S. J. E. Y GOMEZ BEZARES, *Programación multicriterio*, Trabajos de estadística y de investigación operativa, No. 2 Vol. 35 1984.
- RODRÍGUEZ COTILLA ZOE, *Teoría de la decisión multicriterio: un enfoque para la toma de decisiones*, Economía y desarrollo, No. 1 Vol. 126 Ene-Jun, 2000.

**Memorias de conferencias:**

- ACUÑA EDGAR, *Clustering (Clasificación no supervisada) I*, Departamento de Matemáticas, Mayaguez.
- AZNAR JERÓNIMO, *Nuevos métodos de valuación de activos. Modelos multicriterio*, Ponencia XLI convención nacional de valuación, Aguascalientes México, Octubre del 2005.
- BUSTOS FARÍAS EDUARDO, *Métodos multicriterio discretos de ayuda a la decisión*, marzo del 2008.
- CORTÉS RODRÍGUEZ CONCEPCIÓN, *Métodos Discretos*, Dpto. de Economía General y Estadística, Universidad de Huelva, 2002.

- CORTÉS RODRÍGUEZ CONCEPCIÓN, *Métodos Multicriterio Discretos, Técnicas de Decisión Multicriterio*, Dpto. de Economía General y Estadística, Universidad de Huelva, 2006.
- FLAMENT MICHEL, *Tecnicas de planeación estratégica*, (8) Métodos Multicriterio, Modulo sobre problemas de desarrollo, facultad de ciencias sociales, septiembre del 2007.
- GRANÉ AUREA, *Distancia estadísticas y escalado multidimensional (análisis de coordenadas principales)*, Departamento de Estadística, Universidad Carlos III de Madrid.
- GRUPO DE VALORACIÓN Y DECISIÓN MULTICRITERIO, *Nuevos métodos de valoración de activos (industriales, medioambientales, rústicos, obras de arte, urbanos etc.). Modelos multicritérios*, Universidad politécnica de Valencia, España.
- JARAMILLO A. PATRICIA, *La estructura de preferencias de los decisores*, Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, Modulo 9.
- LÓPEZ GUERRERO OLIVIA Y CALDERÓN BRAVO ALEJANDRO, *Modelo matemático para estimar el valor comercial de automóviles*, Congreso de Valuación, Puerto Vallarta, 2007.
- MARKEL GUSTAVO Y RUZ CECILIA, *Que es DataMining?*.

**Direcciones de internet:**

- [http://www.angelfire.com/ak6/publicaciones/2\\_capitulo\\_1.pdf](http://www.angelfire.com/ak6/publicaciones/2_capitulo_1.pdf) , *Modelos de referencias*.
- <http://www.aulafacil.com/cursosenviados/analisisestadosfinancieros/Lección 13.htm> , *Razones estándar o razones medias*, Lección 13

- [www.eclac.org/ilpes/noticias/paginas/7/29837/Metodología\\_Multicriteriocompleta.ppt](http://www.eclac.org/ilpes/noticias/paginas/7/29837/Metodología_Multicriteriocompleta.ppt) - , **Metodología multicriterio para la priorización y evaluación de proyectos.**
- <http://www.eumed.net/eve/resum/06-12/jm.htm> , **Valoración del desarrollo local mediante técnicas de decisión multicriterio**, MEDINA JUAN, Departamento de Economía aplicada, Universidad de Extremadura, España.
- <http://fmarrerodelgado.galeon.com/pondera.htm> , **Los métodos de ponderación y sus problemas**, MARRERO DELGADO FERNANDO, ASENCIO GARCÍA JAVIER.
- <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger1/tecmulttomade.c.htm> , **Técnicas multicriteriales para la toma de decisiones empresariales**, GARZA RÍOS ROSARIO, Enero 2004.
- <http://www.ine.gob.mx/publicaciones/libros/540/anexo3.pdf> , **Manual del proceso de ordenamiento ecológico, técnicas para la identificación y ponderación de atributos. Anexo 3.**
- <http://www.tuobra.unam.mx/publicadas/040921170848.html> , **Toma de decisiones**, VÁQUIRO JHON, Universidad de Colombia.

**Legislación oficial:**

- Gobierno del distrito Federal, **Gaceta oficial del distrito federal**, mayo del 2005.

**Otros:**

- ÁVILA MOGOLLÓN RUTH MARITZA, **El AHP (proceso analítico jerárquico) y su aplicación para determinar los usos de las tierras**, informe técnico no. 2, Santiago de Chile, septiembre 2000.

- BERUMEN SERGIO A. Y LLAMAZARES REDONDO FRANCISCO, *La utilidad de los métodos multicriterios (como el AHP) en un entorno de competitividad creciente*, Bogotá Colombia, diciembre 2007.
- BREGÓN ANIBAL, SIMÓN ARANCHA, ALONSO CARLOS, PULIDO BELARDINO Y MORO ISAAC, *Un sistema de razonamiento basado en casos para la clasificación de fallos en sistemas dinámicos*, Departamento de Informática, Universidad de Valladolid, España.
- CAMPOS SALAZAR MIGUEL, *El concepto de entropía y su aplicación en otras ciencias*, Depto. de ciencias básicas, unidad académica Los Angeles, Universidad de Concepción, California EU.
- FERNÁNDEZ BARBERIS GABRIELA MÓNICA Y ESCRIBANO RÓDENAS MARÍA DEL CARMEN, *El análisis de la robustez y la ayuda a la decisión multicriterio discreta*, Departamento de métodos cuantitativos para la economía, facultad de CC. Económicas y Empresariales, Universidad San Pablo, CEU.
- FLAMENT MICHEL, *Glosario Multicriterio*, 1999.
- GARCÍA Y GARCÍA, AGUADO RODRÍGUEZ, *Asistencia para la toma de decisiones en la gestión del paisaje rural*, Escuela técnica superior de ingenieros agrónomos, Universidad política de Madrid.
- HUGO ROCHE Y VEJO CONSTANTINO, *Análisis multicriterio en la toma de decisiones*, Métodos cuantitativos aplicado a la administración, 2005.
- MARTÍNEZ EDUARDO, *Evaluación y decisión multicriterio: una perspectiva*, Santiago de Chile, USACH Unesco, 1997.
- NIETO MOROTE ANA MARÍA, *Ponderación de criterios en problemas de decisión multicriterio. Aplicación de la lógica borrosa*, Dpto. de Electrónica, Tecnología de Computadoras y Proyectos. Universidad Politécnica de Cartagena.

- ROLDÁN AHUMADA MA. C. Y MARTÍNEZ FERNÁNDEZ MANUEL,  
*Escenarios para la evaluación jerárquica de la sustentabilidad global  
de plantas generadoras de electricidad*, Cancún, Quintana Roo,  
México, Julio 2007.
- ROMERO BARBARA, *Decisiones multicriterio, fundamentos teóricos y  
utilización práctica*, Servicio de publicaciones de la universidad de  
Alcalá, 1997.
- SALOMÓN MARIO ALBERTO, SORIA NELSON DARÍO Y FERNÁNDEZ  
RICARDO, *Análisis de asentamientos humanos de menor jerarquía  
“puestos” en Lavalle*, Anexo 9, Argentina, Marzo del 2005
- SÁNCHEZ L. RAMIRO, *La toma de decisiones con múltiples criterios: un  
resumen conceptual y teórico*, Documentos de trabajo, Número 4,  
agosto 2001, Cochabamba Bolivia.

APLICACIÓN DE MÉTODOS MULTICRITERIO, EN LA SELECCIÓN Y PONDERACIÓN,  
PARA LA VALUACIÓN DE BIENES INMUEBLES.

**APÉNDICES**

*Arq. Jorge Luis Madrid Meneses*

**APENDICE A  
ESCENARIO OPTIMISTA**

## ESCENARIO: óptimo

BASE		AHP	no. variable	Valor j	Valor j1	Valor j2	Valor j3	Valor j4	Valor j5	Valor j6	AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MJD	ORDEN
	9	1	10	9	10	9	10	9	9	9	5.088%	2	4.482%	3	1.963%	26	4.775%	4
	7	2	9	10	9	10	9	10	9	9	2.567%	4	4.482%	2	2.113%	25	3.392%	14
	1	3	10	10	10	9	9	9	8	8	0.346%	9	3.706%	13	3.106%	19	1.133%	24
	10	4	8	10	8	10	8	10	9	7	6.807%	1	3.149%	18	4.927%	4	4.629%	5
	9	5	8	10	10	8	10	9	9	9	5.088%	2	3.706%	13	3.885%	7	4.342%	7
	4	6	8	8	10	9	8	8	8	8	1.028%	6	3.782%	12	3.242%	16	1.972%	21
	8	7	10	8	9	9	10	8	8	8	3.626%	3	3.651%	14	3.328%	13	3.639%	12
	10	8	9	8	8	9	8	8	9	10	6.807%	1	3.900%	6	3.604%	11	5.152%	2
	8	9	9	10	9	8	10	9	9	8	3.626%	3	3.833%	7	3.315%	14	3.728%	9
	8	10	9	10	8	8	8	9	9	8	3.626%	3	3.811%	11	3.440%	12	3.717%	10
	7	11	7	6	9	7	7	6	5	5	2.567%	4	2.591%	20	6.166%	3	2.579%	20
	8	12	10	8	8	10	9	10	9	9	3.626%	3	3.706%	13	3.708%	10	3.666%	11
	2	13	8	8	8	10	8	8	8	8	0.498%	8	3.815%	8	3.065%	21	1.379%	23
	3	14	9	10	8	10	9	9	9	10	0.725%	7	3.998%	5	3.100%	20	1.702%	22
	10	15	8	9	8	10	9	10	10	10	6.807%	1	3.706%	13	4.098%	6	5.023%	3
	9	16	8	10	10	9	10	8	8	8	5.088%	2	3.505%	16	3.790%	8	4.223%	8
	8	17	10	8	5	7	9	6	5	5	3.626%	3	2.075%	21	9.081%	1	2.743%	17
	8	18	10	8	8	9	8	9	8	8	3.626%	3	3.811%	10	3.237%	17	3.717%	10
	6	19	9	8	9	10	8	8	8	8	1.871%	5	3.811%	9	2.929%	23	2.670%	18
	7	20	7	10	8	8	7	8	10	2.567%	4	2.961%	19	6.204%	2	2.757%	16	
	8	21	10	8	8	9	10	8	10	3.626%	3	3.505%	17	4.156%	5	3.565%	13	
	8	22	10	8	10	10	9	8	9	9	3.626%	3	3.706%	13	3.237%	18	3.666%	11
	10	23	9	9	10	8	9	8	8	8	6.807%	1	3.900%	6	2.987%	22	5.152%	2
	10	24	9	10	9	9	9	9	9	9	6.807%	1	4.826%	1	1.511%	27	5.732%	1
	9	25	8	8	10	9	9	9	10	9	5.088%	2	3.833%	7	3.739%	9	4.416%	6
	7	26	10	8	9	9	10	9	9	9	2.567%	4	4.107%	4	2.757%	24	3.247%	15
	6	27	10	10	10	10	10	8	9	8	1.871%	5	3.643%	15	3.310%	15	2.611%	19

1	no. variable	Valor j	Valor j1	Valor j2	Valor j3	Valor j4	Valor j5	Valor j6	AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MJD	ORDEN		
	8	1	10	8	10	8	9	8	9	8	4.195%	3	3.530%	11	3.750%	15	3.848%	10
	6	2	10	9	9	10	10	9	9	9	2.044%	5	4.482%	1	1.840%	27	3.027%	18
	2	3	9	9	9	8	9	7	7	7	0.462%	9	3.456%	13	3.638%	19	1.264%	27
	10	4	8	10	7	10	9	7	10	7	7.733%	1	2.898%	22	5.768%	5	4.734%	5
	8	5	8	9	9	8	9	8	10	4.195%	3	3.900%	5	3.585%	21	4.045%	8	
	3	6	8	9	10	9	9	7	8	8	0.706%	8	3.467%	12	3.742%	16	1.564%	25
	7	7	9	7	8	10	10	10	8	8	2.900%	4	3.204%	16	4.509%	11	3.048%	17
	10	8	10	9	7	9	7	10	10	10	7.733%	1	2.978%	20	6.149%	3	4.799%	3
	7	9	8	10	9	7	10	8	7	7	2.900%	4	2.972%	21	5.458%	7	2.936%	21
	7	10	9	10	7	8	9	10	7	7	2.900%	4	3.008%	18	5.587%	6	2.954%	20
	8	11	6	6	8	8	7	7	4	4.195%	3	2.457%	23	7.092%	2	3.211%	15	
	7	12	9	9	7	10	10	9	8	8	2.900%	4	3.372%	14	4.231%	12	3.127%	16
	2	13	8	9	7	10	9	9	9	9	0.462%	9	3.541%	10	4.150%	14	1.279%	26
	4	14	10	9	8	10	8	10	9	9	1.036%	7	3.706%	9	3.681%	17	1.959%	24
	9	15	8	10	7	10	8	9	9	9	5.873%	2	3.271%	15	4.821%	9	4.383%	6
	8	16	8	9	10	8	10	9	9	9	4.195%	3	3.833%	6	3.647%	18	4.010%	9
	8	17	9	8	4	7	8	5	6	4.195%	3	2.159%	24	9.068%	1	3.009%	19	
	9	18	9	9	8	9	8	8	8	8	5.873%	2	4.342%	2	2.029%	26	5.050%	1
	6	19	10	7	9	10	9	8	8	8	2.044%	5	3.271%	15	4.198%	13	2.586%	22
	8	20	7	9	8	9	7	7	10	4.195%	3	2.989%	19	5.781%	4	3.541%	12	
	8	21	9	9	9	9	9	8	10	4.195%	3	4.327%	3	2.432%	25	4.261%	7	
	7	22	9	7	9	9	8	9	9	9	2.900%	4	3.821%	7	3.586%	20	3.329%	13
	10	23	10	8	10	9	9	7	7	7	7.733%	1	3.008%	17	4.630%	10	4.823%	2
	9	24	9	9	8	10	8	9	8	8	5.873%	2	3.900%	5	2.944%	23	4.786%	4
	8	25	8	7	10	8	10	9	9	9	4.195%	3	3.271%	15	5.148%	8	3.704%	11
	7	26	9	8	8	8	10	8	8	8	2.900%	4	3.782%	8	3.349%	22	3.312%	14
	5	27	9	10	9	9	9	8	8	8	1.466%	6	4.061%	4	2.478%	24	2.440%	23

2	no.variable	Valor j	Valor j1	Valor j2	Valor j3	Valor j4	Valor j5	Valor j6	AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MJD	ORDEN
9	1	9	8	9	8	10	9	10	4.962%	2	3.833%	3	3.751%	22	4.361%	6
7	2	8	9	10	10	10	9	8	2.670%	4	3.706%	4	3.388%	24	3.145%	16
0	3	10	9	9	9	9	7	9	0.297%	9	3.662%	5	3.313%	25	1.042%	27
9	4	9	9	8	10	10	6	9	4.962%	2	2.922%	23	5.212%	5	3.808%	12
9	5	7	9	10	7	10	9	8	4.962%	2	3.008%	21	5.921%	3	3.863%	10
5	6	7	8	10	8	8	9	7	1.409%	6	3.212%	16	4.970%	7	2.127%	22
7	7	9	7	8	10	9	9	8	2.670%	4	3.467%	10	4.041%	19	3.042%	17
10	8	8	9	9	9	9	9	9	6.593%	1	4.797%	2	1.729%	27	5.624%	2
9	9	8	10	8	8	10	8	7	4.962%	2	3.169%	19	4.701%	11	3.966%	9
8	10	8	9	7	7	7	9	8	3.674%	3	3.452%	11	4.758%	9	3.561%	14
6	11	8	6	8	6	6	6	6	4.1948%	5	2.372%	24	7.218%	2	2.150%	21
9	12	10	7	9	10	9	10	10	4.962%	2	3.393%	12	4.723%	10	4.103%	8
1	13	9	8	7	9	7	7	7	0.425%	8	3.322%	14	3.915%	20	1.188%	26
4	14	10	10	7	10	9	10	10	1.037%	7	3.391%	13	4.680%	12	1.875%	25
9	15	8	8	8	10	10	9	9	4.962%	2	3.651%	7	3.848%	21	4.256%	7
10	16	8	9	9	10	10	7	7	6.593%	1	3.008%	21	4.670%	13	4.454%	5
7	17	10	7	6	7	8	6	5	2.670%	4	2.223%	25	7.582%	1	2.436%	20
9	18	9	7	7	10	8	9	7	4.962%	2	2.989%	22	5.202%	6	3.851%	11
5	19	10	8	9	9	7	9	7	1.409%	6	3.180%	17	4.598%	16	2.117%	23
7	20	7	10	9	7	8	9	9	2.670%	4	3.180%	18	5.664%	4	2.914%	19
8	21	10	8	9	8	10	8	9	3.674%	3	3.651%	6	3.715%	23	3.663%	13
7	22	10	8	9	9	10	7	10	2.670%	4	3.270%	15	4.565%	17	2.954%	18
10	23	9	9	9	8	9	9	9	6.593%	1	4.797%	1	1.784%	26	5.624%	1
10	24	8	10	10	8	10	10	9	6.593%	1	3.643%	8	4.224%	18	4.901%	3
10	25	8	8	10	8	10	10	9	6.593%	1	3.505%	9	4.659%	14	4.807%	4
8	26	10	7	9	10	9	8	10	3.674%	3	3.270%	15	4.658%	15	3.466%	15
5	27	9	10	9	10	7	9	7	1.409%	6	3.070%	20	4.809%	8	2.080%	24

3	no.variable	Valor j	Valor j1	Valor j2	Valor j3	Valor j4	Valor j5	Valor j6	AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MJD	ORDEN
8	1	10	8	9	10	9	8	10	3.658%	3	3.706%	8	3.375%	20	3.582%	10
6	2	10	9	8	10	8	9	9	1.841%	5	3.833%	6	3.195%	21	2.656%	22
2	3	9	9	9	8	10	9	7	0.503%	8	3.541%	9	3.841%	17	1.334%	26
10	4	7	10	9	10	8	8	9	6.935%	1	3.271%	19	4.650%	12	4.763%	5
10	5	9	9	9	8	9	9	10	6.935%	1	4.327%	3	2.800%	24	5.478%	1
5	6	8	8	9	9	9	8	8	1.360%	6	4.342%	1	2.138%	27	2.430%	24
7	7	10	9	10	9	10	9	7	2.556%	4	3.432%	13	3.818%	18	2.962%	19
9	8	10	7	9	10	8	9	10	5.184%	2	3.270%	20	4.874%	8	4.117%	8
9	9	10	10	8	9	10	9	9	5.184%	2	3.998%	5	2.930%	23	4.553%	6
8	10	10	10	9	8	7	10	7	3.658%	3	2.898%	24	5.792%	4	3.256%	15
8	11	8	7	10	8	6	5	6	3.658%	3	2.235%	26	7.588%	1	2.859%	20
7	12	9	8	9	10	10	9	9	2.556%	4	4.107%	4	2.703%	25	3.240%	16
1	13	8	7	8	9	9	9	8	0.350%	9	3.826%	7	3.495%	19	1.157%	27
3	14	8	10	7	10	10	8	9	0.728%	7	3.149%	22	4.937%	7	1.514%	25
10	15	8	10	9	10	9	10	9	6.935%	1	3.998%	5	3.159%	22	5.266%	2
8	16	8	9	9	8	9	8	8	3.658%	3	4.342%	2	2.270%	26	3.985%	9
8	17	9	9	6	6	8	6	6	3.658%	3	2.436%	25	7.044%	2	2.985%	17
9	18	9	7	7	9	9	9	9	5.184%	2	3.445%	11	4.563%	13	4.226%	7
7	19	10	7	8	9	9	8	8	2.556%	4	3.434%	12	3.959%	16	2.963%	18
8	20	7	9	7	7	8	9	9	3.658%	3	3.305%	17	5.490%	5	3.477%	13
7	21	10	7	7	8	9	9	10	2.556%	4	3.008%	23	6.068%	3	2.773%	21
8	22	10	7	9	9	10	9	9	3.658%	3	3.515%	10	4.148%	15	3.586%	11
10	23	10	9	10	7	8	9	8	6.935%	1	3.271%	18	4.810%	9	4.763%	4
10	24	8	10	10	8	8	10	8	6.935%	1	3.362%	16	4.761%	10	4.829%	3
8	25	7	9	9	9	8	10	10	3.658%	3	3.372%	15	5.223%	6	3.512%	12
8	26	10	7	9	8	10	8	8	3.658%	3	3.204%	21	4.701%	11	3.424%	14
6	27	10	10	9	9	7	10	9	1.841%	5	3.432%	14	4.479%	14	2.514%	23

4	no.variable	Valor j	Valor j1	Valor j2	Valor j3	Valor j4	Valor j5	Valor j6	AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MJD	ORDEN
9	1	10	9	9	8	9	8	9	5.061%	2	4.061%	2	2.756%	26	4.533%	5
7	2	8	10	10	10	10	9	9	2.610%	4	3.963%	4	2.986%	24	3.216%	17
0	3	9	9	9	8	10	7	7	0.296%	8	3.180%	20	4.371%	9	0.971%	27
10	4	8	9	8	9	10	6	9	6.726%	1	2.997%	21	5.217%	4	4.489%	6
10	5	7	10	9	9	9	8	8	6.726%	1	3.467%	14	4.066%	13	4.829%	4
3	6	9	8	9	10	7	8	8	0.803%	6	3.434%	16	3.847%	15	1.661%	25
9	7	9	7	10	9	9	7	9	5.061%	2	3.215%	18	4.634%	8	4.034%	10
10	8	8	9	9	9	8	8	10	6.726%	1	3.900%	5	3.429%	20	5.122%	1
8	9	9	9	8	8	9	9	8	3.680%	3	4.364%	1	2.359%	27	4.007%	11
7	10	8	9	7	8	8	8	7	2.610%	4	3.882%	6	3.067%	23	3.183%	18
7	11	7	5	10	7	6	6	6	2.610%	4	2.150%	23	8.447%	2	2.369%	22
9	12	9	8	7	10	8	10	9	5.061%	2	3.271%	17	5.001%	5	4.069%	9
3	13	7	8	7	9	8	7	8	0.803%	6	3.709%	9	3.455%	19	1.726%	24
2	14	10	10	7	10	8	10	9	5.061%	7	3.212%	19	4.976%	6	1.343%	26
9	15	7	8	8	9	8	10	9	5.061%	2	3.434%	16	4.948%	7	4.169%	8
8	16	7	9	9	10	9	8	8	3.680%	3	3.467%	15	3.936%	14	3.572%	14
7	17	10	8	4	6	8	6	4	2.610%	4	2.010%	24	11.480%	1	2.290%	23
7	18	10	9	7	8	9	9	9	2.610%	4	3.541%	12	4.263%	11	3.040%	20
6	19	8	8	9	10	7	9	9	1.931%	5	3.467%	14	4.332%	10	2.587%	21
8	20	8	9	7	7	6	7	9	3.680%	3	2.986%	22	5.912%	3	3.315%	15
8	21	9	7	8	9	9	9	9	3.680%	3	3.821%	7	3.609%	17	3.750%	12
8	22	10	8	10	9	8	8	9	3.680%	3	3.651%	10	3.538%	18	3.666%	13
9	23	9	9	10	9	8	8	7	5.061%	2	3.467%	14	3.626%	16	4.189%	7
10	24	8	10	8	8	9	8	8	6.726%	1	3.782%	8	3.394%	21	5.043%	2
10	25	8	9	10	10	8	10	8	6.726%	1	3.505%	13	4.099%	12	4.855%	3
7	26	10	8	9	10	9	8	8	2.610%	4	3.651%	11	3.174%	22	3.087%	19
7	27	10	10	9	10	8	9	9	2.610%	4	3.998%	3	2.761%	25	3.230%	16

5	no.variable	Valor j	Valor j1	Valor j2	Valor j3	Valor j4	Valor j5	Valor j6	AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MJD	ORDEN
9	1	9	8	10	8	9	8	10	5.500%	2	3.651%	11	3.953%	13	4.522%	5
6	2	10	9	8	9	8	10	8	1.982%	5	3.651%	10	3.763%	15	2.690%	20
2	3	9	9	10	9	10	9	7	0.450%	8	3.515%	15	3.707%	16	1.258%	27
9	4	7	10	8	9	9	9	6	5.600%	2	2.821%	24	5.895%	5	3.975%	10
8	5	7	9	9	9	9	10	9	3.955%	3	3.662%	9	4.269%	11	3.805%	11
4	6	9	8	10	10	8	9	8	0.964%	7	3.651%	12	3.470%	19	1.876%	24
8	7	10	9	8	9	10	7	9	3.955%	3	3.372%	21	4.057%	12	3.652%	13
9	8	9	7	8	8	8	8	10	5.600%	2	3.445%	19	4.777%	7	4.392%	6
8	9	9	9	9	8	9	9	9	3.955%	3	4.797%	1	1.784%	27	4.355%	7
7	10	8	9	7	9	7	8	8	2.800%	4	3.646%	13	3.673%	17	3.195%	18
7	11	8	6	10	7	6	5	6	2.800%	4	2.141%	26	8.195%	2	2.448%	22
8	12	9	7	8	9	10	10	8	3.955%	3	3.271%	22	4.925%	6	3.597%	14
2	13	8	9	9	9	8	9	9	0.450%	8	4.498%	3	2.255%	25	1.423%	26
4	14	10	10	7	10	9	10	9	0.964%	7	3.393%	20	4.464%	8	1.809%	25
9	15	8	10	9	10	9	10	9	5.600%	2	3.998%	5	3.159%	23	4.732%	3
8	16	8	9	9	9	9	7	7	3.955%	3	3.456%	17	3.579%	18	3.697%	12
9	17	9	7	6	6	9	6	4	5.600%	2	2.118%	27	8.921%	1	3.444%	15
8	18	9	9	9	8	9	9	8	3.955%	3	4.498%	2	2.074%	26	4.218%	8
5	19	9	8	9	9	7	9	8	1.396%	6	3.793%	8	3.394%	21	2.301%	23
8	20	8	10	9	8	6	7	9	3.955%	3	2.827%	23	6.135%	4	3.344%	16
8	21	9	7	7	8	10	7	10	3.955%	3	2.795%	25	6.448%	3	3.325%	17
9	22	9	8	9	9	9	7	9	5.600%	2	3.821%	7	3.102%	24	4.626%	4
10	23	8	9	10	7	8	8	8	7.516%	1	3.445%	18	4.368%	10	5.088%	2
10	24	8	10	9	8	10	10	8	7.516%	1	3.505%	16	4.397%	9	5.133%	1
8	25	8	9	9	8	9	9	10	3.955%	3	4.061%	4	3.445%	20	4.007%	9
6	26	10	9	8	10	9	10	10	1.982%	5	3.963%	6	3.297%	22	2.803%	19
5	27	9	9	10	9	7	8	9	1.982%	5	3.541%	14	3.913%	14	2.649%	21

6	no. variable	Valor j	Valor j1	Valor j2	Valor j3	Valor j4	Valor j5	Valor j6	AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MJD	ORDEN
8	1	9	8	10	9	9	10	9	3.682%	3	4.107%	1	2.965%	27	3.888%	10
7	2	8	10	10	10	10	10	10	2.536%	4	4.069%	2	3.153%	25	3.212%	15
1	3	9	9	10	8	10	9	8	0.378%	8	3.833%	5	3.320%	24	1.204%	26
10	4	7	9	9	10	8	7	10	6.912%	1	3.008%	23	5.496%	4	4.560%	5
8	5	7	9	9	8	10	9	8	3.682%	3	3.467%	13	4.481%	13	3.573%	11
5	6	7	7	9	10	8	9	8	1.352%	6	3.178%	20	5.035%	5	2.072%	23
8	7	10	7	10	10	10	8	8	3.682%	3	3.074%	22	4.747%	6	3.364%	14
10	8	9	7	8	8	8	8	9	6.912%	1	3.938%	4	3.349%	23	5.217%	1
9	9	8	10	9	9	10	8	7	5.166%	2	3.271%	18	4.232%	15	4.111%	9
9	10	9	9	9	7	8	10	9	5.166%	2	3.541%	10	4.696%	7	4.277%	7
6	11	8	5	10	6	7	6	5	1.817%	5	2.030%	26	9.312%	1	1.921%	24
7	12	10	9	7	10	9	9	8	2.536%	4	3.372%	16	4.133%	16	2.924%	19
1	13	8	7	9	9	9	8	9	0.378%	8	3.793%	7	3.541%	22	1.198%	27
4	14	9	9	8	10	8	8	10	1.005%	7	3.651%	9	3.735%	20	1.920%	25
10	15	7	10	9	10	8	9	9	6.912%	1	3.372%	17	4.588%	8	4.828%	4
10	16	7	9	9	8	9	9	8	6.912%	1	3.793%	6	3.734%	21	5.120%	2
8	17	9	8	5	8	8	5	5	3.682%	3	2.166%	25	8.175%	2	2.824%	21
8	18	10	9	7	9	9	9	7	3.682%	3	3.215%	19	4.518%	10	3.440%	13
7	19	9	8	8	9	7	9	7	2.536%	4	3.517%	11	3.854%	19	2.986%	17
7	20	6	10	9	8	8	9	9	2.536%	4	2.997%	24	6.226%	3	2.756%	22
9	21	9	9	7	10	10	9	10	5.166%	2	3.432%	15	4.510%	11	4.211%	8
7	22	10	7	10	10	9	8	8	2.536%	4	3.149%	21	4.521%	9	2.826%	20
10	23	8	8	10	9	8	7	9	6.912%	1	3.434%	14	4.102%	17	4.872%	3
9	24	9	9	10	10	8	10	9	5.166%	2	3.998%	3	3.070%	26	4.545%	6
8	25	9	7	9	10	10	10	9	3.682%	3	3.432%	15	4.507%	12	3.555%	12
7	26	9	7	9	10	9	10	9	2.536%	4	3.515%	12	4.310%	14	2.986%	18
7	27	9	9	9	9	7	10	9	2.536%	4	3.662%	8	4.072%	18	3.047%	16

7	no. variable	Valor j	Valor j1	Valor j2	Valor j3	Valor j4	Valor j5	Valor j6	AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MJD	ORDEN
8	1	10	8	9	8	10	8	8	4.073%	3	3.651%	8	3.693%	16	3.857%	10
7	2	9	10	9	10	10	10	9	2.829%	4	3.998%	5	3.078%	20	3.363%	17
2	3	10	10	10	10	10	8	8	0.474%	7	3.629%	9	3.131%	19	1.312%	25
10	4	8	9	7	10	10	8	9	7.726%	1	3.271%	18	4.625%	8	5.027%	1
8	5	9	9	9	8	10	9	9	4.073%	3	4.327%	3	2.570%	24	4.198%	8
3	6	9	7	9	9	9	7	8	0.742%	6	3.456%	13	3.783%	15	1.602%	24
9	7	10	7	8	9	9	7	7	5.757%	2	2.989%	20	4.758%	6	4.149%	9
9	8	8	8	8	9	8	10	9	5.757%	2	3.811%	6	3.910%	14	4.684%	3
7	9	8	10	8	9	9	9	9	2.829%	4	4.061%	4	3.053%	21	3.389%	16
8	10	9	10	7	8	9	8	9	4.073%	3	3.467%	12	4.310%	11	3.758%	11
6	11	8	6	10	6	7	6	5	2.027%	5	2.141%	23	8.376%	2	2.083%	22
7	12	9	9	8	10	9	9	9	2.829%	4	4.327%	3	2.290%	25	3.499%	15
2	13	9	9	9	9	9	7	7	0.474%	7	3.445%	14	3.503%	17	1.278%	26
3	14	10	9	9	10	10	10	9	0.742%	6	4.500%	1	1.996%	27	1.828%	23
9	15	9	9	7	9	8	9	10	5.757%	2	3.541%	10	4.444%	10	4.515%	4
8	16	7	10	10	9	10	9	9	4.073%	3	3.432%	16	4.530%	9	3.739%	12
8	17	9	9	4	8	9	6	6	4.073%	3	2.190%	22	9.213%	1	2.986%	19
9	18	9	8	8	10	7	10	9	5.757%	2	3.271%	18	4.978%	5	4.339%	7
6	19	9	8	8	9	8	9	8	2.027%	5	4.342%	2	2.290%	26	2.966%	20
7	20	8	9	9	7	6	8	10	2.829%	4	2.827%	21	6.826%	3	2.828%	21
8	21	9	9	7	9	10	8	10	4.073%	3	3.372%	17	4.632%	7	3.706%	13
9	22	10	9	9	9	8	9	8	5.757%	2	4.061%	4	2.627%	23	4.835%	2
9	23	8	10	9	8	8	8	7	5.757%	2	3.445%	15	3.949%	13	4.453%	6
9	24	10	10	8	8	10	9	8	5.757%	2	3.505%	11	4.010%	12	4.492%	5
8	25	7	8	9	10	10	10	8	4.073%	3	3.149%	19	5.252%	4	3.581%	14
7	26	10	8	8	9	9	9	9	2.829%	4	4.061%	4	2.912%	22	3.389%	16
7	27	9	10	10	10	8	8	8	2.829%	4	3.706%	7	3.265%	18	3.238%	18

B	no. variable	Valor j	Valor j1	Valor j2	Valor j3	Valor j4	Valor j5	Valor j6	AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MJD	ORDEN
9	1	10	9	9	8	9	9	8	4.570%	2	4.061%	4	2.742%	25	4.308%	7
8	2	8	10	10	10	10	10	8	3.362%	3	3.629%	12	3.730%	15	3.493%	15
0	3	10	10	9	8	9	9	8	0.294%	10	3.833%	7	3.218%	21	1.062%	27
10	4	9	10	8	10	9	7	10	6.137%	1	3.270%	19	4.478%	7	4.479%	5
9	5	7	10	9	7	10	10	9	4.570%	2	2.978%	23	6.445%	3	3.689%	14
4	6	7	9	10	8	9	8	8	1.146%	7	3.434%	17	4.324%	10	1.984%	24
9	7	9	8	10	9	9	7	7	4.570%	2	3.180%	21	4.215%	11	3.812%	12
10	8	9	9	7	9	7	9	10	6.137%	1	3.215%	20	5.344%	5	4.442%	6
8	9	9	10	8	9	9	8	7	3.362%	3	3.467%	15	3.645%	17	3.414%	17
9	10	10	9	7	9	9	10	9	4.570%	2	3.515%	13	4.355%	9	4.008%	10
7	11	6	5	8	8	6	6	5	2.535%	4	2.478%	24	6.672%	2	2.505%	22
9	12	9	9	7	9	8	9	9	4.570%	2	3.821%	8	3.575%	18	4.179%	8
1	13	8	7	8	9	8	7	9	0.426%	9	3.646%	11	3.724%	16	1.247%	26
2	14	8	10	9	10	8	10	9	0.621%	8	3.706%	9	3.823%	14	1.517%	25
10	15	9	10	9	10	10	10	10	6.137%	1	4.623%	1	2.044%	27	5.326%	1
10	16	9	9	9	10	10	8	8	6.137%	1	3.833%	7	2.823%	24	4.850%	4
8	17	10	8	6	6	8	7	5	3.362%	3	2.235%	25	8.061%	1	2.741%	21
9	18	9	7	9	9	9	10	9	4.570%	2	3.662%	10	4.128%	13	4.091%	9
5	19	8	7	9	9	9	7	9	1.506%	6	3.456%	16	4.138%	12	2.281%	23
8	20	8	9	9	7	7	8	10	3.362%	3	3.178%	22	5.627%	4	3.269%	18
9	21	9	8	9	8	10	7	10	4.570%	2	3.271%	18	4.833%	6	3.866%	11
8	22	9	7	9	9	10	9	10	3.362%	3	3.515%	14	4.475%	8	3.438%	16
10	23	9	9	10	8	9	8	9	6.137%	1	4.061%	4	2.870%	23	4.992%	2
10	24	9	10	8	9	10	10	9	6.137%	1	3.998%	6	3.234%	20	4.953%	3
8	25	8	9	9	9	9	10	10	3.362%	3	4.107%	3	3.360%	19	3.716%	13
7	26	9	9	8	9	9	8	10	2.535%	4	4.061%	5	2.996%	22	3.208%	19
6	27	9	10	10	9	9	10	9	1.955%	5	4.482%	2	2.236%	26	2.960%	20

S	no. variable	Valor j	Valor j1	Valor j2	Valor j3	Valor j4	Valor j5	Valor j6	AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MJD	ORDEN
9	1	10	10	10	9	10	8	8	5.246%	2	3.987%	5	2.838%	24	4.573%	5
6	2	8	9	10	10	8	9	10	1.970%	5	3.505%	14	4.099%	12	2.628%	21
0	3	10	9	10	8	8	9	9	0.310%	9	3.833%	8	3.453%	18	1.090%	27
10	4	7	10	8	10	8	7	10	7.017%	1	2.840%	24	6.040%	4	4.464%	6
8	5	8	9	9	9	10	10	10	3.787%	3	4.107%	3	3.134%	20	3.943%	10
5	6	8	9	9	10	8	8	9	1.441%	6	3.900%	7	3.035%	21	2.370%	23
8	7	9	7	8	8	9	9	8	3.787%	3	3.826%	9	3.554%	17	3.806%	12
10	8	10	7	8	8	8	8	9	7.017%	1	3.445%	17	4.352%	9	4.917%	2
8	9	8	10	8	8	10	8	8	3.787%	3	3.456%	15	4.147%	10	3.618%	14
8	10	8	9	9	7	8	9	9	3.787%	3	3.793%	10	4.037%	13	3.790%	13
7	11	8	5	9	7	7	7	6	2.715%	4	2.633%	25	6.547%	3	2.674%	20
8	12	9	8	7	10	8	9	8	3.787%	3	3.434%	18	4.127%	11	3.606%	15
1	13	9	9	7	9	8	9	7	0.443%	8	3.456%	16	3.994%	15	1.238%	26
4	14	10	10	9	9	10	8	10	10.744%	7	3.963%	6	2.980%	23	2.063%	25
10	15	8	9	9	9	10	9	9	7.017%	1	4.327%	1	2.516%	26	5.511%	1
9	16	7	10	9	9	10	8	9	5.246%	2	3.372%	19	4.522%	8	4.206%	8
7	17	10	8	4	8	10	9	6	4.715%	4	2.133%	26	11.760%	1	2.406%	22
9	18	9	9	9	10	9	8	8	5.246%	2	4.061%	4	2.352%	27	4.615%	4
5	19	10	7	8	10	8	7	9	1.441%	6	2.972%	22	5.138%	7	2.069%	24
8	20	8	9	7	9	7	8	10	3.787%	3	3.178%	20	5.348%	6	3.469%	16
9	21	9	7	8	10	9	7	10	5.246%	2	3.008%	21	5.373%	5	3.972%	9
7	22	10	9	9	10	8	8	10	5.246%	2	3.651%	13	3.146%	19	3.149%	18
9	23	9	9	10	9	10	9	8	5.246%	2	4.107%	2	2.577%	25	4.641%	3
9	24	9	10	8	8	9	8	10	5.246%	2	3.651%	13	4.014%	14	4.377%	7
9	25	7	7	10	8	9	9	10	5.246%	2	2.898%	23	6.867%	2	3.899%	11
7	26	10	7	9	9	9	9	9	2.715%	4	3.662%	12	3.809%	16	3.153%	17
6	27	10	9	10	10	9	9	8	1.970%	5	3.706%	11	2.984%	22	2.702%	19

10	no. variable	Valor j	Valor j1	Valor j2	Valor j3	Valor j4	Valor j5	Valor j6	AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MUD	ORDEN
9	1	9	8	10	8	9	9	8	5.102%	2	3.900%	3	3.210%	24	4.461%	6
6	2	9	10	9	10	9	9	8	1.852%	5	3.998%	2	2.633%	26	2.721%	20
2	3	10	10	9	9	8	7	7	0.426%	8	3.008%	18	4.596%	11	1.132%	26
10	4	8	10	8	10	8	6	10	6.756%	1	2.723%	22	6.215%	4	4.289%	7
10	5	7	9	9	9	9	8	8	6.756%	1	3.793%	5	3.341%	23	5.062%	2
3	6	9	7	10	10	9	8	9	0.652%	7	3.372%	14	4.232%	16	1.483%	25
8	7	10	7	9	10	10	9	8	3.723%	3	3.270%	16	4.415%	15	3.489%	13
10	8	8	8	7	10	8	9	9	6.756%	1	3.434%	12	4.476%	13	4.817%	4
7	9	10	9	8	8	10	9	9	2.643%	4	3.833%	4	3.498%	22	3.183%	15
9	10	8	10	7	8	9	8	7	5.102%	2	3.212%	17	4.637%	10	4.048%	9
6	11	7	6	10	7	7	7	5	1.852%	5	2.318%	24	7.585%	2	2.072%	23
8	12	10	8	9	9	8	9	8	3.723%	3	3.900%	3	3.006%	25	3.810%	10
2	13	7	7	8	10	9	9	7	0.426%	8	2.989%	19	5.391%	6	1.129%	27
4	14	9	9	7	10	9	8	9	0.955%	6	3.541%	8	3.826%	20	1.839%	24
10	15	7	9	8	10	10	9	9	6.756%	1	3.372%	15	4.639%	9	4.773%	5
10	16	7	9	10	9	9	9	9	6.756%	1	3.662%	7	4.026%	18	4.974%	3
9	17	9	9	4	7	9	7	6	5.102%	2	2.229%	25	9.221%	1	3.372%	14
7	18	9	7	9	9	9	9	7	2.643%	4	3.445%	11	4.024%	19	3.017%	18
7	19	8	8	10	10	7	7	9	2.643%	4	2.972%	21	5.267%	7	2.802%	19
6	20	8	10	7	9	7	7	9	1.852%	5	2.989%	20	5.415%	5	2.353%	22
8	21	10	7	7	10	9	7	10	3.723%	3	2.709%	23	6.349%	3	3.176%	16
8	22	10	7	10	10	9	9	10	3.723%	3	3.393%	13	4.491%	12	3.554%	12
9	23	10	9	9	7	9	8	8	5.102%	2	3.467%	10	4.107%	17	4.205%	8
10	24	9	10	9	9	8	9	9	6.756%	1	4.327%	1	2.391%	27	5.407%	1
8	25	7	9	10	8	9	9	8	3.723%	3	3.467%	9	4.457%	14	3.592%	11
7	26	10	8	10	8	10	9	9	2.643%	4	3.706%	6	3.748%	21	3.130%	17
6	27	9	10	10	9	7	8	7	1.852%	5	3.008%	18	4.902%	8	2.361%	21

**APENDICE B**  
**ESCENARIO PESIMISTA**

## ESCENARIO: pesimista

BASE								AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MJD	ORDEN
	no. variable	Valor j	Valor j1	Valor j2	Valor j3	Valor j4	Valor j5	Valor j6							
9	1	10	9	10	9	10	9	9	9	5.088%	2	4.482%	3	1.963%	26
7	2	9	10	9	10	9	10	9	9	2.567%	4	4.482%	2	2.113%	25
1	3	10	10	10	9	9	8	8	8	0.346%	9	3.706%	13	3.106%	19
10	4	8	10	8	10	9	7	10	10	6.807%	1	3.149%	18	4.927%	4
9	5	8	10	10	8	10	9	9	9	5.088%	2	3.706%	13	3.885%	7
4	6	8	8	10	9	8	8	8	8	1.028%	6	3.782%	12	3.242%	16
8	7	10	8	9	9	10	8	8	8	3.626%	3	3.651%	14	3.328%	13
10	8	9	8	8	9	8	9	10	10	6.807%	1	3.900%	6	3.604%	11
8	9	9	10	9	8	10	9	8	8	3.626%	3	3.833%	7	3.315%	14
8	10	9	10	8	8	8	9	9	8	3.626%	3	3.811%	11	3.440%	12
7	11	7	6	9	7	7	6	5	5	2.567%	4	2.591%	20	6.166%	3
8	12	10	8	8	10	9	10	9	9	3.626%	3	3.706%	13	3.708%	10
2	13	8	8	8	10	8	8	8	8	0.498%	8	3.815%	8	3.065%	21
3	14	9	10	8	10	9	9	10	10	0.725%	7	3.998%	5	3.100%	20
10	15	8	9	8	10	9	10	10	10	6.807%	1	3.706%	13	4.098%	6
9	16	8	10	10	9	10	8	8	8	5.088%	2	3.505%	16	3.790%	8
8	17	10	8	5	7	9	6	5	5	3.626%	3	2.075%	21	9.081%	1
8	18	10	8	8	9	8	9	8	8	3.626%	3	3.811%	10	3.237%	17
6	19	9	8	9	10	8	8	8	8	1.871%	5	3.811%	9	2.929%	23
7	20	7	10	8	8	7	8	10	2.567%	4	2.961%	19	6.204%	2	
8	21	10	8	8	9	10	8	10	10	3.626%	3	3.505%	17	4.156%	5
8	22	10	8	10	10	9	8	9	9	3.626%	3	3.706%	13	3.237%	18
10	23	9	9	10	8	9	9	8	8	6.807%	1	3.900%	6	2.987%	22
10	24	9	10	9	9	9	9	9	9	6.807%	1	4.826%	1	1.511%	27
9	25	8	8	10	9	9	10	9	9	5.088%	2	3.833%	7	3.739%	9
7	26	10	8	9	9	10	9	9	9	2.567%	4	4.107%	4	2.757%	24
6	27	10	10	10	10	8	9	8	8	1.871%	5	3.643%	15	3.310%	15

1								AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MJD	ORDEN
	no. variable	Valor j	Valor j1	Valor j2	Valor j3	Valor j4	Valor j5	Valor j6							
8	1	10	10	8	10	10	7	8	8	3.798%	3	3.672%	12	3.075%	18
7	2	10	8	10	8	8	9	8	8	2.671%	4	4.217%	5	2.719%	22
2	3	9	8	9	7	9	7	10	10	0.496%	8	3.799%	9	3.065%	19
8	4	10	9	9	10	9	8	9	9	3.798%	3	4.905%	1	1.608%	27
9	5	10	10	10	9	10	8	9	9	5.270%	2	4.734%	3	1.771%	26
5	6	8	8	8	7	7	9	9	9	1.314%	6	3.654%	13	4.409%	7
9	7	10	9	8	10	9	10	10	10	5.270%	2	4.734%	2	2.214%	24
10	8	7	6	10	10	7	9	8	8	7.050%	1	3.048%	21	5.331%	6
8	9	8	10	7	7	9	7	6	6	3.798%	3	3.182%	19	4.307%	8
6	10	9	9	8	7	10	7	9	9	1.849%	5	3.799%	9	2.973%	20
7	11	9	5	8	7	5	5	5	5	2.671%	4	2.428%	25	6.152%	2
9	12	10	7	10	9	10	9	7	7	5.270%	2	3.558%	17	3.540%	13
1	13	6	6	9	10	10	8	10	10	0.348%	9	2.889%	22	5.552%	3
4	14	10	8	7	9	8	9	9	9	0.955%	7	4.141%	6	2.860%	21
10	15	6	10	7	10	9	10	10	10	7.050%	1	3.139%	20	5.531%	4
9	16	10	10	9	8	9	9	8	8	5.270%	2	4.578%	4	2.222%	23
7	17	10	9	6	5	9	7	4	4	2.671%	4	2.458%	24	7.433%	1
10	18	9	7	9	10	10	8	7	7	7.050%	1	3.593%	15	3.373%	14
6	19	9	6	9	9	8	8	10	10	1.849%	5	3.579%	16	3.697%	11
8	20	7	9	8	9	9	7	10	10	3.798%	3	3.799%	8	3.372%	15
10	21	10	6	6	7	10	7	10	10	7.050%	1	2.657%	23	5.402%	5
9	22	9	10	10	10	8	7	8	8	5.270%	2	3.761%	11	3.241%	16
8	23	9	10	9	10	9	8	9	9	3.798%	3	4.905%	1	1.778%	25
9	24	10	9	9	7	9	8	7	7	5.270%	2	3.799%	10	3.086%	17
7	25	8	7	10	7	9	9	10	10	2.671%	4	3.593%	14	3.932%	9
6	26	8	9	8	7	10	7	10	10	1.849%	5	3.550%	18	3.567%	12
6	27	8	9	8	10	8	10	7	10	1.849%	5	3.828%	7	3.791%	10

Z	no.variable	Valor j	Valor j1	Valor j2	Valor j3	Valor j4	Valor j5	Valor j6	AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MJD	ORDEN
7	1	9	9	10	9	8	9	8	2.991%	4	4.707%	2	2.104%	25	3.752%	14
6	2	10	10	7	9	7	9	8	2.125%	5	3.487%	17	3.467%	14	2.722%	21
1	3	10	8	10	7	8	6	10	0.384%	8	2.985%	22	4.674%	5	1.071%	27
9	4	7	8	9	8	9	5	10	5.684%	2	2.913%	23	4.938%	3	4.069%	11
9	5	9	10	8	8	8	7	7	5.684%	2	3.724%	12	3.134%	16	4.601%	5
4	6	7	7	10	7	6	8	7	1.065%	7	3.155%	20	4.779%	4	1.833%	25
8	7	9	6	10	8	9	9	9	4.168%	3	3.515%	15	4.561%	6	3.828%	13
9	8	10	10	8	9	10	7	9	5.684%	2	3.790%	11	3.059%	17	4.641%	4
9	9	7	9	7	10	8	7	10	5.684%	2	3.240%	19	3.672%	9	4.292%	8
8	10	7	10	8	10	7	9	10	4.168%	3	3.359%	18	3.557%	12	3.742%	15
5	11	9	4	7	7	6	5	5	1.504%	6	2.383%	25	7.507%	2	1.893%	24
7	12	8	10	8	9	10	8	7	2.991%	4	3.714%	13	3.640%	10	3.333%	17
1	13	9	8	10	9	7	10	7	0.384%	8	3.487%	17	4.266%	7	1.158%	26
5	14	7	10	7	10	9	8	9	1.504%	6	3.487%	16	3.532%	13	2.290%	22
10	15	8	8	8	10	7	9	8	7.441%	1	3.993%	8	2.899%	21	5.451%	2
8	16	6	8	8	8	9	8	9	4.168%	3	3.848%	9	3.462%	15	4.005%	12
10	17	9	9	3	7	7	5	3	7.441%	1	2.797%	24	10.543%	1	4.562%	6
9	18	8	8	9	10	7	9	10	5.684%	2	3.792%	10	3.051%	18	4.642%	3
7	19	7	8	8	8	8	9	9	2.991%	4	4.564%	4	2.340%	23	3.695%	16
7	20	9	10	7	9	7	6	8	2.991%	4	3.132%	21	3.596%	8	3.061%	18
6	21	9	10	8	8	8	8	10	2.125%	5	4.092%	6	2.340%	22	2.949%	19
6	22	10	7	8	8	9	9	10	2.125%	5	3.792%	10	3.574%	11	2.839%	20
8	23	8	10	10	8	10	8	9	4.168%	3	4.063%	7	3.005%	19	4.115%	10
8	24	8	10	8	8	8	9	9	4.168%	3	4.417%	5	2.195%	24	4.291%	9
10	25	10	9	9	9	9	9	10	7.441%	1	5.298%	1	1.256%	27	6.279%	1
8	26	10	10	8	10	9	9	10	4.168%	3	4.594%	3	1.825%	26	4.376%	7
4	27	9	8	8	8	6	7	9	1.065%	7	3.672%	14	2.923%	20	1.978%	23

Z	no.variable	Valor j	Valor j1	Valor j2	Valor j3	Valor j4	Valor j5	Valor j6	AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MJD	ORDEN
10	1	9	8	10	8	10	8	10	7.946%	1	4.453%	3	2.750%	23	5.949%	1
8	2	8	8	8	10	9	8	7	4.435%	3	4.377%	4	2.236%	25	4.406%	7
1	3	10	9	10	10	10	8	6	0.367%	8	3.530%	16	3.663%	14	1.139%	27
8	4	6	10	6	8	9	6	9	4.435%	3	2.977%	24	5.123%	3	3.634%	13
8	5	6	9	9	10	10	8	9	4.435%	3	3.712%	12	3.568%	15	4.057%	11
6	6	7	8	9	10	10	10	6	2.057%	5	3.321%	21	3.965%	11	2.614%	21
6	7	9	6	7	8	8	10	7	2.057%	5	3.493%	17	3.713%	12	2.680%	18
10	8	7	9	8	9	6	9	10	7.946%	1	3.584%	15	3.975%	10	5.336%	3
8	9	7	10	8	10	9	8	10	4.435%	3	4.000%	9	3.125%	20	4.212%	10
8	10	10	10	9	10	6	8	6	4.435%	3	3.073%	23	4.501%	5	3.692%	12
5	11	8	4	8	8	7	5	3	1.375%	6	2.764%	26	7.026%	1	1.950%	25
9	12	10	10	8	9	7	8	7	6.123%	2	3.776%	11	3.204%	18	4.808%	5
2	13	8	10	9	8	6	7	10	0.522%	7	3.397%	19	4.426%	7	1.332%	26
5	14	9	10	8	9	9	10	9	1.375%	6	5.218%	1	1.722%	27	2.679%	19
8	15	7	7	6	8	7	9	8	4.435%	3	4.087%	6	2.948%	21	4.257%	8
7	16	8	9	9	10	9	10	6	3.086%	4	3.712%	14	3.273%	17	3.385%	15
6	17	10	6	6	6	8	7	5	2.057%	5	2.720%	27	5.277%	2	2.365%	24
6	18	10	6	8	7	9	9	10	2.057%	5	3.424%	18	4.311%	9	2.654%	20
6	19	8	6	9	9	7	9	8	2.057%	5	3.898%	10	3.195%	19	2.832%	17
6	20	7	10	6	7	7	6	8	2.057%	5	3.233%	22	4.442%	6	2.579%	22
7	21	9	6	7	10	10	6	10	3.086%	4	2.950%	25	4.918%	4	3.017%	16
8	22	8	8	9	9	9	8	7	4.435%	3	4.861%	2	1.887%	26	4.643%	6
10	23	9	8	8	6	8	10	6	7.946%	1	3.326%	20	4.358%	8	5.141%	4
10	24	10	10	9	7	8	8	10	7.946%	1	4.000%	8	3.467%	16	5.638%	2
8	25	8	7	8	9	10	9	7	4.435%	3	4.038%	7	2.805%	22	4.231%	9
5	26	9	7	8	9	10	8	8	1.375%	6	4.363%	5	2.421%	24	2.450%	23
7	27	10	9	9	9	6	8	10	3.086%	4	3.712%	13	3.702%	13	3.385%	14

4	no. variable	Valor j	Valor j1	Valor j2	Valor j3	Valor j4	Valor j5	Valor j6	AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MUD	ORDEN
8	1	9	9	9	7	8	8	10	4.080%	3	4.087%	7	2.886%	21	4.083%	10
6	2	9	10	8	10	10	10	10	2.136%	5	4.701%	3	2.128%	25	3.169%	17
1	3	8	9	10	8	9	7	10	0.349%	10	3.857%	9	3.363%	16	1.161%	27
8	4	9	9	7	8	8	5	8	4.080%	3	3.214%	23	4.200%	6	3.621%	14
7	5	9	9	10	9	8	7	7	2.973%	4	3.750%	11	3.106%	17	3.339%	15
5	6	10	7	10	10	7	8	6	1.533%	6	2.895%	25	5.010%	4	2.107%	22
10	7	9	9	10	8	9	9	10	7.215%	1	4.842%	2	2.015%	26	5.911%	1
8	8	9	10	7	8	7	9	8	4.080%	3	3.747%	12	2.997%	18	3.910%	13
6	9	9	10	9	7	8	8	7	7.136%	5	3.747%	13	2.930%	20	2.829%	20
9	10	8	8	7	7	8	7	8	5.496%	2	4.952%	1	1.731%	27	5.217%	3
7	11	8	8	8	9	7	8	5	2.973%	4	3.336%	20	3.866%	10	3.149%	19
8	12	8	8	8	9	7	10	10	4.080%	3	3.778%	10	3.584%	13	3.926%	12
2	13	10	10	9	9	8	9	7	0.503%	9	3.976%	8	2.601%	23	1.415%	26
3	14	7	8	8	9	7	9	9	0.737%	8	4.147%	6	2.978%	19	1.748%	25
9	15	6	10	9	9	7	10	9	5.496%	2	3.223%	22	4.467%	5	4.209%	9
7	16	6	8	9	8	9	8	6	2.973%	4	3.373%	19	4.129%	7	3.167%	18
6	17	8	7	3	7	10	4	4	2.136%	5	2.668%	27	10.028%	1	2.387%	21
9	18	8	8	8	8	10	8	6	5.496%	2	3.604%	16	3.560%	14	4.450%	6
4	19	10	6	9	8	6	9	7	1.072%	7	2.944%	24	5.055%	3	1.776%	24
9	20	5	9	6	7	9	9	9	5.496%	2	2.819%	26	5.852%	2	3.936%	11
9	21	8	9	6	7	9	7	9	5.496%	2	3.467%	18	3.871%	9	4.365%	8
9	22	10	8	9	8	8	10	9	5.496%	2	4.305%	5	2.610%	22	4.864%	5
9	23	8	9	8	10	8	8	6	5.496%	2	3.542%	17	3.448%	15	4.412%	7
10	24	8	9	7	8	7	8	7	7.215%	1	4.373%	4	2.136%	24	5.617%	2
10	25	10	7	9	10	8	8	10	7.215%	1	3.712%	14	3.730%	12	5.175%	4
7	26	9	6	9	7	8	7	8	2.973%	4	3.607%	15	3.874%	8	3.275%	16
4	27	8	10	8	8	10	9	6	1.072%	7	3.332%	21	3.848%	11	1.890%	23

5	no. variable	Valor j	Valor j1	Valor j2	Valor j3	Valor j4	Valor j5	Valor j6	AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MUD	ORDEN
9	1	9	9	9	10	8	8	8	5.530%	2	4.654%	1	2.358%	25	5.073%	2
8	2	8	9	7	8	9	8	9	4.082%	3	4.566%	2	2.008%	27	4.317%	9
2	3	8	9	9	7	10	7	8	0.466%	8	3.792%	12	3.100%	17	1.330%	25
10	4	10	8	7	9	10	6	10	7.192%	1	3.119%	22	4.047%	10	4.736%	8
8	5	8	10	10	10	10	8	7	4.082%	3	3.668%	13	3.603%	13	3.870%	13
4	6	10	10	8	9	7	7	7	1.040%	7	3.336%	18	4.072%	8	1.863%	24
8	7	8	7	7	7	10	6	6	4.082%	3	3.037%	25	3.984%	11	3.521%	15
8	8	8	10	8	8	8	8	10	4.082%	3	4.124%	7	3.014%	19	4.103%	11
6	9	10	10	8	7	9	9	8	2.052%	5	3.903%	11	3.049%	18	2.830%	18
7	10	10	8	9	10	8	7	9	2.934%	4	3.903%	10	3.366%	14	3.384%	16
6	11	9	8	9	7	6	6	3	2.052%	5	2.647%	26	8.331%	1	2.331%	23
6	12	10	6	7	9	7	8	8	2.052%	5	3.281%	19	4.817%	4	2.595%	20
2	13	7	9	6	10	10	10	8	0.466%	8	3.119%	23	4.758%	5	1.206%	27
2	14	10	9	6	9	9	10	8	0.466%	8	3.487%	15	3.833%	12	1.275%	26
9	15	7	9	9	9	9	10	9	5.530%	2	4.370%	3	3.227%	15	4.915%	4
10	16	9	9	8	7	10	8	10	7.192%	1	3.903%	10	2.971%	20	5.298%	1
6	17	8	7	5	8	7	5	6	2.052%	5	3.052%	24	4.063%	9	2.503%	21
6	18	8	9	10	9	6	8	10	2.052%	5	3.417%	16	5.365%	3	2.648%	19
7	19	8	10	8	10	10	7	10	2.934%	4	3.668%	14	3.194%	16	3.281%	17
7	20	8	8	7	7	9	9	8	2.934%	4	4.350%	5	2.593%	22	3.573%	14
8	21	9	9	7	9	9	7	9	4.082%	3	4.111%	8	2.369%	24	4.097%	12
10	22	10	6	9	8	8	7	9	7.192%	1	3.373%	17	4.675%	6	4.926%	3
10	23	7	8	8	6	9	7	10	7.192%	1	3.281%	20	4.518%	7	4.857%	5
8	24	10	9	8	9	10	8	8	4.082%	3	4.357%	4	2.027%	26	4.217%	10
10	25	7	8	10	7	10	10	7	7.192%	1	3.187%	21	5.386%	2	4.787%	7
9	26	8	10	8	9	10	10	8	5.530%	2	4.183%	6	2.787%	21	4.809%	6
5	27	9	8	8	8	10	8	7	1.454%	6	4.111%	9	2.481%	23	2.445%	22

6	no.variable	Valor j	Valor j1	Valor j2	Valor j3	Valor j4	Valor j5	Valor j6	AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MJD	ORDEN
8	1	9	7	9	9	10	9	10	4.107%	3	4.162%	7	2.724%	21	4.134%	9
8	2	9	9	9	9	7	9	10	4.107%	3	4.335%	3	2.641%	23	4.219%	7
0	3	9	9	10	9	10	6	8	0.318%	9	3.459%	18	3.582%	13	1.049%	27
9	4	8	9	6	9	9	9	9	5.647%	2	3.794%	13	3.763%	10	4.629%	6
9	5	8	9	10	10	9	8	8	5.647%	2	4.323%	5	2.631%	24	4.941%	4
6	6	9	9	10	9	8	8	7	2.106%	5	4.104%	8	2.823%	20	2.940%	19
7	7	10	6	9	8	8	7	8	2.949%	4	3.386%	19	3.591%	12	3.160%	17
8	8	10	7	7	8	7	10	10	4.107%	3	3.162%	23	4.645%	5	3.603%	14
8	9	7	10	9	6	9	7	9	4.107%	3	3.176%	22	4.382%	6	3.612%	13
6	10	7	10	6	8	10	9	10	2.106%	5	3.095%	24	5.170%	3	2.553%	23
7	11	9	5	10	7	9	5	5	2.949%	4	2.443%	27	6.381%	2	2.684%	21
8	12	8	6	7	8	10	10	10	4.107%	3	3.049%	25	5.081%	4	3.538%	15
2	13	9	6	7	9	7	7	7	0.666%	7	3.486%	17	3.763%	9	1.523%	25
1	14	9	10	9	9	7	7	8	0.459%	8	3.765%	14	3.299%	15	1.315%	26
8	15	10	8	7	9	10	8	9	4.107%	3	3.872%	11	3.068%	18	3.988%	10
10	16	9	9	9	8	8	8	6	7.392%	1	3.833%	12	3.291%	16	5.323%	3
9	17	9	8	3	6	10	5	6	5.647%	2	2.551%	26	8.790%	1	3.796%	11
10	18	10	8	9	9	10	10	9	7.392%	1	4.734%	2	2.050%	26	5.915%	2
6	19	8	9	8	9	6	6	9	2.106%	5	3.286%	21	4.231%	7	2.631%	22
5	20	8	10	8	7	7	8	10	1.561%	6	3.505%	16	3.848%	8	2.339%	24
7	21	8	6	8	7	9	7	9	2.949%	4	3.622%	15	3.314%	14	3.268%	16
8	22	10	8	8	8	10	6	9	4.107%	3	3.346%	20	3.612%	11	3.707%	12
9	23	7	10	10	10	10	9	10	5.647%	2	4.014%	10	3.290%	17	4.761%	5
8	24	9	10	10	8	8	9	8	4.107%	3	4.323%	4	2.583%	25	4.214%	8
10	25	9	9	10	8	8	9	9	7.392%	1	4.807%	1	1.908%	27	5.961%	1
6	26	10	8	10	8	8	10	10	2.106%	5	4.051%	9	2.870%	19	2.921%	20
6	27	9	10	10	8	10	10	8	2.106%	5	4.314%	6	2.667%	22	3.014%	18

7	no.variable	Valor j	Valor j1	Valor j2	Valor j3	Valor j4	Valor j5	Valor j6	AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MJD	ORDEN
7	1	8	7	10	7	8	10	8	3.032%	4	3.666%	13	3.628%	12	3.334%	16
6	2	7	9	10	10	8	10	9	1.999%	5	4.048%	8	3.009%	19	2.845%	20
1	3	10	10	10	8	9	10	8	0.377%	8	4.511%	2	2.170%	26	1.303%	26
10	4	9	10	9	9	9	8	8	8.153%	1	5.028%	1	1.751%	27	6.402%	1
9	5	6	9	9	10	8	8	10	6.190%	2	3.548%	15	4.225%	8	4.685%	4
6	6	9	10	10	9	6	10	7	1.999%	5	3.303%	21	3.538%	15	2.570%	22
9	7	8	10	7	9	8	6	8	6.190%	2	3.542%	16	3.931%	11	4.682%	5
8	8	9	8	9	7	7	10	8	4.467%	3	3.935%	11	2.911%	20	4.192%	9
7	9	8	7	9	9	9	8	7	3.032%	4	4.354%	3	2.773%	23	3.634%	11
6	10	10	9	8	8	6	9	7	1.999%	5	3.500%	18	3.252%	18	2.645%	21
8	11	9	4	9	9	6	4	6	4.467%	3	2.556%	27	8.124%	1	3.379%	14
6	12	8	6	10	10	7	9	7	1.999%	5	3.160%	24	4.406%	6	2.513%	23
2	13	10	8	6	9	7	6	9	0.535%	7	3.092%	25	4.958%	2	1.286%	27
5	14	9	9	9	10	7	10	10	1.371%	6	4.249%	5	2.602%	24	2.414%	24
9	15	9	10	6	9	9	10	10	6.190%	2	3.649%	14	4.096%	9	4.753%	3
7	16	10	9	10	7	10	10	6	3.032%	4	3.254%	22	4.352%	7	3.141%	18
9	17	9	7	7	5	7	6	5	6.190%	2	2.949%	26	4.846%	4	4.273%	7
9	18	8	10	6	8	6	7	7	6.190%	2	3.182%	23	4.073%	10	4.438%	6
6	19	9	10	10	9	7	9	8	1.999%	5	4.175%	6	2.333%	25	2.889%	19
5	20	7	9	9	7	9	9	10	1.371%	6	3.981%	9	3.603%	13	2.336%	25
10	21	8	6	7	7	10	9	8	8.153%	1	3.404%	19	4.924%	3	5.268%	2
7	22	10	7	8	10	9	9	7	3.032%	4	3.725%	12	3.591%	14	3.361%	15
8	23	9	10	9	7	8	6	10	4.467%	3	3.337%	20	4.456%	5	3.861%	10
8	24	7	10	9	8	9	10	10	4.467%	3	4.048%	7	3.333%	17	4.252%	8
7	25	10	8	10	8	9	8	10	3.032%	4	4.340%	4	2.883%	21	3.628%	12
7	26	8	10	9	10	8	8	7	3.032%	4	3.967%	10	2.828%	22	3.468%	13
7	27	8	8	9	10	6	9	7	3.032%	4	3.500%	17	3.402%	16	3.258%	17

8	no. variable	Valor j	Valor j1	Valor j2	Valor j3	Valor j4	Valor j5	Valor j6	AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MJD	ORDEN
9	1	9	10	8	7	9	8	9	5.012%	2	4.235%	2	2.751%	25	4.607%	7
6	2	9	8	9	10	7	10	8	2.031%	5	3.996%	6	3.022%	21	2.849%	18
2	3	10	10	10	7	7	7	8	0.541%	8	3.455%	18	3.781%	12	1.367%	26
8	4	9	10	7	8	9	5	10	3.759%	3	2.973%	23	5.497%	2	3.343%	16
7	5	10	10	10	7	8	10	8	2.806%	4	3.755%	10	3.112%	18	3.246%	17
3	6	9	9	9	8	9	8	8	0.776%	7	5.331%	1	1.411%	27	2.034%	24
6	7	9	7	7	7	10	9	10	2.031%	5	3.436%	19	4.205%	6	2.642%	20
10	8	7	8	7	10	8	7	9	6.554%	1	3.716%	11	3.926%	11	4.935%	4
10	9	9	9	8	6	9	8	8	6.554%	1	3.955%	8	3.047%	19	5.091%	2
9	10	10	8	9	7	10	8	6	5.012%	2	3.266%	22	4.094%	7	4.046%	11
5	11	7	7	10	5	6	7	7	1.483%	6	2.831%	24	4.756%	3	2.049%	23
10	12	9	9	9	10	7	10	10	6.554%	1	4.192%	5	2.860%	22	5.242%	1
0	13	7	10	8	9	8	7	10	0.285%	9	3.630%	13	3.966%	10	1.018%	27
3	14	9	8	7	8	8	10	8	0.776%	7	4.208%	3	2.816%	24	1.807%	25
10	15	7	8	10	8	7	9	8	6.554%	1	3.924%	9	3.047%	20	5.071%	3
8	16	7	9	8	10	10	8	9	3.759%	3	3.996%	6	3.518%	16	3.875%	13
6	17	8	9	6	9	9	6	3	2.031%	5	2.756%	25	7.875%	1	2.366%	22
10	18	9	7	7	9	10	10	10	6.554%	1	3.638%	12	3.990%	8	4.883%	5
6	19	10	9	9	9	7	9	6	2.031%	5	3.466%	16	3.702%	14	2.653%	19
9	20	5	8	8	7	8	8	9	5.012%	2	3.456%	17	4.391%	4	4.162%	9
6	21	9	8	10	10	10	6	10	2.031%	5	3.435%	20	4.226%	5	2.642%	21
8	22	9	6	10	8	9	10	8	3.759%	3	3.498%	15	3.760%	13	3.626%	15
10	23	8	8	9	10	7	10	7	6.554%	1	3.630%	13	3.631%	15	4.878%	6
8	24	10	9	10	7	8	9	10	3.759%	3	3.994%	7	2.825%	23	3.875%	14
9	25	10	7	10	8	7	8	8	5.012%	2	3.617%	14	3.257%	17	4.257%	8
9	26	8	7	9	7	10	10	7	5.012%	2	3.415%	21	3.976%	9	4.137%	10
8	27	10	8	9	9	7	8	8	3.759%	3	4.195%	4	2.558%	26	3.971%	12

9	no. variable	Valor j	Valor j1	Valor j2	Valor j3	Valor j4	Valor j5	Valor j6	AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MJD	ORDEN
7	1	8	7	8	10	9	7	8	2.802%	4	4.032%	9	3.114%	19	3.361%	16
7	2	9	9	10	8	8	10	10	2.802%	4	4.651%	2	2.308%	25	3.610%	12
3	3	9	8	8	8	7	7	9	0.648%	7	4.576%	4	2.158%	26	1.722%	26
9	4	8	9	8	10	10	8	9	5.653%	2	4.583%	3	2.412%	23	5.090%	5
10	5	7	9	10	6	9	7	9	7.488%	1	3.367%	17	4.081%	9	5.021%	6
6	6	7	7	9	8	9	7	10	1.839%	5	3.752%	14	3.512%	12	2.627%	19
9	7	10	7	8	7	9	9	7	5.653%	2	3.752%	13	3.194%	18	4.605%	8
8	8	9	6	9	7	9	8	9	4.099%	3	3.784%	11	3.283%	17	3.938%	11
7	9	10	10	8	9	9	8	7	2.802%	4	4.105%	8	2.734%	21	3.392%	15
6	10	7	10	6	6	6	7	8	1.839%	5	3.020%	22	4.531%	6	2.357%	21
8	11	8	6	7	9	5	6	5	4.099%	3	2.834%	24	5.377%	4	3.408%	14
10	12	8	7	7	10	9	8	7	7.488%	1	3.818%	10	3.462%	14	5.347%	2
1	13	10	8	8	9	6	8	8	0.349%	8	3.770%	12	3.306%	16	1.147%	27
5	14	10	10	6	8	10	10	9	1.242%	6	3.530%	16	3.642%	11	2.094%	24
10	15	8	9	7	9	10	9	10	7.488%	1	4.232%	7	2.793%	20	5.629%	1
7	16	8	10	8	9	8	8	7	2.802%	4	4.324%	6	2.702%	22	3.481%	13
6	17	8	9	4	8	10	8	4	1.839%	5	2.743%	26	7.295%	1	2.246%	23
10	18	10	10	7	7	9	9	7	7.488%	1	3.530%	15	3.484%	13	5.141%	4
6	19	9	6	10	10	10	6	6	1.839%	5	2.767%	25	5.772%	3	2.256%	22
5	20	5	10	10	6	9	10	8	1.242%	6	2.842%	23	6.126%	2	1.879%	25
7	21	8	10	10	7	9	6	10	2.802%	4	3.281%	18	4.141%	8	3.032%	17
8	22	10	8	8	8	8	8	10	4.099%	3	4.337%	5	2.350%	24	4.216%	9
9	23	10	7	10	6	7	10	9	5.653%	2	3.116%	21	4.549%	5	4.197%	10
9	24	8	9	7	7	7	10	8	5.653%	2	3.818%	10	3.355%	15	4.646%	7
9	25	9	9	10	8	9	10	10	5.653%	2	5.018%	1	1.896%	27	5.326%	3
6	26	10	6	8	7	10	7	9	1.839%	5	3.203%	20	4.036%	10	2.427%	20
7	27	10	10	10	10	6	7	8	2.802%	4	3.217%	19	4.386%	7	3.002%	18

ID	no. variable	Valor j	Valor j1	Valor j2	Valor j3	Valor j4	Valor j5	Valor j6	AHP	ORDEN	ENTROPIA	ORDEN	DIAKOULAKI	ORDEN	MJD	ORDEN
7	1	9	9	7	8	7	10	8	2.851%	4	3.984%	8	2.856%	20	3.371%	15
6	2	7	8	7	10	10	8	10	2.012%	5	3.423%	17	3.912%	10	2.624%	22
2	3	8	9	8	10	7	6	8	0.525%	7	3.449%	15	4.092%	8	1.346%	26
10	4	7	10	8	9	7	9	10	7.061%	1	3.627%	11	3.870%	11	5.061%	3
9	5	8	10	10	9	10	9	8	5.363%	2	4.468%	4	2.065%	26	4.895%	5
6	6	7	9	9	8	10	7	10	2.012%	5	3.627%	12	3.354%	15	2.701%	19
9	7	8	10	10	7	8	7	7	5.363%	2	3.377%	18	3.716%	12	4.256%	8
8	8	7	9	10	9	10	10	9	3.960%	3	4.138%	7	2.613%	21	4.048%	10
7	9	10	9	9	7	10	9	7	2.851%	4	3.701%	10	3.134%	17	3.249%	16
6	10	10	8	6	10	10	9	9	2.012%	5	3.439%	16	4.072%	9	2.630%	21
9	11	7	8	9	8	9	4	4	5.363%	2	2.615%	24	6.692%	2	3.745%	13
9	12	10	7	9	10	9	10	9	5.363%	2	4.138%	7	3.042%	18	4.711%	7
2	13	9	7	6	8	6	10	10	0.525%	7	2.865%	22	5.967%	3	1.226%	27
1	14	9	8	9	9	9	10	9	0.353%	8	5.217%	1	1.624%	27	1.358%	25
10	15	10	9	10	8	9	10	10	7.061%	1	4.778%	2	2.116%	25	5.808%	1
8	16	9	10	8	8	8	9	6	3.960%	3	3.600%	13	3.483%	13	3.776%	12
9	17	8	10	3	6	10	7	5	5.363%	2	2.667%	23	8.148%	1	3.782%	11
7	18	9	10	7	10	7	7	6	2.851%	4	2.957%	21	4.995%	5	2.904%	18
8	19	8	9	8	8	10	10	8	3.960%	3	4.256%	6	2.366%	23	4.106%	9
5	20	6	9	8	7	8	7	8	1.439%	6	3.925%	9	2.889%	19	2.377%	23
8	21	10	6	9	9	10	6	10	3.960%	3	2.964%	20	5.197%	4	3.426%	14
7	22	10	6	8	10	9	9	9	2.851%	4	3.523%	14	4.099%	6	3.169%	17
9	23	10	8	9	8	8	9	8	5.363%	2	4.594%	3	2.339%	24	4.964%	4
10	24	7	10	9	9	9	8	9	7.061%	1	4.269%	5	2.489%	22	5.490%	2
10	25	6	8	9	7	10	9	10	7.061%	1	3.249%	19	4.093%	7	4.790%	6
5	26	9	8	10	7	10	7	9	1.439%	6	3.627%	11	3.343%	16	2.285%	24
6	27	8	9	9	9	10	10	6	2.012%	5	3.523%	14	3.434%	14	2.662%	20