

UCLV
Universidad Central
"Marta Abreu" de Las Villas



FIMI
Facultad de
Ingeniería Mecánica
e Industrial

Departamento de Ingeniería Industrial

TRABAJO DE DIPLOMA

Título: "Estudio comparativo multicriterio para la selección de bares y restaurantes en el Hotel Iberostar Selection Ensenachos"

Autora: Leidy Laura García Ramos

Tutor: Dr. C Javier Alfonso Asencio García

Santa Clara , Noviembre, 2021
Copyright©UCLV

UCLV
Universidad Central
"Marta Abreu" de Las Villas



FIMI
Facultad de
Ingeniería Mecánica
e Industrial

Academic Department the Industrial Engineering

DIPLOMA THESIS

Title: "Multicriteria comparative study for the selection of bars and restaurants at the Hotel Iberostar Selection Ensenachos"

Authora: Leidy Laura García Ramos

Thesis Director: Dr.C Javier Alfonso Asencio García

Santa Clara , November, 2021
Copyright©UCLV

Este documento es Propiedad Patrimonial de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, y se encuentra depositado en los fondos de la Biblioteca Universitaria “Chiqui Gómez Lubian” subordinada a la Dirección de Información Científico Técnica de la mencionada casa de altos estudios.

Se autoriza su utilización bajo la licencia siguiente:

Atribución- No Comercial- Compartir Igual



Para cualquier información contacte con:

Dirección de Información Científico Técnica. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Carretera a Camajuaní. Km 5½. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP. 54 830

Teléfonos.: +53 01 42281503-1419

PENSAMIENTO

"Para un turismo de paz, de salud y de seguridad, del que puedan disfrutar niños y familias, jóvenes, adultos y personas de la tercera edad; para un turismo de recreación sana, cultura y descanso; para un turismo sin casinos ni juegos; para un turismo sin desempleados ni limosneros; para un turismo sin drogas ni delitos, en el país que a pasos de gigante avanza ya incontenible hacia una cultura general integral."

Fidel Castro

DEDICATORIA

A la memoria de abuela Yiyo, que siempre me brindó sus conocimientos y le hubiese gustado presenciar este momento.

A mis padres, que siempre me han guiado por el camino correcto, por su amor, sacrificio, apoyo y paciencia.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por estar para mí en todo momento, por sus sacrificios y tanto amor.

A mi Amá Lily, por su amor incondicional, por ser tan estricta y querer lo mejor para mí en todo momento.

A mi Friti Rolando, por ser tan especial conmigo, por brindarme sus conocimientos y por apoyarme siempre.

A mi familia por apoyarme siempre, en especial mis Tías Esther y Marisol, mis abuelos Andrés, Mima y Pipo

A mis hermanas primas Mi Bar, Lisy y Maibe por siempre escuchar mis quejas, confiar en mí y estar ahí para calmarme.

A mi tutor Javier, que me brindó su ayuda, su tiempo, y por aportar sus conocimientos y experiencias en el desarrollo de este proyecto. Gracias por su dedicación y responsabilidad.

A mis amigas, compañeras de estudios y de cuarto en especial, mis Jimaguas y Daiseny, sin ellas no sé qué hubiera sido de mí en estos cinco años.

A todos los profesores desde primaria hasta la universidad, en especial al claustro de profesores de Ingeniería Industrial por su trabajo en la formación de profesionales.

A los trabajadores del Hotel Iberostar Selection Ensenachos, por recibirme y su buena atención en todo momento, en especial a Carlos Rafael, su director adjunto, por brindarme su tiempo y conocimientos y Cesar el jefe de Recursos Humanos.

A mi novio David, por tanta paciencia en esta última etapa, por apoyarme y confiar en mí.

A todos los que de una forma u otra se preocuparon por mí e influyeron en el desarrollo de este trabajo de diploma.

Muchas gracias.

RESUMEN

Para apoyar la toma de decisiones en las empresas y garantizar que la misma se efectúe de forma rápida y eficiente se ha venido desarrollando un conjunto de herramientas matemáticas denominadas métodos multicriterios, que son procedimientos para seleccionar entre alternativas complejas la más idónea. La presente investigación está encaminada a facilitar la selección del mejor Bar y Restaurante que abrirá en la temporada baja con el fin de aumentar los ingresos generados por la actividad turística, tomando como objeto de estudio el Hotel Iberostar Selection Ensenachos, única construcción sobre el cayo virgen con forma de herradura en la provincia de Villa Clara y que presta servicios de alojamiento y alimentación. Por esta razón se propone emplear dentro de los métodos multicriterios las técnicas: Suma Ponderada y ELECTRE y comparar los resultados que brinden dichas técnicas. Estas herramientas han surgido durante las últimas décadas con el fin de hacer frente a la necesidad de agilizar y mejorar el proceso de toma de decisiones, debido a un entorno cada vez más dinámico y competitivo que obliga a tomar con agilidad decisiones basadas en múltiples criterios y caracterizadas por su complejidad y diversidad alternativa.

Palabras claves: toma de decisiones, métodos multicriterio, Suma Ponderada, ELECTRE

SUMMARY

To support decision-making in companies and guarantee that it is carried out quickly and efficiently, a set of mathematical tools called multi-criteria methods has been developed, which are procedures for selecting the most suitable among complex alternatives. This research is aimed at facilitating the selection of the best Bar and Restaurant that will open in the low season in order to increase the income generated by tourist activity, taking as object of study the Hotel Iberostar Selection Ensenachos, the only building on the virgin key, shaped like a horseshoe in the province of Villa Clara and that provides accommodation and food services. For this reason, it is proposed to use the techniques: Weighted Sum and ELECTRE within the multicriteria methods and compare the results provided by these techniques. These tools have emerged during the last decades in order to face the need to streamline and improve the decision-making process, due to an increasingly dynamic and competitive environment that requires agile decision-making based on multiple criteria and characterized by their complexity and alternative diversity.

Keywords: decision making, multi-criteria methods, Weighted Sum, ELECTRE

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO I. Marco teórico y referencial de la investigación..... 4

1.1. Estrategia para la construcción del marco teórico referencial 4

1.2. Teoría de la decisión 5

1.3 Enfoque Multicriterio vs Monocriterio 10

1.4 Métodos de decisión Multicriterio. 11

1.5 Métodos Multicriterio Continuos 14

1.5.1 Programación multiobjetivo 15

1.5.2 Programación por compromiso 15

1.5.3 Programación por metas 15

1.6 Métodos Multicriterio Discretos..... 16

1.6.1 Escuela americana 16

1.6.2 Escuela europea..... 19

1.6.3. Otros métodos de decisión multicriterio discretos..... 20

1.7. Matriz DAFO del enfoque multicriterio..... 24

1.7.1. Fortalezas..... 24

1.7.2. Debilidades 25

1.7.3. Oportunidades 25

1.7.4. Amenazas..... 26

1.8. Importancia de la gestión turística en Cuba 26

1.9. Conclusiones Parciales 27

CAPÍTULO II. Procedimiento metodológico para la toma de decisiones con enfoque multicriterio 28

2.1 Formulación del problema..... 29

2.2 Métodos de Pre – análisis..... 30

2.3 Proceso de normalización y homogenización 31

2.4 Cálculo de los pesos de los criterios 32

2.5 Aplicación de los métodos multicriterio 36

2.6 Conclusiones parciales..... 41

CAPÍTULO III. Aplicación del procedimiento metodológico para la toma de decisiones con enfoque multicriterio	43
Introducción	43
3.1. Formulación del problema.....	43
3.2. Aplicación de métodos de pre-análisis	47
3.3. Proceso de normalización y homogenización.....	48
3.4. Cálculo de los pesos de los criterios	49
3.5. Aplicación de los métodos multicriterio	50
3.5.1. Aplicación del método de la escuela americana: Suma ponderada.....	50
3.5.2. Aplicación del método de la escuela europea: ELECTRE.....	51
3.6. Comparación de resultados	53
3.7. Conclusiones parciales.....	53
CONCLUSIONES GENERALES	54
RECOMENDACIONES	55
BIBLIOGRAFÍA	56
ANEXOS	59

INTRODUCCIÓN

La toma de decisiones forma parte de la actividad cotidiana de cualquier individuo sin importar que estas obedezcan al ámbito personal o profesional y enfrentarse a situaciones en las que nos vemos obligados a elegir entre múltiples opciones es una parte crucial en nuestras vidas

En el entorno económico y empresarial, las organizaciones, a través de sus directivos, se ven obligadas constantemente a tomar decisiones para hacer frente al conjunto de problemas y oportunidades que se presentan. Durante las últimas décadas debido a la globalización, el desarrollo tecnológico y la gran difusión de la información, el valor para las empresas de poseer un centro de decisiones ágil y eficaz ha aumentado considerablemente. Si el centro decisorio no elige la forma correcta de actuación, puede exponer a la empresa al fracaso, por el contrario, si es capaz de tomar las decisiones adecuadas y ser flexible y adaptativo al mismo tiempo, la empresa podría garantizar su supervivencia, obteniendo ventajas competitivas sostenibles y activos difíciles de imitar por sus competidores. Uno de los principios fundamentales para el logro de estos fines es el uso de métodos cuantitativos que son herramientas que reducen la subjetividad en la toma de decisiones mediante la creación de una serie de filtros de selección y ayuda a la elección entre alternativas complejas. Estas decisiones difíciles se caracterizan por observar intereses contrapuestos, tener elementos de incertidumbre, envolver distintas personas en la decisión o bien poseer elementos difícilmente valorables.

Las empresas cubanas en la actualidad no están ajenas a esta realidad, aunque la aplicación de este tipo de técnicas en el país es bastante escasa, motivos por el cual, en la investigación se utiliza un enfoque muy particular relacionado con la pluralidad en la decisión.

El Hotel Iberostar Selection Ensenachos está ubicado en Cayo Ensenachos en la costa norte de Villa Clara y está considerada la instalación hotelera más lujosa de Cuba. Cuenta con 506 habitaciones con vista al mar, a la piscina o al jardín. Opera en la modalidad "Todo Incluido". Entre las facilidades que brinda a los turistas se incluyen bares, piscinas espaciosas y

rodeadas de exuberante vegetación, gimnasio, masaje, discoteca, deportes náuticos, restaurantes "a la carta" (incluidos uno de comida italiana, uno de comida asiática y uno de comida del mar), entre otros atractivos. La variedad de restaurantes especializados en el hotel, permite a los clientes degustar exquisitos platos de la comida internacional y nacional.

La dirección tiene como principal objetivo aumentar los ingresos generados por la actividad turística y para ello, se ha propuesto elevar la estancia promedio de los visitantes. Para alcanzar este propósito se está analizando la apertura de aquellos bares y restaurantes, que contribuyan a enriquecer la oferta gastronómica en la instalación y fuera de ella. Actualmente la organización no cuenta con el capital suficiente, para iniciar la temporada baja con todos abiertos, para lo que resulta necesario seleccionar los más convenientes. Esto trae consigo atrasos en el proceso de selección de bares y restaurantes e ineficiencias en la toma de decisiones, todos estos elementos anteriormente abordados resumen la **situación problemática** de la investigación.

En estos términos se plantea como **problema científico**: ¿Cómo contribuir al mejoramiento del proceso de selección de bares y restaurantes en el Hotel Iberostar Selection Ensenachos mediante el uso de técnicas multicriterios de forma más objetiva?

El **objetivo general** de la investigación consiste en: desarrollar un procedimiento de trabajo que facilite el proceso de selección de bares y restaurantes en la entidad basado en la aplicación de técnicas multicriterios. Este objetivo general fue desglosado en los objetivos específicos siguientes:

1. Establecer la base para el marco teórico-referencial que sustente la investigación a partir del análisis de las tendencias actuales sobre los métodos multicriterio y su aplicación en las organizaciones.
2. Elaborar el procedimiento metodológico para la toma de decisiones en el proceso de selección de bares y restaurantes en el Hotel Iberostar Selection Ensenachos.
3. Implementar el procedimiento a través de la aplicación de técnicas multicriterio para la toma de decisiones.

Para el desarrollo de la investigación se utilizaron métodos de análisis y síntesis, método general de solución de problemas, la metodología de métodos multicriterio, herramientas matemáticas específicas y trabajo con expertos entre otros.

Su valor práctico radica en la factibilidad y pertinencia demostrada de poder implementar el procedimiento con resultados satisfactorios y de perspectiva alentadora para su continuidad en otros tipos de organización.

El valor teórico de esta investigación radica en sistematizar un conjunto de los elementos más relevantes sobre el tema de estudio, permitiendo su uso como un documento de consulta para aquellas personas interesadas en la aplicación de Métodos de Decisión Multicriterio; así como el conjunto de posibilidades de adaptación y de aplicación a diversas situaciones. Igualmente se tratará el enfoque multicriterio desde dos posiciones vanguardistas: la escuela americana y la europea.

El valor metodológico se manifiesta en la posibilidad de integrar diferentes conceptos y herramientas en los procedimientos desarrollados para evaluar el desempeño de la organización. De la misma forma, los procedimientos y experiencias de este trabajo pueden ser incorporados en la enseñanza de pregrado y postgrado de la disciplina Matemática Aplicada

El valor social radica en los beneficios tangibles e intangibles que implican la introducción de la alternativa seleccionada bajo condiciones competitivas que permitirá un mayor desarrollo para la empresa objeto de estudio.

Para su presentación este trabajo de diploma se estructura en tres capítulos. En el capítulo I se lleva a cabo una revisión bibliográfica para la construcción del marco teórico referencial que sustenta la investigación, en el capítulo II se evidencia la metodología necesaria para el desarrollo de los métodos multicriterio seleccionados y el capítulo III se destina a la aplicación de la metodología en función del mejoramiento del proceso de toma de decisiones en la empresa. Además, se incluyen las conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación, las referencias bibliográficas y finalmente un grupo de anexos de necesaria inclusión, como complemento a los resultados expuestos.

CAPÍTULO I. Marco teórico y referencial de la investigación

1.1. Estrategia para la construcción del marco teórico referencial

En el presente capítulo se mostrará un análisis detallado de la literatura especializada teniendo como objetivo mostrar la revisión bibliográfica que constituye la plataforma para sentar las bases teórico-prácticas de la investigación efectuada. Se consultó bibliografía especializada y actualizada, tanto nacional como internacional, analizando el criterio de varios autores sobre los temas a abordar, posibilitando una mejor comprensión de las temáticas utilizadas a lo largo de la investigación. La figura 1 muestra el hilo conductor seguido en la construcción del marco teórico referencial de esta investigación.

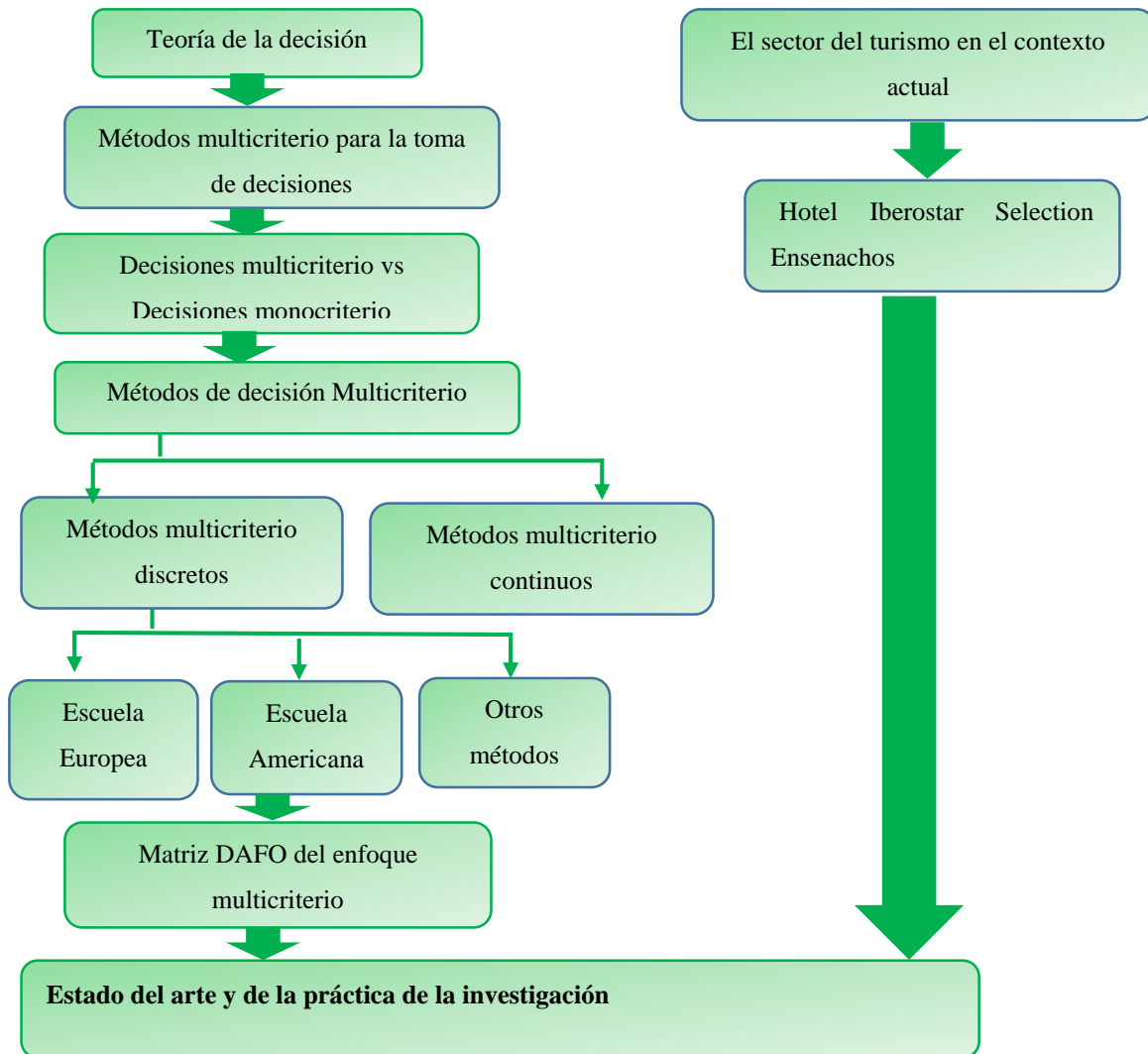


Figura 1. Hilo conductor del marco teórico referencial **Fuente:** Elaboración propia

1.2. Teoría de la decisión

La toma de decisiones forma parte de la actividad cotidiana de cualquier individuo. Sin importar que estas obedezcan al ámbito personal o profesional, enfrentarse a situaciones en las que se ven obligados a elegir entre múltiples opciones es una parte crucial en nuestras vidas. Si bien en cada decisión a la que nos enfrentamos somos conscientes de los objetivos que pretendemos lograr así como de las consecuencias futuras desde el primer momento, existirán un gran número de situaciones en las que dichos objetivos se encuentren en conflicto siendo así la teoría de la decisión un intento de descripción ordenada de las variables que influyen en las elecciones (SUÁREZ, 2017).

Una tarea clave que cobra especial relevancia cuando se trata de las decisiones dentro de una organización es la habilidad para tomar decisiones correctas; por ello, los gerentes de las corporaciones son capacitados en técnicas metodológicas para elegir las decisiones idóneas dentro de los límites de la racionalidad y teniendo en cuenta el tamaño o naturaleza de los riesgos involucrados. Por otra parte, la aplicación de la toma de decisiones en el ámbito organizacional es sólo una derivación de una corriente de pensamiento que se remonta al origen de la humanidad. Autores como Maldonado (2010) se refieren a la importancia de la toma de decisiones al afirmar que lo relativo a quién toma la decisión y cómo lo hace, son cuestiones que han servido de fundamento para formar sistemas de gobierno, de justicia y de orden social y parafrasean a Albert Camus, quien dice que “la vida es la suma de todas las elecciones”, para afirmar que la historia, por lo tanto, es igual a la acumulación de las elecciones de la humanidad (Esseiva, 2019).

El estudio de la toma de decisiones es una integración de los logros alcanzados por disciplinas tan diversas como las matemáticas, la sociología, la psicología, la economía y las ciencias políticas; por nombrar algunas. Los filósofos han profundizado en el significado de lo que nuestras decisiones dicen acerca de nosotros mismos y de nuestros valores. Los historiadores toman como objeto de estudio los momentos en que las decisiones de los líderes y sus consecuencias han significado cambios trascendentales para el orden regional e incluso mundial. La investigación del riesgo y el comportamiento organizacional proviene de un deseo más práctico: ayudar a las organizaciones a alcanzar mejores resultados.

En el entorno actual, en el que las decisiones en las organizaciones ya no sólo se limitan a un solo criterio como pudiera ser su beneficio económica o su pertinencia técnica, se busca que los expertos, los interesados o los afectados por la decisión en el proceso de discusión de los objetivos se involucren en el análisis y determinación de los criterios y de su importancia relativa, y en la evaluación de las diferentes opciones o alternativas de acción. La toma de decisiones grupal permite aprovechar el conocimiento de los integrantes del grupo, promueve la discusión e integración de varios puntos de vista e incrementa la aceptación de la decisión final, facilitando posteriormente su implementación (ROMERO, 1996).

El proceso de toma de decisiones comprende las cinco primeras fases de cualquier proceso de resolución de problemas, el cual está compuesto por 7 etapas: definición del problema, identificación de las alternativas, determinación de los criterios, evaluación de las alternativas, elección de una opción, implementación de la decisión y evaluación de los resultados. (Alvarez, 2019)

En el proceso de toma de decisiones las 5 fases que lo componen, a su vez se agrupan en dos subprocesos, la estructuración y el análisis del problema. La fase de estructuración incluye la definición del problema a abordar, la indicación de las posibles alternativas y el establecimiento del criterio o criterios a tener en cuenta términos que se tratarán en el punto siguiente, determinando de esa forma si el problema a abordar va a ser de criterio único monocriterio o de criterios múltiples donde se consideran como mínimo dos criterios multicriterio.

Luego de ser concluida la fase de estructuración se pasa a la fase de análisis y estudio. En esta fase se evalúan las alternativas para posteriormente elegir la mejor opción. El análisis puede realizarse de forma cualitativa o cuantitativa. Cuando se basa fundamentalmente en la intuición, experiencia y razonamiento de aquellos que participan en el proceso de elección, debido a que los datos que se disponen son confusos e incompletos, se considera que el análisis es cualitativo. Por otra parte cuando las decisiones se basan en hechos y datos relacionados con el problema, a partir de los cuales se establecen relaciones matemáticas en las que describen los objetivos, restricciones y relaciones existentes en el problema se realiza un análisis cuantitativo. En esta fase también se incluye la elección de la mejor alternativa de las que se han hallado, que no por ser la mejor implica que sea la solución óptima al problema.

La bondad de la alternativa seleccionada dependerá de los datos empleados durante todo el proceso de toma de decisión. Puede establecerse la siguiente clasificación, según los datos considerados:

- ❖ Toma de decisiones bajo certidumbre: se conocen todos los datos de forma determinista.
- ❖ Toma de decisiones bajo riesgo: los datos son descritos mediante relaciones de probabilidad.
- ❖ Toma de decisiones bajo incertidumbre: cuando no se puede determinar el peso o relevancia de los datos considerados.

De esta forma se puede afirmar que cualquier proceso de decisión lleva implícito un determinado riesgo que depende de los datos considerados durante todo el proceso de decisión. La decisión tomada supondrá menor riesgo mientras exista una mayor objetividad y precisión en la información a considerar.

Por consiguiente, en una decisión es necesario tener en cuenta cada uno de los factores que pueden influir, establecer comparaciones entre las distintas alternativas que se presentan y plantear los posibles escenarios que se pueden presentar, y de esta forma obtener una previsión de los efectos que causará en el futuro, la decisión que se va a tomar.

La toma de decisiones y su estudio se han caracterizado a lo largo del tiempo por el predominio de algunos enfoques. En el entorno actual varios de estos enfoques se han integrado en modelos que tratan de entender y mejorar el proceso y para obtener resultados más satisfactorios para el decisor: (Maldonado, 2010)

- ❖ Indagación no formal: En relevantes situaciones, cuando aún no existían herramientas matemáticas que facilitaran determinar un análisis, los hombres acudían al oráculo, analizaban las estrellas o buscaban señales en la naturaleza que interpretaban como respuestas o pistas respecto a cuándo y qué decisiones tomar.
- ❖ Experiencia y razonamiento. Los primeros pasos hacia el establecimiento de un proceso de toma de decisiones incluyeron el razonamiento acerca de los hechos implicados y las consecuencias de decisiones tomadas en el pasado.
- ❖ Formalización matemática y metodológica. Con el surgimiento de las matemáticas se tuvieron los medios para expresar las variables, relaciones, supuestos, deducciones y derivaciones implicados en los procesos de decisión.

- ❖ Probabilidad y riesgo. Los avances logrados en el estudio de situaciones no determinísticas, para las que su análisis y tratamiento requería del concepto de probabilidad, aportaron un nuevo elemento de estudio en la toma de decisiones: el riesgo.
- ❖ Teoría de la utilidad. Enfoque surgido del ámbito económico, que agrega el concepto de utilidad al estudio de la toma de decisiones, entendido como el grado de satisfacción que se obtiene ante cierto resultado.
- ❖ Árboles de decisión. Se incluye al análisis el aspecto visual, en el cual las opciones o alternativas se representan gráficamente en una estructura arbórea que incluye probabilidades, riesgos y costos.
- ❖ Criterios múltiples. La naturaleza actual de las organizaciones ha hecho necesario involucrar el enfoque sistémico en la toma de decisiones, dando como resultado múltiples técnicas que buscan determinar el mejor curso de acción entre varias alternativas sometidas al escrutinio de diversos criterios en conflicto.
- ❖ Lógica difusa. Enfoque surgido como respuesta a la existencia de ambientes de decisión en los que los objetivos, las alternativas, los criterios y parámetros constituyen clases cuyos límites no están claramente definidos, existiendo transiciones graduales entre la pertenencia o no pertenencia a estas clases.

Con el paso del tiempo, la toma de decisiones fue tomando importancia y comenzaron a desarrollarse teorías encaminadas a entender y controlar este proceso. Algunas de las aportaciones más representativas son las siguientes:

Tabla 1: Aportaciones teóricas a la toma de decisiones

Época	Científico	Aporte
1620	Francis Bacon	Declara la superioridad del razonamiento inductivo en la ciencia
1641	René Descartes	Propone que la razón es superior a la experiencia en términos de adquirir conocimiento y establece el marco para el método científico.
1654	Blaise Pascal y Pierre de Fermat	Desarrollan el concepto del cálculo de probabilidades para los eventos fortuitos.
1738	Daniel Bernoulli	Establece los fundamentos de la teoría del riesgo examinando eventos aleatorios.
1800	Carl Friedrich Gauss	Estudia la curva en forma de campana descrita con anterioridad por Moivre y desarrolla una estructura para entender la ocurrencia de eventos aleatorios.

1900	Sigmund Freud	Sugiere que las decisiones tomadas por los individuos están influenciadas por causas ocultas en su inconsciente.
1907	Irving Fisher	Introduce el Valor Presente Neto como una herramienta para tomar decisiones
1921	Francis Knight	Establece la distinción entre riesgo, en el cual la probabilidad del resultado puede ser conocida, e incertidumbre, en la cual es imposible conocer esta probabilidad.
1944	John von Newmann, Oskar Morgenstern	En su libro de Teoría de Juegos, describen la base matemática para la toma de decisiones económicas, bajo un enfoque de racionalidad y consistencia.
1947	Herbert Simon	Desecha la noción clásica de que los decisores actúan con perfecta racionalidad, dice que los costos de adquirir información hacen que los ejecutivos sólo tomen decisiones con una racionalidad limitada.
1952	Harry Markowitz	Demuestra matemáticamente cómo elegir un portafolio de opciones financieras cuyo retorno sea consistente.
1960	Edmund Learned, Roland Christensen, Kenneth Andrews.	Desarrollan el análisis FODA Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas como un modelo para la toma de decisiones cuando el tiempo es poco y las circunstancias son complejas.
1968	Howard Raiffa	En su libro Decision Analysis explica muchas técnicas fundamentales para la toma de decisiones, incluyendo árboles de decisión y el valor esperado cuando no se cuenta con información perfecta.
1970	John D. C. Little	Desarrolla la teoría que fundamenta y avanza la capacidad de los sistemas de soporte para la toma de decisiones.
1972	Irving Janis	Introduce el término “pensamiento grupal” que valora el consenso por encima del mejor resultado.
1984	Daniel Isenberg	Explica que los ejecutivos combinan el rigor de la planeación con la intuición cuando se enfrentan con situaciones con altos niveles de incertidumbre.
1995	Anthony Greenwald	Desarrolla The Implicit Association Test, que devela creencias y actitudes inconscientes que pueden afectar el juicio durante la toma de decisiones.
2005	Malcolm Gladwell	Explora la posibilidad de que las decisiones inmediatas son, en ocasiones, mejores que aquellas que se toman con base en análisis racionales.

Fuente : (Ferrás, 2018)

Es a principios de la década de los 70 del siglo XX cuando surge una línea que habría de marcar un cambio de paradigma en la toma de decisiones: el análisis de decisiones multicriterio.

El problema de toma de decisiones con múltiples criterios quizás es el área de desarrollo más activo en los últimos años en el campo de la ciencia de la decisión investigación operativa, gestión de recursos. Así, podemos comentar que en el 1975 solo el 3.5% de los trabajos presentados al Congreso de la Asociación Española de Investigación Operativa estaban dedicados a temas multicriterio, sin embargo este porcentaje aumenta considerablemente ya en 1985 este tema representa el 14% de los trabajos presentados, es decir en tal fecha uno de cada 7 trabajos era multicriterio.

1.3 Enfoque Multicriterio vs Monocriterio

Los procesos de toma de decisiones se han venido analizando tradicionalmente en base a un paradigma que puede esquematizarse de la siguiente forma:

- Se selecciona el criterio bajo el cual se desea decidir la mejor solución.
- Se define el conjunto de restricciones que limitan la solución del problema.

Seguidamente utilizando técnicas más o menos sofisticadas, se procede a buscar entre las soluciones aquella que obtenga un mejor valor del criterio seleccionado, a esto se le denomina solución óptima. Las soluciones posibles de acuerdo a esta estructura son aquellas que den cumplimiento al conjunto de restricciones del problema y que representen los mejores valores del criterio seleccionado por el decisor. Este problema posee una gran solidez desde el punto de vista lógico, sin embargo, posee importantes debilidades que lo desvían considerablemente de los procesos reales de toma de decisiones empresariales. Dado porque en la realidad, los decisores no están interesados en buscar la solución con respecto a un único criterio, sino que desean efectuar esta tarea con arreglo a diferentes criterios que reflejen sus preferencias.

La aplicación de técnicas de análisis de la decisión, específicamente las técnicas multicriterio, podría enriquecer la solución del problema y permitir a la gestión una toma de decisiones que garantice elevar la eficiencia de la empresa. Esto además propicia la aplicación de métodos más flexibles debido a las ventajas que estas técnicas presentan con respecto a las monocriteriales, aspecto este que se muestra en la **tabla 2** a continuación, lo que redundará en la obtención de mejores soluciones de compromiso entre objetivos en conflicto.

Tabla 2: Enfoque monocriterio vs multicriterio

Aspecto	Monocriterio	Multicriterio
Criterios	Únicos	Al menos 2
Solución	Óptima	Compromiso
Preferencias del decisor	Se tiene en cuenta en la función objetivo	Se considera en la solución del problema
Paradigma	Tradicional	Multicriterio
Problemas	Tecnológicos	Económicos y tecnológicos
Deseos del decisor	Un criterio	Criterios en conflicto
Debilidad	Se desvía considerablemente de los problemas reales de toma de decisiones	
Fortaleza		Mayor precisión en los problemas reales de toma de decisión.

Fuente: Elaboración propia

Puede afirmarse entonces que la teoría de la decisión monocriterio constituye un viejo paradigma superado por el enfoque multicriterio. El viejo enfoque puede reducirse al nuevo paradigma como un caso particular del mismo.

1.4 Métodos de decisión Multicriterio.

El Análisis Multicriterio AMC o Análisis de Decisión Multicriterio ADM en inglés *Multicriteria Decision Making MCDM* es técnicamente una filosofía articulada por un conjunto de axiomas lógicos y una metodología de procedimientos, para analizar la complejidad inherente a los problemas. Este se consolida en la década de los setenta. En ese entonces, el AMC se consideraba como una técnica particular de la Teoría de la Decisión que buscaba soluciones óptimas en contextos bien estructurados. Posteriormente, reconociendo que un problema con criterios múltiples no necesariamente admite una solución óptima, el AMC evoluciona a Ayuda a la Decisión Multicriterio *Multiple-criteria Decision Aid MCDA*; el enfoque es buscar una solución “satisfactoria” que responda lo mejor o lo menos mal a los múltiples criterios. El cambio fundamental es considerar a los problemas multicriterio como

no bien estructurados matemáticamente; la solución final es más una creación que un descubrimiento; por eso el énfasis en la palabra “ayuda” (Rafael, 2016).

La toma de decisiones multicriterio ha desarrollado una personalidad propia que utiliza una terminología específica que incluye conceptos nuevos, debe observarse que algunos de los conceptos que se van a introducir tienen el mismo significado semántico y se utilizará uno u otro en dependencia del contexto teórico en el que se utilicen, a continuación, se definen los mismos:

Criterios: Los criterios de decisión, C_j , donde $j = 1, 2, \dots, n$, son los parámetros que permiten reflejar las preferencias del decisor respecto a un atributo. Los criterios pueden presentarse de dos formas, criterios cuantitativos evaluaciones numéricas y cualitativos donde no existe una unidad de medida, la medida es subjetiva. En la mayoría de problemas de decisión multicriterio resulta complicado establecer los criterios, no obstante, su determinación resulta un paso esencial en el proceso y deben cumplir una serie de requisitos para ser adecuados (Sanjurjo, 2016). El concepto de criterio engloba los conceptos de objetivo, atributo y meta:

- **Objetivos:** delimitan los deseos que se quieren satisfacer, indicando las direcciones de mejora según las preferencias del conjunto decisor. Pueden considerarse como ideales inalcanzables.
- **Atributos:** son las características que definen a las alternativas y miden el grado de alcance o cumplimiento de un objetivo. Para cada alternativa se definen unos atributos que permiten definir la consecuencia de la decisión en relación con el sistema de preferencias del decisor. Los atributos siempre dan unos valores del decisor respecto a una realidad objetiva y se pueden expresar mediante una función matemática de variables de decisión, de tal forma que cada alternativa se puede caracterizar mediante un conjunto de medidas relacionadas con los objetivos del decisor.
- **Metas:** reflejan los ideales alcanzables. La alternativa que recogerá los atributos establecidos y pueda satisfacer los criterios, acercándose al máximo a los objetivos establecidos.

Pesos: Los pesos o ponderaciones son las medidas de la importancia relativa que los criterios tienen para el decisor. Asociado a los criterios, se asigna un vector de pesos, $w = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$, donde n , es el número de criterios. En los problemas de toma de decisión multicriterio es muy frecuente que los criterios tengan distinta relevancia para el decisor, aunque esto no

significa que los criterios menos importantes no deban ser considerados. Estas diferencias justifican la existencia de los pesos asociados a los criterios. Existen en la bibliografía diferentes formas de asignación de pesos, las más utilizadas se expondrán en el siguiente capítulo.(Ferrás, 2018)

Alternativas: Las alternativas son acciones, soluciones o caminos posibles que pueden ser implantados como respuesta a una situación, y se caracterizan por estar dotadas con ventajas o inconvenientes con respecto a los criterios con los cuáles son evaluadas. Una alternativa es una opción factible, asequible, caracterizada por su desempeño con respecto a los criterios establecidos. El conjunto de las alternativas está definido como, **A_i donde i** son cada una de las alternativas posibles. Cada conjunto de alternativas A son alternativas diferentes, excluyentes y exhaustivas. La identificación de alternativas es una parte esencial en la toma de decisiones. La decisión final no podrá alcanzar mejores resultados que lo que le permita la mejor alternativa del conjunto evaluado(Vitoriano, 2007)

Matriz de valoración o decisión: Una vez establecidos los criterios y sus pesos asociados, el decisor es capaz de dar, para cada uno de los criterios considerados y para cada alternativa del conjunto de elección, un valor numérico o simbólico **a_{ij}** que expresa una evaluación o juicio de la alternativa **A_i** respecto al criterio **C_j** . Esta evaluación puede ser numérica o verbal y se puede representar en forma de matriz; matriz de valoración o de decisión. Cada fila de la matriz expresa cualidades de la alternativa **A_i** respecto a los **n** criterios considerados. Cada columna de la matriz recoge las evaluaciones o juicios emitidos por el decisor de todas las alternativas respecto al criterio **C_j** . (Díaz Chaviano, 2012)

Tabla 3: Matriz de decisión

		Criterios y pesos asociados					
		C1	C2	...	Cj	...	Cn
		W1	W2	...	Wj	...	Wn
ALTERNATIVAS	A1	a11	a12	...	a1j	...	a1n
	A2	a21	a22	...	a2j	...	a2n
	...	...	...	Valoraciones	...	...	...
	Ai	ai1	ai2	...	aij	...	ain

	Am	am1	am2	...	amj	...	amn

Fuente: (Elaboración propia)

Solución eficiente: Un conjunto de soluciones es eficiente cuando está formado por soluciones factibles, tales que no existe otra solución factible que proporcione una mejora en un atributo sin producir un empeoramiento en al menos otro de los atributos. A esta solución se le denomina solución Pareto Eficiente en honor al economista italiano Vilfredo Pareto.

En las técnicas de análisis de la decisión los términos: multicriterio, multiobjetivo, multiatributo se utilizan para describir problemas de decisión con más de una medida de efectividad, apareciendo indistintamente con un nombre u otro, no existiendo una definición universal de estos términos, se ha aceptado la definición de MCDM que de acuerdo a la definición de varios autores es el término bajo el cual se agrupan a todos los métodos que se basan en múltiples atributos u objetivos, por lo que se divide en dos vertientes: las decisiones multiatributo MADM o métodos multicriterio discretos, las cuales se utilizan para seleccionar “la mejor alternativa” dentro de un conjunto explícito de ellas; y la optimización multiobjetivo MODM o métodos multicriterio continuo, se relacionan con aquellos problemas en que el conjunto de alternativas es grande y no predeterminadas, se utiliza para diseñar la mejor alternativa considerando la interacción con las restricciones, las mismas resuelven situaciones de diferente naturaleza y contenido.

1.5 Métodos Multicriterio Continuos

El análisis multicriterio continuo afronta aquellos problemas multicriterio en el que el decisor se enfrenta a un conjunto de soluciones factibles formado por infinitos puntos. En este grupo

nos encontramos con la Programación multiobjetivo, la Programación por compromiso y la Programación por metas.

1.5.1 Programación multiobjetivo

Se refiere a la posibilidad de resolver problemas de programación matemática, añadiendo a estos un extra de complejidad, introduciendo al problema más de un objetivo que optimizar. Constituye un enfoque multicriterio de gran potencialidad cuando el contexto decisional está definido por una serie de objetivos a optimizar que deben satisfacer un determinado conjunto de restricciones. Consiste en encontrar los puntos que optimizan en algún sentido a precisar una función con valores vectoriales en espacios de dimensión finita, sobre un conjunto factible, definido a menudo por restricciones de igualdad, de desigualdad o de conjunto. El hecho de utilizar funciones vectoriales hace que el concepto de óptimo no sea igual de claro que en el caso de las funciones reales. Una forma de entender el óptimo es en el sentido del orden parcial usual del espacio imagen, pero no es la única que se ha utilizado en los diferentes trabajos de investigación relacionados con el tema (Sanjurjo, 2016).

1.5.2 Programación por compromiso

Esta técnica de resolución se basa en la idea de que cualquier decisor racional elegirá siempre aquella solución Pareto óptima que se encuentre más cerca del punto ideal punto donde todos los objetivos alcanzan su óptimo. El conjunto de puntos que verifican la propiedad anterior se denominan conjunto compromiso Arenas Parra et al., 2002. Este muestra políticas equilibradas ya que son soluciones eficientes al no subordinar un objetivo a otro. Yu y Zeleny desarrollaron las técnicas de programación por compromiso que se han consolidado como uno de los enfoques de resolución de problemas multiobjetivo de mayor potencia y con un amplio campo de aplicaciones (Cabello Herce, 2017).

1.5.3 Programación por metas

Esta se aleja de una filosofía de optimización, entroncando con una filosofía satisfaciente en la línea que propone Herbert Simon, el cual plantea que en contextos decisionales complejos, el centro decisor intenta que una serie de metas relevantes se aproximen lo más posible a unos niveles de aspiración fijados de antemano. Por lo tanto, la programación por metas tiene de fondo una filosofía que se llama “satisfaciente”, lo que quiere decir que no tiene por qué haber una obligatoriedad de satisfacerlo, sino que se ubican cuáles son las metas más

relevantes y se intenta acercarlas lo más posible a los niveles de aspiración. Como mencionó Simon, los centros decisores cada vez son más complejos y además tienen que considerar más parámetros que pueden limitar su deseo, y es en estos en los que sería conveniente aplicar la programación por metas. A pesar de que Simon y otros autores como Charnes, Cooper & Ferguson, empezaron a plantear la programación por metas en el año 1955, hasta mediados de los años 70 no empezó a popularizarse (Rey, 2016). Aunque este método es el más intuitivo presenta una serie de inconvenientes. En primer lugar, los objetivos pueden estar medidos en diferentes unidades, en segundo lugar, este enfoque sugiere que el decisor da la misma importancia al logro de todas las metas, hecho que no es cierto habitualmente. Y, en tercer lugar, es preciso destacar la existencia de soluciones sesgadas hacia un mayor cumplimiento de las metas con niveles de aspiración más elevados (Cabello Herce, 2017).

1.6 Métodos Multicriterio Discretos

Se considera un problema de Decisión Multicriterio Discreto, aquel que se visualiza con un conjunto de alternativas factibles finitas, en un número no muy elevado y que se conocen de manera explícita. La mayoría de los métodos de solución para este tipo de problemas, pertenecen a Escuela Americana y a la Escuela Europea (Munda, 2003).

1.6.1 Escuela americana

En 1944 Von Neumann y Morganstern axiomatizaron la teoría de utilidad esperada y así asentó las bases de la Teoría de la Utilidad Multi-atributo MAUT, como aplicación en econometría.

Los métodos integrados dentro de la Teoría de la Utilidad Multiatributo parten del supuesto de que el decisor trata de maximizar una función de utilidad que agrega los distintos criterios que intervienen en el problema. Cuando el problema es discreto y no existe una situación de incertidumbre, esta función se denomina función valor. MAUT asume que un problema de decisión puede modelarse mediante funciones valoradas reales que pueden ser maximizadas/minimizadas entre las alternativas. Algunos autores han sugerido que MAUT tiene dos variantes: La escuela de Harvard y la escuela de Stanford. La diferencia entre ellas es que en la escuela de Stanford no es necesario calcular una medida global para tomar una decisión (Berumen, 2007) .

Los métodos basados en la función de valor consisten en construir una función (v) que asocia un número real a cada una de las alternativas posibles. Este número refleja el valor o la utilidad que cada alternativa tiene para el decisor.

La principal dificultad de estos métodos consiste precisamente en encontrar dicha función de valor, pero una vez obtenida, el problema de decidir la mejor de las alternativas se reduce a obtener el máximo/mínimo de todos los valores calculados. Basados en la existencia de la función valor la escuela americana propone varios métodos prácticos, como son los métodos de la suma ponderada, el método de las Jerarquías Analíticas o Proceso Analítico Jerárquico AHP, que según sus autores constituyen una teoría y finalmente el método SMART Simple Multi-attribute Rating Technique (Cascales, 2009).

El método de la suma ponderada

El método de la suma ponderada asume que la función valor buscada se puede descomponer y asimilar a un modelo aditivo, es decir, presentarse de la forma:

$$v = \lambda_1 * v_1 + \lambda_2 * v_2 + \dots + \lambda_n * v_n \quad (1)$$

Los datos de partida del método son los expresados en la matriz de valoración x_{ij} de forma que se evalúa, para cada alternativa, el grado de cumplimiento de cada uno de los criterios. Se supone que los juicios que evalúan cada alternativa según cada criterio admiten representaciones numéricas sobre una escala de valores reales (González, 2012).

Una vez obtenida la matriz de valoración, ésta debe ser normalizada, de forma que los valores de los criterios, generalmente expresados en escalas distintas, se puedan comparar y no se produzcan sesgos. Una vez obtenidos los valores normalizados r_{ij} para cada alternativa A_i , y conocidos los pesos w_j asociados a cada uno de los criterios que se consideran, el método de la suma ponderada construye la función valor de la siguiente forma:

$$v(A_i) = \frac{\sum_{j=1}^n (w_j * r_{ij}); i=1,2,\dots,m}{\sum_{j=1}^n (w_j)} \quad (2)$$

Fuente: (Alvarez, 2019)

Donde $v(A_i)$ es un valor promedio ponderado para cada alternativa A_i , que refleja el valor que cada alternativa tiene para el decisor. Así pues, con la ordenación de las alternativas en base a los valores $v(A_1), v(A_2), \dots, v(A_m)$ es posible resolver el problema de decisión y determinar la mejor alternativa de entre las posibles, que será la de suma ponderada mayor/menor de acuerdo al criterio de optimización seleccionado (MOLINA, 2011).

Método de Análisis Jerárquico AHP – Analytic Hierarchy Process

Desarrollado por el matemático Thomas L. Saaty en 1980. Este método considera una estructura jerárquica para formalizar nuestra aproximación a la comprensión intuitiva de problemas complejos y tiene en cuenta objetivos, criterios y alternativas para establecer comparaciones que faciliten el análisis por niveles de jerarquía (Martínez, 2019). Esta metodología se utiliza para resolver problemas en los cuales existe la necesidad de priorizar distintas opciones y posteriormente decidir cuál es la opción más conveniente. Las decisiones a ser tomadas con el uso de esta técnica, pueden variar desde simple decisiones personales y cualitativas hasta escenarios de decisiones muy complejas y totalmente cuantitativas (TAOUFIKALLAH, 2004).

El método SMART Simple MultiAttribute Rating Technique.

Propuesto y mejorado por Edwards y Barron en 1977. Utiliza límites inferiores y superiores para caracterizar las diferentes alternativas, con el fin de identificar cuáles son peores o mejores y cuando hay necesidad de excluir algunas de las previamente seleccionadas o incluir otras que permitan mejorar los niveles de comparación (BERNAL ROMERO, 2018).

La ventaja del modelo SMART es que es independiente de las alternativas. Cuando las evaluaciones de las alternativas no son relativas, cambiando el número de alternativas considerado no cambiarán las puntuaciones de la decisión con respecto a las alternativas. Esta característica es particularmente útil cuando se añaden nuevas alternativas a la comparación existente o se eliminan (making', 2014).

TEOREMA DE ARROW

El teorema de la imposibilidad de Arrow constituye un tópico clásico dentro de la economía neoclásica normativa, o Economía del Bienestar. (Burbano, 2016) El cual muestra a partir de

supuestos plausibles y de sentido común, que no es posible construir un mapa de elección social a partir de preferencias individuales acerca del conjunto social sin impedir que algún individuo imponga sus preferencias a los demás esto es, que se constituya en dictador. Los principios de la elección desarrollados por Arrow en el 51 continúan marcando la discusión contemporánea. Uno de los aportes más relevantes es la definición de la aversión, absoluta y relativa, al riesgo (Plata-Pérez, 2005).

1.6.2 Escuela europea

La Escuela Europea, con el trabajo de B. Roy en los años 70 y la contribución de varios científicos europeos, fue la fundadora de la metodología de Ayuda a la Decisión Multicriterio por reflejar una actitud dentro de la línea del pensamiento constructivista. Esta familia de métodos persigue ayudar al decisor a resolver el problema teniendo en cuenta las dificultades que se derivan para la construcción de la función de valor. Se describen por su importancia, los métodos ELECTRE The Elimination Et Choix Traduisant la Réalité, los métodos PROMETHEE Preference Ranking Organization method of Enrichment Evaluations, y el método MACBETH The Measuring by a Categorical Based Evaluation Technique, métodos también llamados de sobreclasificación.

Método ELECTRE Elimination et Choix Traduisant la Réalité

El método ELECTRE pertenece a una familia de métodos basados en relaciones de superación o sobre clasificación para decidir acerca de la determinación de una solución, que sin ser óptima pueda considerarse satisfactoria; además de obtener una jerarquización de las acciones o alternativas bajo análisis. Originaria y desarrollada por la escuela francófona principalmente en Francia, Bélgica, Suiza, aunque puede considerarse continental, ya que se verifican importantes contribuciones de los Países Bajos y Polonia, entre otros, a tal esquema, en la actualidad han sido desarrollados los procedimientos ELECTRE I, II, III, IV, IS; y ELECTRE TRI, los que brindan procedimientos para resolver diferentes tipos de problemas suscitados en el tratamiento de la teoría de la decisión (Zamora, 2010).

Método PROMETHEE Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation

El método PROMETHEE desarrollado por Vinke y Brans en 1985 consiste, como en ELECTRE III, en la construcción de relaciones de superación valorizadas, incorporando conceptos y parámetros que poseen alguna interpretación física o económica fácilmente comprensibles por el decisor (Islas, 2009).

PROMETHEE hace uso del concepto de pseudocriterio ya que construye el grado de superación entre cada par de acciones ordenadas, tomando en cuenta la diferencia de puntuación que esas acciones poseen respecto a cada atributo.

La evaluación de esas diferencias puede realizarse mediante funciones valor posibles y que son utilizadas de acuerdo a las preferencias del decisor, quién además debe proporcionar los umbrales de indiferencia y de preferencia asociados a estos pseudocriterios (Loaiza, 2016).

Otras variantes del método plantean situaciones más sofisticadas de decisión, en particular problemas con un componente estocástico. Así se han desarrollado las versiones PROMETHEE II, PROMETHEE III, PROMETHEE IV y PROMETHEE V. En PROMETHEE V Brans y Mareschal se incorpora una filosofía de optimización entera a efectos de abordar problemas de selección de inversiones con restricciones presupuestarias (Chávez, 2013).

Método MACBETH.

MACBETH es un método interactivo que mide el grado de preferencia de un decisor sobre un conjunto de alternativas. Fue desarrollado por Bana et al. Construye una función criterio desde un punto de vista fundamental y determina los parámetros relacionados con la información entre criterios pesos en la fase de agregación. El método utiliza un procedimiento mediante un cuestionario inicial iterativo que compara dos niveles al mismo tiempo, requiriendo solamente un juicio de preferencia cualitativo. Empieza con la comparación de la opción más atractiva y la menos atractiva. La opción más atractiva se compara entonces con el resto de opciones y el siguiente paso considera la comparación de la segunda opción más atractiva con la tercera, y así con todas (Xavier Girones, 2008).

1.6.3. Otros métodos de decisión multicriterio discretos

Finalmente como otros métodos interesantes podemos considerar el método ZAPROS abreviación de las palabra Rusas: Closed Procedures near Reference Situations, el método

TOPSIS Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution, que se basa en el cálculo de la distancia euclídea de una alternativa a las soluciones ideal y antiideal previamente establecidas y el método VIKOR que determina una solución de compromiso, proporcionando una “utilidad de grupo” para la “mayoría” y una penalización mínima individual para el “opponente”.

Método ZAPROS

La técnica ZAPROS fue desarrollado por Larichev y Moshkovich utiliza evaluaciones cualitativas mediante las que el decisor elabora ordenes parciales en un posible gran conjunto de alternativas, pero el método solo proporciona un orden parcial y no garantiza una ordenación completa (Jiménez, 2009).

El método está basado en operaciones psicológicamente válidas para la elicitación de información de un decisor: comparaciones de dos distancias entre las evaluaciones en las escalas ordinales de dos criterios. La información recibida por el decisor se utiliza para la construcción de relaciones binarias entre un par de alternativas que producen relaciones de preferencia, indiferencia o incompatibilidad.

Método TOPSIS

El método de Programación por Compromiso, también llamado TOPSIS, es una técnica de programación matemática utilizada originalmente en contextos continuos y que ha sido modificada para el análisis de problemas multicriterio de tipo discretos. Es utilizada para identificar soluciones que se encuentran lo más cerca posible a una solución ideal aplicando para ello alguna medida de distancia. Las soluciones así identificadas se denominan soluciones compromiso y constituyen el conjunto de compromiso.

Esta técnica está basada en el concepto de que una alternativa seleccionada debe tener la distancia más corta posible hacia la solución ideal positiva y estar lo más lejos posible respecto a la solución ideal negativa. Fue desarrollada por Hwang y Yoon recibiendo posteriormente aportes de Zeleny. Fue mejorada por los propios autores en 1987 y más tarde por Lai et al en 1993, (Jiménez, 2009). Una solución ideal se define como una colección de niveles ideales o de valoraciones en todos los atributos considerados, pudiendo suceder que tal solución normalmente sea inalcanzable o que sea no factible. Esta noción se basa en la

idea de que el logro de tal meta se encuentra en la racionalidad de la elección humana. El vector compuesto por los mejores valores del j -ésimo atributo respecto a todas las alternativas posibles es quien recibe el nombre de solución ideal positiva. En contraposición, la solución ideal negativa estaría dada por el vector que contiene las peores valoraciones alcanzables en los atributos. De este modo puede ocurrir que una alternativa seleccionada desde el punto de vista de su distancia más corta respecto de la solución ideal positiva deba competir con otra alternativa que se encuentra lo más lejos posible de la solución ideal negativa. Por ello, y a fin de definir la solución ideal, el método TOPSIS define un índice de similaridad o de proximidad relativa que se construye combinando la proximidad ideal positiva y la lejanía respecto al ideal negativo.

El método se desarrolla en una serie de etapas: primero se normalizan las valoraciones asignadas a las diversas alternativas; luego se calculan los valoraciones normalizadas ponderadas; de allí se identifican y/o definen las soluciones ideal positiva e ideal negativa del problema bajo análisis, en términos de los valores normalizados ponderados; así mismo se calculan las medidas de separación o distancia a las soluciones ideales entre las alternativas, mediante alguna noción de distancia métrica, que puede ser la euclídea. Cualquiera que sea la noción de distancia utilizada, está se calcula respecto a la solución ideal positiva y respecto a la solución ideal negativa; finalmente se construyen las semejanzas a la solución ideal como índice respecto a la solución ideal negativa, lo que implica que dicho índice combina los dos aspectos o metas definidos al principio (Jiménez, 2009) .

La ordenación por preferencia de las soluciones surge de colocar las alternativas en orden decreciente respecto a las semejanzas estimadas en el último paso ya que el valor más alto representa aquella alternativa que se encuentra más cerca del ideal positivo en relación a la distancia respecto al ideal negativo.

Método VIKOR

El método VIKOR fue introducido por Opricovic, como una técnica aplicable para implementar dentro de los MCDM. El método VIKOR se desarrolló para sistemas complejos de optimización multicriterio. Este determina una lista-ranking de compromiso, la solución de compromiso y los intervalos de estabilidad de pesos para la estabilidad de la preferencia de la solución de compromiso obtenida con los pesos iniciales dados. Este método se centra

en la ordenación y selección de un conjunto de alternativas en presencia de criterios en conflicto. Introduce un índice de ordenación multicriterio basado en la medida particular de “proximidad” a la solución “ideal” (Romana, 2016).

Se asume que cada alternativa se evalúa de acuerdo a cada función criterio, la ordenación de compromiso puede representarse mediante la comparación de las medidas de proximidad a la alternativa ideal. La medida multicriterio para la ordenación de compromiso se desarrolla mediante la utilización de la **métrica-Lp** como una función de agregación en un método de programación por compromiso. Las diferentes alternativas se denotan como **a1, a2,..., aj**. Para la alternativa **aj**, la valoración del **i-ésimo** aspecto se denota mediante **fij**, es decir, **fij** es el valor de la **i-ésima** función criterio para la alternativa aj; siendo n el número de criterios. (Hernández, 2015). Siendo la definición de la **métrica-Lp**: del: método VIKOR:

$$L_p, \quad j = \left\{ \sum_{i=1}^n [w_i (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-)^p] \right\}^{1/p} \quad (3)$$

$$1 \leq p \leq \infty; j = 1, 2, \dots, J$$

Donde $f_i^* = \max f_{ij}$ y $f_i^- = \min f_{ij}$ si la **i-ésima** función representa un criterio de beneficio.

La ordenación mediante VIKOR puede realizarse con diferentes valores para los pesos de los criterios, analizando el impacto de estos en la solución de compromiso propuesta. El método VIKOR determina los intervalos de estabilidad de los pesos, utilizando la metodología propuesta por Opricovic. La solución de compromiso obtenida con los pesos iniciales puede reemplazarse con el valor de un peso que no se encuentra en el intervalo de estabilidad. El análisis de los intervalos de estabilidad de pesos para un solo criterio se realiza para todas las funciones criterio, con el mismo valor inicial de los pesos dados. De este modo, las preferencias de estabilidad de una solución de compromiso obtenida deberían analizarse utilizando el programa VIKOR (Blanca Ceballos, 2015).

VIKOR es una herramienta en la toma de decisión multicriterio, particularmente en una situación donde el decisor no es capaz, o no sabe expresar sus preferencias al comienzo del diseño del sistema. La solución de compromiso obtenida puede ser aceptada por los decisores porque proporciona una máxima “utilidad de grupo” de la “mayoría” y un mínimo de

penalización individual para el “opponente”. La solución de compromiso podría ser la base para negociaciones, incluyendo las preferencias del decisor para el peso de los criterios.

1.7. Matriz DAFO del enfoque multicriterio

La matriz DAFO es una herramienta de análisis estratégico. Conjuga el estudio de las fortalezas o puntos fuertes y debilidades o puntos débiles de una organización, un territorio o un sector con el estudio de las oportunidades y amenazas de su entorno, aunque también es aplicado con fines académicos para la profundización de conocimientos sobre determinado tema.

Este recurso fue creado a principios de la década de los setenta y produjo una revolución en el campo de la estrategia empresarial. El objetivo del análisis DAFO es determinar las ventajas competitivas de la empresa bajo análisis y la estrategia genérica a emplear por la misma que más le convenga en función de sus características propias y de las del mercado en que se mueve, como bien lo expone (DEVCO, 2015).

Este análisis permite identificar las líneas estratégicas que pueden desarrollarse. Aunque en un principio esté destinado a la planificación, su evaluación sirve también para comprobar que la estrategia establecida ofrece una respuesta satisfactoria a la situación que describe el análisis y para el completamiento de conocimientos.

1.7.1. Fortalezas

Las fortalezas o puntos fuertes son todos aquellos elementos internos y positivos que diferencian al programa o proyecto de otros de igual clase.

- Permiten identificar elementos de respuesta tangibles a preguntas y problemas que se presentan en la toma de decisiones.
- Simplifica situaciones. Facilita el encontrar una solución en ambientes complejos y permite identificar las variables y relaciones presentes en la situación.
- Es un método comprensible. Las bases sobre las que se realiza la evaluación de criterios y la puntuación de resultados son a menudo fácilmente comprensibles.
- Es un método racional. Gracias al estudio homogéneo y simultáneo de un gran número de factores que permite una valoración estable de los diferentes elementos incluidos en el análisis.

- Es una herramienta de negociación útil en discusiones complejas y en contextos conflictivos.
- Contribuye a racionalizar el debate y a aumentar y desarrollar la comunicación entre los actores.
- Los métodos de decisión son una herramienta que reduce la subjetividad en la toma de decisiones mediante la creación de una serie de filtros de selección y ayuda a la elección entre alternativas complejas.

1.7.2. Debilidades

Contrariamente a las fortalezas, las debilidades o puntos débiles se refieren a todos aquellos elementos, recursos, habilidades y actitudes que la empresa ya tiene y que constituyen barreras para lograr la buena marcha de la organización.

- Se requieren análisis adicionales para establecer condiciones previas. Dado que se requiere un mínimo de puntos de acuerdo entre los actores respecto a los objetivos, criterios, pesos, etc. Esto involucra tiempo, procesos y recursos adicionales.
- Dificultad para llegar a acuerdos respecto a la selección de acciones o alternativas a estudiar al definir los criterios de comparación y elaborar las tablas de puntuación, etc.
- Tiempos prolongados. Los análisis multicriterio suelen basarse en procesos prolongados e iterativos, que pueden requerir un importante y largo período de negociación.
- Grado de tecnicidad. Además de las herramientas informáticas que hay que saber manejar, los conceptos y los métodos matemáticos de agregación de datos requieren la capacitación adecuada; de lo contrario, pueden surgir confusiones en el análisis y llegarse a conclusiones erróneas.
- El análisis puede incluir cierto grado subjetivo. A pesar de su enfoque racional, debido a que se incluyen datos provenientes de fuentes que pueden tener intereses diversos.

1.7.3. Oportunidades

Las oportunidades son aquellos factores, positivos, que se generan en el entorno y que, una vez identificados, pueden ser aprovechados.

- Permiten reducir o atemperar el riesgo que suponen las conjeturas y supuestos improvisados en el afán de alcanzar mejores niveles de competitividad en el seno de las empresas, los sectores industriales y las regiones a partir de la utilización de los métodos apoyando la toma de decisiones en la organización.
- Los problemas actuales exigen por sus características pluralidad en la decisión.

1.7.4. Amenazas

Las amenazas son los problemas, obstáculos o limitaciones externos al programa o proyecto, que pueden atentar contra éste, por lo que, llegado al caso, puede ser necesario diseñar una estrategia adecuada para poder sortearlas.

- Inutilización de los métodos debido a limitaciones de los modelos desarrollados hasta el momento como lo es la falta de formalización de la que padecen.
- Pobre capacitación de los directivos de las organizaciones sobre la utilidad de estos procedimientos para la toma de decisiones que involucre varias opiniones.

1.8. Importancia de la gestión turística en Cuba

A partir de 1990 el turismo se ha presentado como uno de los pilares fundamentales de la economía cubana. Desde entonces el número de turistas que visitan la Isla aumenta cada año. Ello evidencia la preferencia de Cuba para la industria del ocio. En 1990 se recibieron 340 mil turistas y, ya en el año 2005 la cifra de visitantes fue de 2,3 millones, según datos de la Oficina Nacional de Estadística, situándose en el tercer lugar entre los receptores de turismo en el Caribe. El año 2019 alcanzó la cifra de 4,2 millones de visitantes según dicha oficina.

Actualmente, el sector de alojamiento turístico, los hoteles y complejos vacacionales se agrupan en varias empresas estatales, con la dirección del MINTUR operan los Complejos Hoteleros Gran Caribe, Cubanacán, Islazul y Campismo Popular, estos dos últimos prestan servicios principalmente al turismo nacional. Bajo la dirección de GAESA se encuentra el Grupo de Turismo de Gaviota. Existiendo en el país casi 70 mil habitaciones en hoteles con niveles internacionales y cerca 23 mil habitaciones del sector no estatal para el turismo. Son 21 las gerencias foráneas administrando instalaciones en Cuba con más de 45 mil habitaciones, lo que indica que el 64 por ciento de esas están bajo la modalidad de contratos de administración y comercialización (Olmo, 2019).

En la actualidad las entidades turísticas se esfuerzan por ampliar y enriquecer su oferta con vistas a satisfacer las expectativas más exigentes de los clientes. Entre los atractivos de la oferta turística predomina el producto “Sol y Playa”, siendo el principal motivo de las visitas al país, sobresaliendo dentro de éstas el hotel Iberostar Selection Ensenachos ubicado en este perfil costero y contribuye un referente por ser un lugar de alta demanda, ubicación favorable y diseño acogedor. Algo similar ocurre en la mayoría de los destinos del Caribe Insular, motivo por el cual se debe considerar la diversificación de la oferta turística (incluye oferta gastronómica) en Cuba y por ello, uno de los principales objetivos del Ministerio de Turismo de Cuba (MINTUR).

1.9. Conclusiones Parciales

La revisión bibliográfica realizada permitió llegar a las conclusiones siguientes:

1. En este capítulo se pueden observar los principales términos y conceptos que sustentan la investigación que se propone, apoyados en la bibliografía registrada se obtuvo información relevante y particular de la entidad objeto de estudio.
2. La diferencia entre la escuela americana y europea en relación con el enfoque multicriterio está dada en que mientras la escuela americana parte de construir una función de valor que asocia un número real a cada una de las alternativas y obtener el máximo/mínimo de todos los valores calculados para el decisor, la escuela europea se basa en relaciones de superación valorizadas para decidir acerca de la determinación de una solución, que sin ser óptima pueda considerarse satisfactoria.
3. La necesidad de la pluralidad se debe a que esta ofrece una visión natural de la realidad que condiciona la elección y que las restricciones planteadas sean menos estrictas, para poder abordar los problemas de decisión de forma más flexible.
4. En un entorno de competitividad creciente es fundamental el empleo de metodologías de apoyo en la toma de decisiones que ayuden a decidir en escenarios donde intervienen múltiples variables o criterios de selección, en la búsqueda de la eficiencia y la productividad de las empresas y los sectores industriales.

CAPÍTULO II. Procedimiento metodológico para la toma de decisiones con enfoque multicriterio

Los avances incorporados a la búsqueda continua de la competitividad de las empresas han favorecido el desarrollo de diversos métodos multicriterio que apoyen la toma de decisiones. En este capítulo, dando cumplimiento a los objetivos de la investigación, se propone una descripción de la metodología de trabajo multicriterio como un procedimiento para la asistencia a la toma de decisiones, clasificándolo como el método más apropiado en la optimización de los resultados que se pretenden obtener con su aplicación. (Ver figura 2)

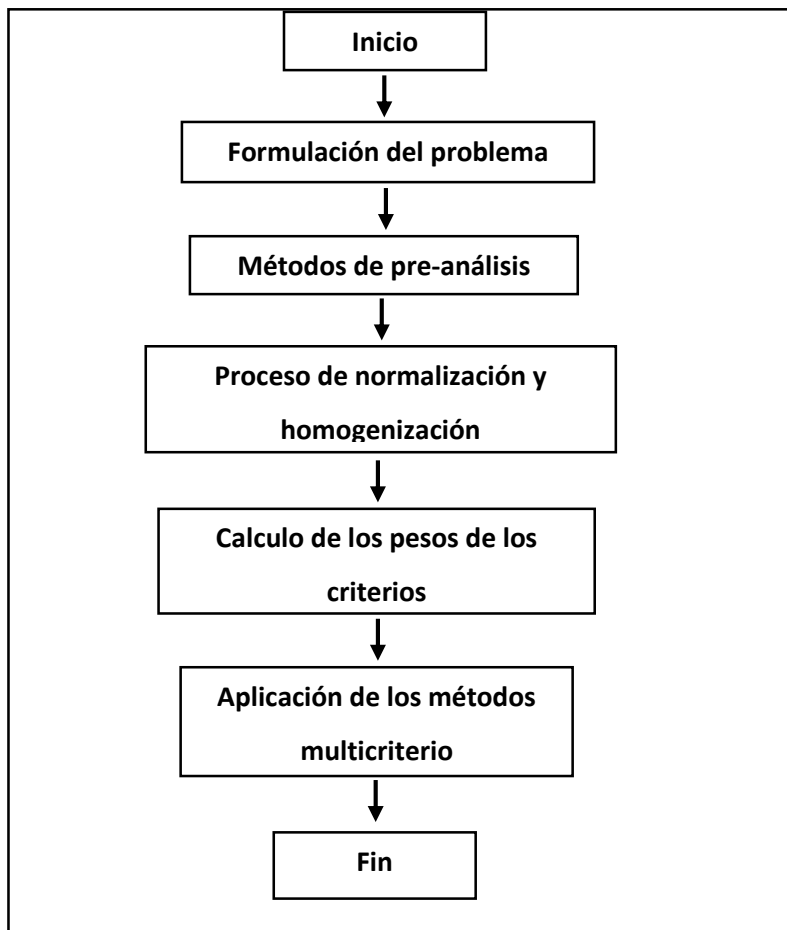


Figura 2: Procedimiento metodológico para la toma de decisiones con enfoque multicriterio.

Fuente: Elaboración propia

2.1 Formulación del problema

Definir el problema es el paso inicial para la toma de decisión; sin un problema bien definido, no hay objetivo definido y no hay una solución veraz. Se hace necesario maximizar la posibilidad de aislar y definir el problema sin restricciones, lo más amplio posible. Se tendrán en cuenta: la magnitud del problema, dominio y conocimiento por los especialistas, existencia de recursos necesarios, beneficio económico de la solución, importancia e influencia sobre los demás problemas.

Se definirán las alternativas, atributos y criterios de decisión del problema, teniendo en cuenta criterios y requisitos que estos deben cumplir. Es necesario que los atributos puedan medirse independientemente de los deseos del centro decisor y a su vez sean susceptibles de expresarse como una función de las correspondientes variables de decisión.

Se deben tener en cuenta la utilización de diferentes técnicas de recopilación de información para definir las alternativas y atributos como pueden ser:

- ❖ **Encuestas:** Conjunto de preguntas especialmente diseñadas y pensadas para ser dirigidas a una muestra de población, que se considera por determinadas circunstancias funcionales al trabajo, representativa de esa población, con el objetivo de conocer la opinión de las personas sobre determinadas cuestiones corrientes y por qué no, también para medir la temperatura de las mismas acerca de algún hecho específico que se sucede en una comunidad.
- ❖ **Entrevistas:** Comunicación verbal entre dos o más personas con el objetivo de obtener información acerca de determinadas cuestiones. Constituye el elemento básico para la obtención de información, realizándose a distintos niveles de dirección en la entidad donde se hace el estudio, por lo que el tipo de entrevista, su contenido y la forma de realizarla estarán en función del nivel de dirección o de decisión de las distintas personas entrevistadas.
- ❖ **Análisis documental:** Este método está referido al análisis e interpretación de la documentación existente en la organización o fuera de esta, por lo que tiene carácter interno o externo, con el objetivo de comprender la perspectiva oficial sobre los aspectos organizacionales a estudiar. Puede ser utilizado correctamente si se conoce quien ha emitido la documentación y por qué razones, es decir, su contexto social.

Una vez definidos se agrupan el conjunto de alternativas y criterios en una matriz de $m \times n$ (R_{11}, \dots, R_{mn}) que representa el resultado alcanzado por cada alternativa en relación con cada criterio. Esta matriz se denomina “Matriz decisional” y es el punto de partida de todos los análisis multicriterio discretos.

Tabla 3: Matriz decisional

		Criterios					
		C ₁	C ₂	...	C _j	...	C _n
Alternativas	A ₁	a ₁₁	a ₁₂	...	a _{1j}	...	a _{1n}
	A ₂	a ₂₁	a ₂₂	...	a _{2j}	...	a _{2n}
	...	...	...	Valoraciones	...	...	...
	A _i	a _{i1}	a _{i2}	...	a _{ij}	...	a _{in}

	A _m	a _{m1}	a _{m2}	...	a _{mj}	...	a _{mn}

Fuente: Elaboración propia

2.2 Métodos de Pre – análisis

Para alcanzar la decisión más satisfactoria en el proceso de toma de decisiones es imprescindible tener en cuenta todas y cada una de las características o criterios, mediante los cuales se puede llegar al establecimiento de un orden, y aún más, a la selección de la alternativa más fiable y accesible que logre el objetivo final.

Es necesario para el decisor (individuo o conjunto de individuos que tienen la responsabilidad de tomar la decisión), en el momento de llevar a cabo el procedimiento establecido, la utilización de métodos como los de pre-análisis que permitan la mayor eficiencia en el proceso de toma de decisiones y al mismo tiempo analicen de forma temprana la posibilidad de eliminar alternativas en situaciones que se presentarán diariamente en el ámbito empresarial.

Método de dominación: Debe entenderse por "dominación", la probabilidad de encontrar obediencia dentro de un grupo determinado para mandatos específicos (o para toda clase de mandatos). Con el objetivo de reducir el conjunto de alternativas a valorar para hacer el procedimiento propuesto más rápido y eficiente es necesario eliminar aquellas alternativas que por sus características no formarán parte del conjunto solución debido al mal comportamiento de los indicadores obtenidos siendo estas las alternativas que reciben el nombre de alternativas dominadas. Se dice que una alternativa domina a la otra si en al menos uno de los criterios es mejor que la otra y en los demás es al menos igual, lo que equivale a decir que la mejor alternativa es no dominada concepto que coincide con la solución eficiente o solución Pareto optimal.

Dicho de otro modo, que no se puede encontrar otra alternativa que sea mejor o igual en todos los criterios y estrictamente mejor en al menos uno de ellos.

Método de satisfacción: Es otro procedimiento para la eliminación de la cantidad de alternativas, haciendo más fácil la obtención de los resultados esperados. El método de satisfacción plantea que aquella o aquellas alternativas que incumplan con el nivel de satisfacción para cualquiera de los criterios de decisión se eliminan del conjunto de alternativas de solución. El análisis de satisfacción presupone la fijación de niveles de satisfacción para alguno o todos los criterios que deben ser satisfechos.

2.3 Proceso de normalización y homogenización

Antes de aplicar el método multicriterio que se decida, en algunos casos, es necesario realizar primeramente algunas transformaciones a la matriz de decisión. Tal es el caso de la homogenización y la normalización como se explican a continuación.

Homogenización de la matriz: Al realizar este procedimiento, se pretende que todos los criterios tengan el mismo criterio de optimización; es decir, de maximización o de minimización. Si la mayoría de los a_{ij} son positivos o la mayoría de los a_{ij} son negativos se puede pasar de min a máx o viceversa utilizando la transformación:

$$V_{ij} = 1/a_{ij}. \quad (4)$$

Normalización de la matriz: En este punto, es necesario normalizar la matriz para llevar todas las calificaciones a unidades comparables ya que en la mayor parte de los contextos

decisionales las unidades en que están medidos los diferentes criterios suelen ser muy diferentes por lo que una comparación o agregación de los diferentes criterios carece de significado. Así como también, debe tenerse en cuenta que en muchos problemas multicriterio, los valores alcanzables por los diferentes criterios pueden ser muy diferentes. En tales casos, sin una normalización previa de los criterios los métodos multicriterio pueden conducirnos a soluciones sesgadas hacia los criterios con valores alcanzables mayores. Este procedimiento nos permitirá realizar comparaciones tanto intra como interatributos. Los métodos utilizados son:

$$\text{Fracción del Rango: } \mathbf{V_i} = (\mathbf{a_i} - \mathbf{min\ a_i}) / (\mathbf{máx\ a_i} - \mathbf{min\ a_i}) \quad (5)$$

$$\text{Fracción del total: } \mathbf{V_i} = \mathbf{a_i} / \mathbf{\Sigma a_i} \quad (6)$$

$$\text{Fracción del máximo: } \mathbf{V_i} = \mathbf{a_i} / \mathbf{máx\ a_i} \quad (7)$$

$$\text{Fracción I – énesima componente: } \mathbf{V_i} = \mathbf{a_i} / (\mathbf{\Sigma a_i^2})^{1/2} \quad (8)$$

No existe un método de normalización superior a otro, pero la mayoría de los decisores utilizan el de la fracción del total por su sencillez operacional y porque muchos métodos multicriterio suponen como condición o premisa que la normalización de la matriz sea realizada con este método.

2.4 Cálculo de los pesos de los criterios

Como se ha expuesto anteriormente, los criterios relevantes en un problema decisional pueden tener diferente importancia para el centro decisor. Este hecho hace que en muchos problemas decisionales resulte necesario obtener unos pesos o indicadores de las preferencias relativas del centro decisor por unos criterios con respecto a otros.

Conviene indicar que así como la tarea de normalizar criterios requiere exclusivamente una información de tipo técnico, la estimación de las preferencias relativas conlleva una fuerte carga subjetiva lo que hace necesario que para estimar dichos pesos preferenciales tengamos que interaccionar de una manera u otra con el centro decisor. Estos pesos w_j deben ser números positivos, e independientes de las unidades de medición de los criterios.

$$\mathbf{W} = \{\mathbf{w_j}\} \quad \forall \mathbf{j} = \mathbf{1, 2, 3, \dots, m}$$

$$\mathbf{\Sigma_{j=1}^m w_j} = \mathbf{1} \quad (9)$$

Existen en la bibliografía diferentes procedimientos utilizados para poder estimar pesos preferenciales. Éstos se clasifican en tres grupos:

Métodos de asignación directa: Aquellos en el que el decisor asigna directamente valores a los pesos. Se pueden asignar de diferentes formas: por ordenación simple, por tasación simple o por comparaciones sucesivas.

- **Ordenación simple:** Es la técnica más sencilla de ponderación de criterios, ya que en él lo único que se demanda al decisor es que ordene los criterios de mayor a menor importancia, de forma que después se da el mayor valor al primero y el menor valor al último. En el supuesto de que dos criterios se definan como de la misma importancia a cada uno de ellos se le adjudica el promedio de ambas valoraciones. Puntuados los criterios se normalizan por la suma y el resultado es la ponderación final de los criterios. Es interesante observar que con el procedimiento expuesto la suma de los pesos preferenciales obtenidos es igual a uno. Esta propiedad es bastante útil tanto para interpretar el significado de los pesos como para facilitar su uso por parte del centro decisor. Este método por su sencillez puede ser aplicado en situaciones de poca información sobre las variables por parte del decisor. Facilita el proceso decisional, pues mediante una simple técnica, puede ser llevada a cabo una gran acción que demuestra la importancia de los métodos subjetivos y la necesidad de la utilización de los criterios de expertos.
- **Tasación simple (Rating):** Se le pide al decisor que de una valoración de cada peso en una cierta escala de medida (0 a 5, 0 a 10, etc.); una vez obtenidas las valoraciones, estas se normalizan dividiendo cada valor por la suma de todos ellos. Al igual que el método anterior puede ser utilizado en situaciones de poca información.

Métodos objetivos: Aquellos que sólo observan los hechos y fenómenos reales, tangibles, naturales y palpables; con la aplicación de estos métodos se rechaza todo aquello que es de carácter subjetivo. Observan el comportamiento real y tangible para analizarlo y llegar a conclusiones objetivas (palpables), a fin de conocer las características reales y con ellas comprobar la objetividad del fenómeno observado.

- **Entropía:** Propuesto por Zeleny (1982) como un método objetivo de cálculo de los pesos ya que parte del supuesto de que un criterio tiene mayor peso cuando mayor diversidad

hay en las evaluaciones de cada alternativa y además su cálculo se realiza a partir de los valores que adquieren los distintos criterios que se van a ponderar. Se parte de las evaluaciones de los a_{ij} ya normalizadas, y se calcula la entropía E_j para cada criterio mediante la expresión:

$$E_j = -K \sum_i a_{ij} \log a_{ij} \quad (10)$$

Donde:

$$K = 1 / \log m \quad (11)$$

Constante que se ajusta para que siempre sea $0 \leq E_j \leq 1$, para todo j ; siendo m el número de alternativas.

La entropía calculada es tanto mayor cuanto más iguales son las a_{ij} consideradas. Como lo que se busca es la diversidad (D) de cada criterio, se calcula:

$$D_j = 1 - E_j \quad (12)$$

Finalmente se normaliza por la suma y se obtiene la ponderación buscada mediante:

$$W_j = D_j / \sum D_j \quad (13)$$

Los W_j expresan la ponderación o peso de cada uno de los criterios.

Correlación entre criterios: Método presentado por Diakoulaki en el año 1992. Pondera cada variable según la expresión, calculando el coeficiente de correlación entre la columna j y la fila k de la matriz de decisión (r_{jk}). El método Diakoulaki ayuda a ponderar el peso de cada una de las variables explicativas para llegar a un valor único en función de todas ellas y a partir de la propia información.

$$W_j = S_j * \sum (1 - r_{jk}) \quad (14)$$

Siendo:

W_j = peso o ponderación de la variable j

S_j = desviación de la variable j

r_{jk} = coeficiente de correlación entre la columna j y la k

Métodos de asignación indirecta: Aquellos en los que el decisor asigna indirectamente valores a los pesos.

Eigen pesos: Es un método de vector de pesos basado en el cálculo del autovector dominante de una matriz de comparaciones binarias de los criterios. Existen algunos métodos precursores de éste, como el método DARE de Klee, pero su principal representante es el ya clásico método AHP (Analytic Hierarchy Process) propuesto por Saaty a finales de los años 70. Este procedimiento requiere del centro decisor la comparación simultánea de sólo dos objetivos. Es decir, el centro decisor ha de realizar una comparación de valores subjetivos por parejas obteniendo unos valores a_{ij} que es posible agrupar en una matriz cuadrada de orden n : la llamada matriz de comparaciones binarias $A = [a_{ij}]$ a partir de la elección de una escala de medida que se encuentra explicada en la tabla 4. La razón de comparar de dos en dos los criterios, es porque para el decisor es más fácil que compararlos todos a la vez.

Tabla 4: Escala fundamental de números absolutos

Intensidad de importancia	Definición	Explicación
1	Igual importancia	Ambos criterios son de igual importancia
2	Débil o ligero	Entre igualmente y moderadamente preferible
3	Importancia moderada	Débil o moderada importancia de uno sobre otro
4	Ventaja moderada	Entre moderadamente y fuertemente preferible
5	Fuerte importancia	Importancia esencial o fuerte de un criterio sobre otro
6	Fuerte ventaja	Entre fuertemente y extremadamente preferible
7	Muy muy fuerte	Importancia demostrada de un criterio sobre otro
8	Muy muy fuerte	Entre muy fuertemente y extremadamente preferible
9	Importancia extrema	Importancia absoluta de un criterio sobre otro

Fuente: (Ferrás, 2018)

Si no fuese el criterio i más importante que el j sino al revés, se estima a_{ji} de acuerdo con lo anterior y se hace $a_{ij}=1/a_{ji}$. Algunos de los aspectos que justifican el uso de esta escala, son su amplio abanico de posibilidades y el que las valoraciones sean números enteros, con incrementos unitarios de una valoración a otra.

También se considera interesante señalar que el valor 1 es el valor de equivalencia y que cualquier criterio es igualmente importante que sí mismo, luego los coeficientes a_{ji} de la matriz A , (su diagonal principal), tendrán siempre valor 1. Además, como siempre $a_{ji}=1/a_{ij}$, el decisor solo necesita evaluar la parte supra triangular de A .

Una vez obtenida la matriz de comparaciones binarias se procede a realizar el proceso de sintetización que consiste en sumar los valores de cada columna, dividir cada elemento entre el total de su columna y calcular la media de los elementos de cada fila de la matriz normalizada, esto da lugar al vector de prioridad.

Seguido, el proceso de consistencia, dividiendo los elementos del vector entre el valor de prioridad correspondiente. Se calcula el coeficiente de inconsistencia:

$$CI = (\lambda_{\text{máx}} - n) / (n - 1) \quad (15)$$

Siendo n el número de elementos que se están comparando. Se procede al cálculo del coeficiente de inconsistencia aleatorio obtenido por simulación con matrices recíprocas aleatorias. Cálculo del ratio de inconsistencia

$$R.I: R.I = C.I / C.I.A. \quad (16)$$

Y por último estimar la calidad de la decisión. Si $R.I < 0,10$ se acepta el peso. Si no, se le pide al decisor que reestime algunos o todos los a_{ij} .

En este epígrafe se evidencia la diversidad de métodos para determinar el peso de los criterios existentes para evaluar y seleccionar las alternativas, desde métodos con determinada carga subjetiva hasta los de naturaleza más objetiva. Donde, según la experiencia de varios autores consultados, es el método de la Entropía uno de los más utilizados.

2.5 Aplicación de los métodos multicriterio

Finalmente se hace necesario determinar cuál es el método multicriterio más apropiado para darle solución al problema de decisión establecido; tal interrogante conduce a establecer una

serie de ventajas e inconvenientes de cada método multicriterio, el análisis se realiza por los grupos de escuelas, a la hora de seleccionar el más adecuado para la solución del problema que se enfrenta.

Basándonos en el análisis bibliográfico realizado en el capítulo anterior se seleccionaron el método Suma ponderada y el método ELECTRE correspondientes a las escuelas americana y europea, respectivamente. Debido a que las ventajas que estos proporcionan superan sus limitantes siendo idóneos para dar solución al problema de investigación, como se evidencia a continuación.

Tabla 5: Ventajas y desventajas de los métodos Suma ponderada y ELECTRE

	Suma ponderada	ELECTRE
V E N T A J A S	<ul style="list-style-type: none"> -Permite una jerarquización considerando la importancia relativa de los atributos que se evalúan. -Determina la importancia de cada criterio en términos de ponderadores y sintetiza toda esta información. -Reduce la subjetividad en la toma de decisiones. -Es la forma más simple de resolver problemas multicriterio. - Garantiza encontrar soluciones en el contorno del conjunto Pareto óptimo. 	<ul style="list-style-type: none"> -Basado en el establecimiento de una relación se superioridad. -Crea relaciones de comparación entre fuerte y débil. -Crea condiciones de concordancia y discordancia diferentes. -Admite la existencia de umbrales de indiferencia y umbrales de preferencia.

D E S V E T A J A S	<p>Todo objetivo ha de ser convertido solo en un tipo de maximización o minimización. -En un problema de optimización multicriterio no lineal, un conjunto de distribución uniforme de vectores de peso no se encuentra en un conjunto de distribución de solución óptima.</p>	<p>-No se considera la intensidad de las preferencias. -Pueden resultar alternativas incomparables y de esta forma no se puede llegar al orden de las mismas.</p>
--	--	---

Fuente: Elaboración propia

2.5.1 Método de la escuela americana Suma ponderada

El método de la Suma ponderada calcula la ponderación de las alternativas como resultado del sumatorio del producto del peso de cada variable (calculado por Diakoulaki, Entropía o por Ordenación simple) por el valor que toma para esa alternativa la variable correspondiente.

El proceso parte de información como la de la tabla 6. Donde se tiene el valor normalizado de las variables para cada alternativa y el peso o ponderación de cada variable, previamente calculado por alguno de los métodos conocidos.

Tabla 6: Variables y sus pesos o ponderaciones

Alternativa	Criterio A	Criterio B	Criterio C
1	X1A	X1B	X1C
2	X2A	X2B	X2C
3	X3A	X3B	X3C
4	X4A	X4B	X4C
5	X5A	X5B	X5C
6	X6A	X6B	X6C
Pesos	P _A	P _B	P _C

Fuente: Fuente propia

La ponderación de cada alternativa se obtiene mediante la fórmula siguiente:

$$P_i = \sum_{j=1}^n (P_j * P_{ij}) \quad (17)$$

Siendo:

P_i = Ponderación final obtenida de cada alternativa.

p_j = Peso de cada variable obtenido por uno de los métodos conocidos de ponderación **p_{ij}** = Valor de cada criterio en cada alternativa

El resultado nos indica una ordenación de los criterios en función de su peso o ponderación. El decisor puede detectar la mejor opción y establecer un orden de preferencia. Una alternativa será preferible a otra si su ponderación es numéricamente mayor a la otra.

2.5.2 Método de la escuela europea ELECTRE

El Método Electre fue desarrollado por Benayoun, Roy y Sussman, en 1966. El método, básicamente, pretende reducir el tamaño del conjunto de soluciones eficientes, realizando una partición del conjunto eficiente en alternativas más favorables (núcleo) y menos favorables. Esta partición se lleva a cabo mediante una relación de sobre clasificación entre las alternativas. Una relación de sobre clasificación se basa en la siguiente relación entre alternativas: Una alternativa **E_i** sobre clasifica (outranks) a otra **E_k** si para los atributos considerados el enunciado "la alternativa **E_i** es al menos tan buena como la alternativa **E_k** es válido. Esa definición de "al menos tan buena" en el método Electre se define a partir de la concordancia y discordancia entre alternativas:

- La concordancia de una alternativa **E_i** y otra **E_k** cuantifica hasta qué punto en un número alto de atributos **E_i** es preferida a **E_k**.
- La discordancia cuantifica hasta qué punto no hay atributo en que **E_k** es mucho mejor que **E_i**.

Para que una alternativa sobreclasifique a otra y forme parte del núcleo, ha de superar un umbral mínimo de concordancia (**c**) y no superar otro umbral de discordancia (**d**).

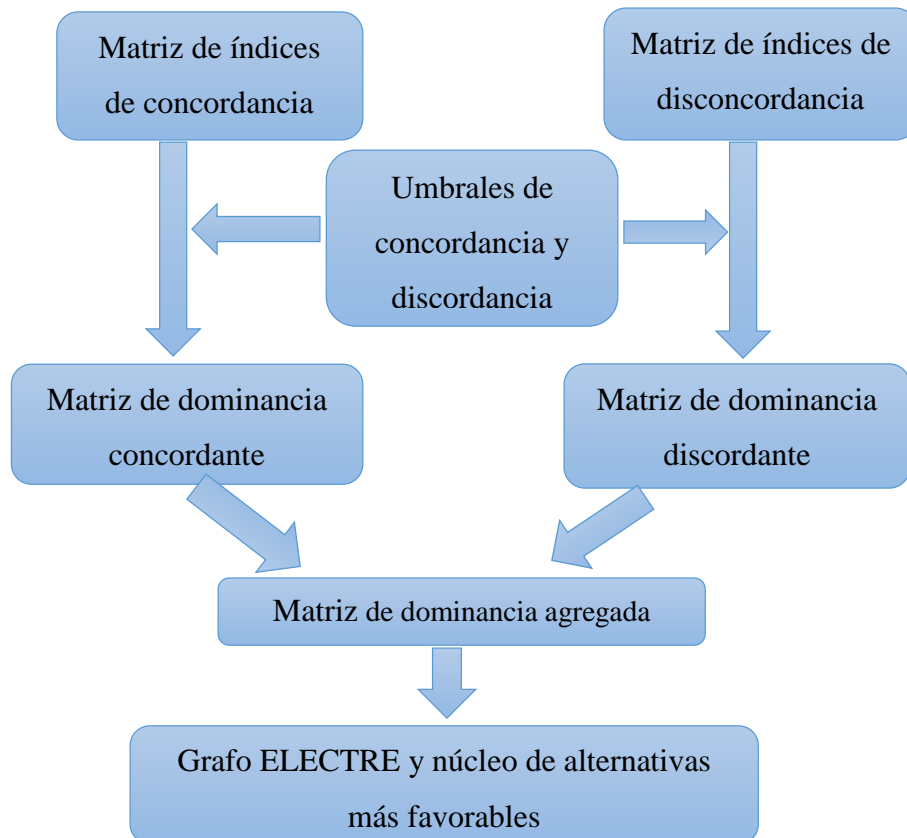
Obsérvese que la sobre clasificación es distinta de la dominancia, en el sentido paretiano. Por otra parte, se trata de una relación que no tiene la propiedad de la transitividad, es decir, una alternativa puede sobreclasificar a otra y ésta a una tercera, y, sin embargo, la primera no

sobreclasificar a la tercera. Esta falta de transitividad se presenta como una ventaja ya que las razones por las que un centro decisor puede preferir la primera alternativa a la segunda y las que llevan a preferir la segunda a la tercera pueden ser muy diferentes y no llevar a que la primera sea preferida a la tercera. Hay varias versiones de ELECTRE. En ELECTRE I las alternativas se separan en dos conjuntos, uno con las alternativas que tienen más adecuadas y otro que tiene las alternativas que no se consideran viables además es el primer método publicado, en tanto el ELECTRE II está más elaborado teóricamente y permite obtener una ordenación completa de las alternativas no dominadas. También se han desarrollado las versiones ELECTRE III (la relación de sobreclasificación se basa en conjuntos borrosos), ELECTRE VI apropiado para casos en los que el centro decisor no desea especificar los pesos preferenciales.

La versión de interés en esta tesis es ELECTRE I, pues constituye el primer método de sobreclasificación publicado y ha sido extensamente utilizado en la práctica con aparentes buenos resultados.

El método ELECTRE I puede recogerse en el siguiente esquema.

Figura 3. Algoritmo ELECTRE



Fuente: (Elaboración Propia)

Algoritmo ELECTRE I

1. Determinar la matriz de índices de concordancia: se parte de la matriz decisional con pesos. Se suman los pesos asociados a los criterios en los que la alternativa **E_i** es mejor que la **E_k**, en caso de empate se asigna la mitad del peso a cada una de las alternativas. Es una matriz cuadrada de orden *m* donde *m* es el número de alternativas. Está compuesta de elementos entre 0 y 1 y no hay elementos en la diagonal principal.

2. Normalizar la matriz de decisión por el método de la fracción del rango.

3. Buscar la matriz de decisión normalizada ponderada. A la matriz normalizada, se pondera multiplicando el peso de los criterios por los valores normalizados.

4. Crear la matriz de discordancias. Es una matriz cuadrada de orden *m*, en la diagonal no hay valores y sus valores se encuentran entre 0 y 1. Se parte de la matriz decisional normalizada y ponderada. La discordancia entre **E_i** y **E_k** es el cociente entre la diferencia mayor en valor absoluto de los criterios para los que la alternativa **i** es peor que la **k** y la mayor diferencia en valor absoluto entre los resultados alcanzados por la alternativa **i** y **k**.

5. Calcular los valores medios **c** y **d**, donde **c** es el valor medio de los elementos de la matriz de concordancia y **d** es el valor medio de los elementos de la matriz de discordancia.

6. Determinar la Matriz Dominante Concordante formada por 1 y 0. Se coloca 1 cuando el elemento de la Matriz de índice de concordancia es $\geq c$ y 0 cuando es $< c$.

7. Determinar la matriz Dominante discordante. En este caso cuando el elemento de la matriz de discordancia es $\geq d$ es 0 y 1 cuando es $< d$.

8. Determinar la matriz Agregada. Se coloca 1 cuando elementos homólogos de las 2 matrices anteriores son 1 y 0 para los demás casos. 9. Construir grafico ELECTRE que se obtiene de la matriz agregada.

2.6 Conclusiones parciales

1. El procedimiento expuesto puede ser aplicado a todos los sistemas de producción y/o servicios, dadas sus características constructivas, restricciones y resultados.

2. El método de sumas ponderadas brinda una jerarquización que permite la identificación de la mejor solución a problemas de toma de decisiones cuando hay múltiples alternativas a seleccionar, siendo una herramienta de uso sencillo.
3. El método ELECTRE permite reducir el tamaño del conjunto de soluciones eficientes, mediante la relación de sobreclasificación establecida en base a los índices de concordancia y discordancia para formar el grafo cuyos vértices del núcleo representan las alternativas que son preferidas.

CAPÍTULO III. Aplicación del procedimiento metodológico para la toma de decisiones con enfoque multicriterio

Introducción

En el presente capítulo se aplica las etapas que constituyen el procedimiento metodológico para la toma de decisiones con enfoque multicriterio en el Hotel Iberostar Selection Ensenachos.

3.1. Formulación del problema

A partir de 1990 el turismo se ha presentado como uno de los pilares fundamentales de la economía cubana. Desde entonces el número de turistas que visitan la Isla aumenta cada año. Ello evidencia la preferencia de Cuba para la industria del ocio. En 1990 se recibieron 340 mil turistas y, ya en el año 2005 la cifra de visitantes fue de 2,3 millones, según datos de la Oficina Nacional de Estadística, situándose en el tercer lugar entre los receptores de turismo en el Caribe. El año 2019 alcanzó la cifra de 4,2 millones de visitantes según dicha oficina. Entre los atractivos de la oferta turística predomina el producto “Sol y Playa”, siendo el principal motivo de las visitas al país, sobresaliendo dentro de éstas el Mégano y Ensenachos, el bar y restaurante que se ubica en este perfil costero ha de constituir un referente por ser un lugar de alta demanda, ubicación favorable y diseño acogedor. Algo similar ocurre en la mayoría de los destinos del Caribe Insular, motivo por el cual se debe considerar la diversificación de la oferta turística (incluye oferta gastronómica) en Cuba y por ello, uno de los principales objetivos del Ministerio de Turismo de Cuba (MINTUR).

Caracterización del Hotel Iberostar Ensenachos

El Hotel Iberostar Selection Ensenachos pertenece al grupo de turismo Gaviota S.A en contrato de administración extranjera con Iberostar, es el primer y único resort Todo Incluido ubicado en este enclave privado que goza de en una playa de 2,6 kilómetros de longitud con arena blanca y aguas cristalinas en un entorno virgen que acoge 22 especies endémicas de flora, 39 de fauna y un antiguo asentamiento aborigen. De ahí que el área esté considerada como Reserva de la Biosfera.

Está situado en la costa norte de Villa Clara, provincia central de Cuba, es la única construcción sobre el cayo virgen con forma de herradura. Bañado por dos playas de aguas cristalinas: Ensenachos y El Mégano, está ubicado a 58 km de Remedios, cuna de Las Parrandas y a 120 km de la ciudad de Santa Clara.

La instalación cuenta con una dirección general a la que se subordinan las áreas siguientes: Comercial, Calidad y Atención al cliente, Recepción, Pisos, Alimentos y Bebidas, Cocina, Animación, SPA, Servicios Técnicos, Jardinería, Aseguramiento, Economía, Recursos Humanos, Seguridad y Protección. Mientras que a un nivel más operativo se encuentran las brigadas de: Asistentes, Habitaciones, Higiene, Cocina, Rest. de empleados y Mini Club (**anexo 1**). Teniendo como Objeto Social la prestación de servicios de Alojamiento y Alimentación. El hotel dispone de un edificio principal con 506 habitaciones divididas en tres áreas perfectamente separadas, cada una dispone de su propia personalidad: *Park Suites*, la zona de familias, dispone de 14 bungalows, 270 habitaciones, piscina infantil, parque acuático y Kidsclub de 4 a 12 años con variado programa de entretenimiento y servicio de guardería infantil con cargo adicional. *SPA Suites*, exclusiva para mayores de 18 años es ideal para parejas, cuenta con 10 bungalows, 190 habitaciones, inagotables posibilidades para la práctica deportiva, incluido el buceo en mar abierto y el SPA Sentations. Por último, la exclusiva zona *Coral Level*, destina a mayores de 14 años con 23 villas (46 Suites de Lujo) que disfrutan de servicios exclusivos, con su propia piscina, restaurante gourmet y acceso ilimitado a todas las instalaciones del complejo. Esta área se encuentra separada del hotel.

Cuenta con un equipo centro de negocios, una variada y selecta oferta gastronómica, un magnífico programa de animación, una amplia zona infantil con parque acuático y un exclusivo SPA Sentation con los tratamientos más exclusivos.

Misión: Contribuir a la calidad del producto Gaviota, aportando atributos de autenticidad, sostenibilidad y competitividad, mediante una eficiente gestión de sus atractivos naturales, históricos y socioculturales que prevenga, minimice y erradique los impactos negativos derivados de la afluencia y estancia de turistas, y las operaciones en función de su satisfacción, en un clima de alto sentido de pertenencia y elevada moral, caracterizados por el compromiso de todos sus trabajadores en dicha gestión.

Visión: Aspiramos a ser un referente internacional en turismo sostenible, con un modelo de negocio 100% familiar, rentable y sólido, líder en calidad y satisfacción de nuestros clientes, basado en una cultura organizativa abierta que fomenta la innovación y el trabajo en equipo

Valores: Como empresa familiar contamos con unos valores aquilatados durante 4 generaciones, que han construido nuestra actual cultura empresarial y modelan todas las áreas del negocio. Consideramos que nuestros 9 valores de referencia son inseparables e irrenunciables en nuestro trabajo diario.

- Honestidad, que nos permite contar con una sólida reputación.
- Responsabilidad, para actuar con integridad, sentido del compromiso y comportamiento ético.
- Prudencia, como sinónimo de sensatez, buen juicio y reflexión en la toma de decisiones.
- Unidad, que aporta coherencia y solidez a nuestra identidad.
- Laboriosidad y cultura del esfuerzo con la calidad como objetivo.
- Creatividad, expresada en capacidad de innovar y buscar soluciones originales para un entorno digital y cambiante.
- Ambición, reflejada en el deseo de presencia global y voluntad de expansión.
- Arraigo allí donde operamos, entendido como sostenibilidad y compromiso.
- Empatía, que facilita un clima de confianza, respeto y colaboración sostenido sobre una intensa y creciente cultura de trabajo en equipo.

Como en el Hotel Iberostar Selection Ensenachos se ofrece una amplia y muy variada oferta gastronómica estratégicamente distribuida entre las diferentes áreas del hotel en régimen de todo incluido las 24 horas a la gerencia se le hace engorroso seleccionar que restaurantes y bares abrirán en la temporada baja, sin tener en cuenta la zona Coral Level pues la misma está disponible en todas las épocas del año ,siendo necesario el proceso de toma de decisiones con el fin de elegir dentro de un área, el restaurante y bar más idónea para la prestación del servicio gastronómico. Para ello el hotel carece de herramientas matemáticas que permitan con mayor objetividad determinar la decisión por lo que es de vital importancia la aplicación de métodos multicriterio y de esta forma elegir el restaurante y bar adecuado donde sean mayores los beneficios al mismo y los clientes queden satisfechos. A continuación, se mencionan los restaurantes y bares con que cuenta la instalación (**anexo 2**).

Restaurantes:	Bares:
<p>Ventanas: buffet con show cooking (A1) Palazzo: Restaurante Italiano (A2) Snack Mégano Pool: restaurante con desayuno buffet cerca de la piscina (A3) Snack Marino International Cocina gourmet internacional (A4) Punta Pirata: Restaurante informal en la playa para desayunos, comidas, mariscos y cenas a la carta. (A5) Snack Mégano Beach (A6) restaurante con desayuno buffet cerca de la playa Snack Bar 24h (A7) se disfruta de la alta cocina</p>	<p>Mirador: Bar con vista a la playa Mégano (A8) Cigar Bar (A9): Bar para fumadores Aqua Bar Marino Park: Se encuentra en la zona Park (A10) Aqua Bar Mégano : Se encuentra en la zona SPA(A11) Beach Bar Mégano: Bar cerca de Playa Mégano (A12) Beach Bar Ensenachos: Bar cerca de Playa Ensenachos (A13)</p>

Se tendrán en cuenta varios criterios, principalmente de corte económico, que son de interés para el centro decisor, en este caso, el Hotel Iberostar Selection Ensenachos.

Se pretende en el modelo maximizar los ingresos que serán generados por cada bar y restaurante así como maximizar la capacidad (plazas) en los mismos. Se desea minimizar los costos asociados a la apertura de cada bar y restaurante y la cantidad de trabajadores también se debe minimizar, para evitar que algún trabajador quede subutilizado.

El carácter multiobjetivo del problema descrito viene dado por la existencia de criterios en conflicto pues, a simple vista no se puede determinar cuál será la mejor alternativa porque no existe una que domine a las demás completamente.

En la tablas 7 y 8 se establecen los valores de los criterios definidos anteriormente para cada alternativa de decisión, los cuales fueron tomados de datos recopilados a través de entrevistas y análisis de documentos del Hotel Iberostar Selection Ensenachos.

Tabla 7: Valores de los criterios para cada alternativa. Restaurantes

Alternativas /Criterios	Ingresos (cuc/año)	Capacidad (Plazas)	Cantidad de trabajadores	Costo (cuc/año)
Ventanas	767446.87	360	46	463775.04
Palazzo	127907.81	106	6	77295.84
Snack Mégano Pool	383723.44	68	4	231887.52
Snack Marino International	383723.44	80	4	231887.52
Punta Pirata	383723.44	120	6	231887.52
Snack Mégano Beach	127907.81	75	4	77295.84
Snack Bar 24h	383723.44	65	4	231887.52
	Maximizar	Maximizar	Minimizar	Minimizar

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8: Valores de los criterios para cada alternativa. Bares

Alternativas /Criterios	Ingresos cuc/año)	Capacidad (Plazas)	Cantidad de trabajadores	Costo cuc/año)
Mirador	219376.26	120	4	73926.68
Cigar Bar	329064.4	35	3	110890.02
Aqua Bar Marino Park	109688.13	35	3	36963.34
Aqua Bar Mégano	109688.13	35	3	36963.34
Beach Bar Mégano	164532.2	35	3	55445.01
Beach Bar Ensenachos	164532.2	35	3	55445.01
	Maximizar	Maximizar	Minimizar	Minimizar

Fuente: Elaboración propia

3.2. Aplicación de métodos de pre-análisis

Aplicación de métodos de pre-análisis.

Después de aplicado el método de dominación buscando disminuir el número de alternativas que son dominadas por otras se concluye que ninguna alternativa domina o es dominada por

otra; por lo tanto, no se elimina ningún elemento del conjunto de alternativas. Posteriormente se aplica el método de satisfacción cuyos umbrales son: (Ver tablas 9y 10)

Tabla 9: Niveles de satisfacción. Restaurantes

Umbrales	Alternativa que incumple
$C_1 \geq 127907.81$	-
$C_2 \geq 65$	A7
$C_3 \leq 46$	-
$C_4 \leq 463775.04$	-

Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 9: Niveles de satisfacción. Bares

Umbrales	Alternativa que incumple
$C_1 \geq 109688.13$	-
$C_2 \geq 120$	-
$C_3 \leq 4$	-
$C_4 \leq 110890.02$	-

Fuente: Elaboración Propia

Se concluye que la alternativa 7 para restaurantes, se elimina del conjunto de soluciones factibles y para bares ninguna alternativa.

3.3. Proceso de normalización y homogenización

Para que los criterios estén en el mismo criterio de decisión y para obtener escalas comparables entre los mismos se realizaron los procesos de homogenización y normalización; para este último se utilizó el procedimiento fracción del total, cuyo resultado se puede apreciar en las tablas 10 y 11.

Tabla 10: Matriz de los valores normalizados. Restaurantes

Alternativas /Criterios	Ingresos cuc/año)	Capacidad (Plazas)	Cantidad de trabajadores	Costo cuc/año)
Ventanas	0.352	0.444	0.019	0.025
Palazzo	0.058	0.131	0.150	0.315
Snack Mégano Pool	0.176	0.084	0.226	0.105
Snack Marino International	0.176	0.098	0.226	0.105
Punta Pirata	0.176	0.148	0.150	0.105
Snack Mégano Beach	0.058	0.092	0.226	0.315
	Maximizar	Maximizar	Maximizar	Maximizar

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 11: Matriz de los valores normalizados. Bares

Alternativas /Criterios	Ingresos cuc/año)	Capacidad (Plazas)	Cantidad de trabajadores	Costo cuc/año)
Mirador	0.199	0.461	0.13	0.116
Cigar Bar	0.3	0.134	0.173	0.08
Aqua Bar Marino Park	0.09	0.134	0.173	0.241
Aqua Bar Mégano	0.09	0.134	0.173	0.241
Beach Bar Mégano	0.15	0.134	0.173	0.16
Beach Bar Ensenachos	0.15	0.134	0.173	0.16
	Maximizar	Maximizar	Maximizar	Maximizar

Fuente: Elaboración Propia.

Ya en este paso se consigue que las alternativas puedan ser comparadas de acuerdo a cada criterio.

3.4. Cálculo de los pesos de los criterios

Para estimar las preferencias relativas se utilizó el método de la Entropía por ser uno de los más utilizados. Los pesos relativos a cada criterio se pueden apreciar en las siguientes tablas.

Tabla 12: Valores de los pesos calculados, por el método de la Entropía, para cada criterio.
Restaurantes

Criterio	Ej	Dj	Wj
C1	0.9017	0.0993	0.2346
C2	0.8724	0.1276	0.3015
C3	0.9165	0.0835	0.1973
C4	0.8872	0.1128	0.2665
		$\Sigma = 0.4232$	$\Sigma = 0.9999$

Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 13: Valores de los pesos calculados, por el método de la Entropía, para cada criterio.
Bares

Criterio	Ej	Dj	Wj
C1	0.9383	0.0617	0.3932
C2	0.9498	0.0502	0.3199
C3	0.9939	0.0061	0.0388
C4	0.9611	0.0389	0.2479
		$\Sigma = 0.4232$	$\Sigma = 0.9998$

Fuente: Elaboración Propia

3.5. Aplicación de los métodos multicriterio

3.5.1. Aplicación del método de la escuela americana: Suma ponderada

Como se expuso anteriormente el método calcula las ponderaciones de las alternativas basándose en el peso de cada criterio, ya calculados por el método de la Entropía. Los resultados de la aplicación del método se pueden apreciar en las tablas 14 y 15.

Tabla 14: Ponderación final obtenida para cada alternativa. Restaurantes

Alternativa	Ventanas	Palazzo	Snack Mégano Pool	Snack Marino International	Punta Pirata	Snack Mégano Beach
Ponderación	0.2340	0.1666	0.1391	0.1434	0.1434	0.1698

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Ponderación final obtenida para cada alternativa. Bares

Alternativa	Mirador	Cigar Bar	Aqua Bar Marino Park	Aqua Bar Mégano	Beach Bar Mégano	Beach Bar Ensenachos
Ponderación	0.2595	0.1873	0.1447	0.1447	0.1448	0.1448

Fuente: Elaboración propia

Según el criterio de selección las alternativas para resulta ser el Ventanas como el mejor restaurante. Se concluye que el mejor bar es: Mirador.

3.5.2. Aplicación del método de la escuela europea: ELECTRE

Aplicación del método de la escuela europea: ELECTRE. Restaurantes

Matriz normalizada (fracción del rango) y ponderada (anexo 3)

Matriz de índices de concordancia y discordancia (anexo 4)

Cálculo de los umbrales.

Umbral Mínimo de concordancia $c = 0,5$

Umbral Máximo de discordancia $d = 0,78$

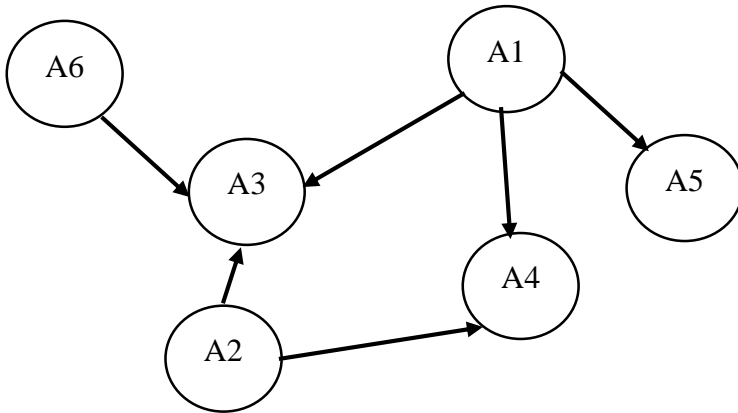
Matriz de dominancia concordante y discordante (anexo 5).

Tabla 16: Matriz de dominancia agregada

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	–	0	1	1	1	0
A2	0	–	1	1	0	0
A3	0	0	–	0	0	0
A4	0	0	0	–	0	0
A5	0	0	0	0	–	0
A6	0	0	1	0	0	–

Fuente: Elaboración propia

Grafo ELECTRE. (Ver Figura 4)



Se concluye que el núcleo del grafo ELECTRE es la alternativa 1 (Ventanas).

Aplicación del método de la escuela europea: ELECTRE. Bares

Cálculo de los umbrales para Bares.

Matriz normalizada (fracción del rango) y ponderada (anexo 6)

Matriz de índices de concordancia y discordancia (anexo 7)

Umbral Mínimo de concordancia $c = 0,5$

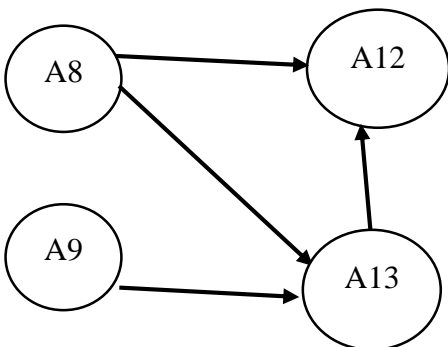
Umbral Máximo de discordancia $d = 0,54$

Matriz de dominancia concordante y discordante (anexo 8).

Tabla 19: Matriz de dominancia agregada.

	A8	A9	A10	A11	A12	A13
A8	–	0	0	0	1	1
A9	0	–	0	1	1	1
A10	0	0	–	0	0	0
A11	0	0	0	–	0	0
A12	0	0	0	0	–	0
A13	0	0	0	0	1	–

Grafo ELECTRE. (Ver Figura 5.)



Se concluye que el núcleo del grafo ELECTRE es la alternativa A8 (Mirador)

3.6. Comparación de resultados

Al desarrollar en el Hotel Iberostar Selection Ensenachos para la selección de bares y restaurantes, los dos métodos a tratar: Suma Ponderada y ELECTRE se puede establecer una comparación de los resultados de los mismos. Las alternativas fueron ordenadas de la misma manera por cada método coincidiendo que el mejor Restaurante es Ventanas y de los bares es Mirador. Aunque la metodología a seguir es diferente para cada uno se aprecia consistencia en los resultados, esto demuestra la factibilidad de los métodos como herramientas para la ayuda de la toma de decisiones cuando hay varios criterios y estos se contraponen entre sí.

3.7. Conclusiones parciales

1. Se concluye que la aplicación tanto del método Suma Ponderada como ELECTRE I son apropiados para la selección de ofertas gastronómicas competitivas y en la búsqueda de soluciones a los problemas reales en beneficio de la entidad en que se aplique.
2. Con el empleo de los métodos multicriterio se pudo determinar que el mejor restaurante es Ventana y de los bares es Mirador y se generen los ingresos necesarios para la apertura total.
3. Los resultados arrojados por los métodos multicriterio aportarán a la empresa objeto de estudio una información valiosa para la toma de decisiones en cuanto a la selección de futuros bares y restaurantes para abrir en la temporada baja.

CONCLUSIONES GENERALES

Al realizarse la presente investigación se arribó a las conclusiones siguientes:

1. La búsqueda bibliográfica que ayudó a conformar el marco teórico referencial de la investigación, mostró la existencia de distintos métodos multicriterio para la selección de alternativas, los cuales podrán brindar beneficios en la entidad donde se apliquen ya que son instrumento de apoyo para la toma de decisiones.
2. Los métodos multicriterio empleados son indudablemente herramientas ventajosas para la elección de alternativas competitivas en cualquier empresa, puesto que apoyan el proceso de toma de decisiones mediante el análisis de varios criterios permitiendo a la entidad determinar el más idóneo.
3. La aplicación de los métodos multicriterio en la empresa objeto de estudio fue de gran ayuda ya que le aportó a esta un procedimiento para el proceso de toma de decisiones, que permitirá la optimización de los recursos.
4. El empleo de la herramienta matemática propuesta arrojó resultados que permitirán mejorar el proceso de toma de decisión en la empresa mediante la selección del bar y restaurante más idóneos, siendo estas alternativas Restaurante Ventanas y Bar Mirador.

RECOMENDACIONES

1. Aplicar los métodos multicriterio en todas las entidades turísticas que desean aumentar los ingresos mediante la selección del bar y restaurante que debe abrir en temporada baja para el logro de resultados superiores..
2. Apoyarse en los resultados obtenidos por la herramienta matemática para de esta forma mejorar el proceso de selección de proveedores como decisión estratégica y pilar fundamental del enfoque competitivo empresarial.
3. Darle continuidad a la presente investigación en futuras presentaciones científicas y publicaciones con el objetivo de profundizar más en los métodos multicriterio y sus aplicaciones.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALVAREZ, Y. P. 2019. “Estudio comparativo Multicriterio para la toma de decisiones para la selección del proveedor más idóneo en la Empresa UEB Centro Cometal”
2. BLANCA CEBALLOS, M. T. L., DAVID PELTA. 2015. Una Comparativa de Modelos de Decisión Multi-Criterio Difusos. ETSI Informática y de Telecomunicación, Universidad de Granada.
3. BERNAL ROMERO , S. 2018. MODELO MULTICRITERIO APLICADO A LA TOMA DE DECISIONES REPRESENTABLES EN DIAGRAMAS DE ISHIKAWA.
4. BERUMEN, S. A. L. R., FRANCISCO 2007. La utilidad de Los métodos de decisión multicriterio (como el ahp) en un entorno de competitividad creciente.
5. BURBANO, R. 2016. El Análisis Multicriterio y el Teorema de Arrow Revista Politécnica
6. CASCALES, M. D. S. G. 2009. Métodos para la comparación de alternativas mediante un Sistema de Ayuda a la Decisión (S.A.D.) y “Soft Computing”
7. CHÁVEZ, M. V. H. 2013. Metodología de análisis multicriterio aplicación al crecimiento sostenible en la Unión Europea. UNMSM, 16.
8. DEVCO, E. U. 2015. Análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas, Oportunidades) - SWOT [Online].
9. FERRAS, B. A. 2018. “Estudio comparativo multicriterio para la toma de decisiones para la localización del parque solar fotovoltaico en la Empresa Eléctrica de Ciego de Ávila.
10. GONZALEZ, K. J. Á. 2012. Estudio del Método de Suma Ponderada en Problemas Clásicos de Optimización Multiobjetivo. Licenciada en Ciencias Matemáticas, Universidad Centrooccidental Lisandro Alvarado.

11. HERNÁNDEZ, C. P., INGRID; GIRAL, DIEGO 2015. Modelo AHP-VIKOR para handoff espectral en redes de radio cognitiva. *Tecnura*, 19, 29-39.
12. ISLAS, J. G. 2009. Las líneas estratégicas del sector hídrico en México en materia de investigación, desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos: una jerarquización empleando el método PROMETHEE. *Maestro en ingeniería de sistemas - planeación*, Universidad Nacional Autónoma de México.
13. JIMÉNEZ, T. L. 2009. Métodos para la comparación de alternativas mediante un Sistema de Ayuda a la Decisión (S.A.D.) y “Soft Computing”. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Cartagena
14. LOAIZA, J. F. R. 2016. Aplicación de Métodos Multi-criterio (MCDA) para planeamiento energético de largo plazo en la industria del cemento. Universidad Nacional de Colombia.
15. MALDONADO, I. E. I. V. 2010. Pautas para la selección de las técnicas AHP, PROMETHEE y Ábaco de Régnier modificado
16. MARTÍNEZ, D. D. P. 2019 Aplicación de métodos multicriterio en los procesos de toma de
17. decisiones en la Empresa de Confecciones y Calzado (CALCONF)
18. MOLINA, S. L. G. 2011. HERRAMIENTA DE ANÁLISIS MULTI-CRITERIO COMO SOPORTE PARA EL DISEÑO DEL PROGRAMA SOCIAL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA. .
19. MS.C. ING. ALINA DÍAZ CURBELO, D. C. F. M. D. Y. I. Y. M. R. 2012. Manual de Métodos Multicriterio para la toma de decisiones. *Ingeniería Industrial*, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas.
20. MUNDA, G. 2003. TEORÍA DE EVALUACIÓN MULTICRITERIO: UNA BREVE PERSPECTIVA GENERAL.
21. PLATA-PÉREZ, L. 2005. BASES DE MEDICIÓN E HIPÓTESIS DE COMPARACIÓN EN DECISIONES COLECTIVAS Y MULTICRITERIO.
22. RAFAEL, B. 2016. El Análisis Multicriterio y el Teorema de Arrow

23. REY, A. S. 2016. LA PROGRAMACIÓN POR METAS: APLICACIÓN AL DISEÑO DEL PLAN PUBLICITARIO DE UNA EMPRESA
24. ROMANA, B. M. Y. M. G. 2016. Aplicación de métodos de decisión multicriterio discretos al análisis de alternativas en estudios informativos de infraestructuras de transporte. 4, 027–046.
25. ROMERO, S. B. 1996. MODELO MULTICRITERIO APLICADO A LA TOMA DE DECISIONES REPRESENTABLES EN DIAGRAMAS DE ISHIKAWA 6.
26. SANJURJO, B. J. M. V. N. 2016. PROGRAMACIÓN MULTI OBJETIVO.
27. SUÁREZ, Á. Z. 2017. LA TEORÍA DE DECISIÓN MULTICRITERIO.
28. TAOUFIKALLAH , A. 2004. El método AHP
29. VITORIANO, B. 2007. TEORÍA DE LA DECISIÓN: Decisión con Incertidumbre, Decisión Multicriterio y Teoría de Juegos.
30. XAVIER GIRONES, D. M. Y. A. V. 2008. Comparacion de Dos Metodos de Toma de Decisiones Multicriterio: MACBETH y PROMETHEE. Universitat Rovira y Virgili.
31. ZAMORA, I. C. 2010. Las decisiones multicriterios: que tan factible es su uso; y recomendacion en pequenas y medianas empresas Universidad de Cuenca.

ANEXOS

Anexo 1. Estructura Organizativa Hotel Iberostar Selection Ensenachos



Anexo 2. Restaurantes y Bares Iberostar Selection Ensenachos

RESTAURANTS									
Name restaurant	Type of restaurant	Specify themed	Open	Timetable	Reservation	Dress code	Capacity	Air conditioned	
Ventanas	Buffet	International	All year	Breakfast from 7am until 10 00am Lunch from 1 00pm until 3 00pm Dinner from 6 30pm until 10pm	Without charge	Casual	360	Yes	
Palazzo	Italian	Italian Food	All year	From 6 30pm until 9 30pm	Without charge	Smart casual	106	Yes	
Snack Megano Pool Only SPA guests	International	Fast food snacks	All year	12 30am until 4 30pm	Without charge	Casual	68	-	
Snack Marino International Restaurant	International	Buffet breakfast	All year	Lunch from 12 30pm until 4 30pm Dinner from 6 30pm until 9 30pm. Reservations needed for dinner	Without charge	Casual and smart casual only	80	-	
Punta Pirata	Mediterranean	Mediterranean food	All year	From 6 30pm until 9 30pm.	Without charge	Smart casual	120	Yes	
Snack Megano Beach	Buffet	Snack buffet	All year	from 12pm until 5pm.	Without charge	Casual	75	-	
Snack Bar 24h	International	International	All year	24 hours snack service	Without charge	Casual	50	Yes	
El Colonial Only Grand Village Guests	Gourmet	A la cart dinners	All year	\$ - adults only +14 - located at Coral Level at Iberostar Selection Ensenachos	With charge	Smart elegant for dinner	65	Yes	
BARS									
Name bar	Type of bar	Specify other	Open	Timetable	Capacity	Air conditioned			
Mirador	Cocktail bar	Lobby Bar	All year	From 7am until 1am	120	Yes			
Cigar Bar	Other	Cigar Lounge	All year	From 3pm until 1am	35	Yes			
Aqua Bar Marino Park pool	Aqua bar	Cocktails	All year	From 9am until 5pm	35	-			
Aqua Bar Megano Only Spa Guest	Aqua bar	Cocktails	All year	From 9am until 5pm	35	-			
Beach Bar Megano	Other	Cocktails	All year	From 10am until 5pm	35	-			
Beach Bar Ensenachos	Other	Cocktails	All year	From 10am until 5pm	35	-			

Anexo 3. Matriz normalizada (fracción del rango) y ponderada. Restaurantes

Matriz normalizada por la fracción del rango

Alternativas /Criterios	Ingresos	Capacidad	Cantidad de trabajadores	Costo
Ventanas	1	1	0	0
Palazzo	0	0.13	0.63	1
Snack Mégano Pool	0.4	0	1	0.2
Snack Marino International	0.4	0.04	1	0.2
Punta Pirata	0.4	0.17	0.63	0.2
Snack Mégano Beach	0	0.02	1	1
	Maximizar	Maximizar	Maximizar	Maximizar

Fuente: Elaboración Propia

Matriz de decisión normalizada y ponderada

Alternativas /Criterios	Ingresos	Capacidad	Cantidad de trabajadores	Costo
Ventanas	0.2346	0.3015	0	0
Palazzo	0	0.0391	0.1242	0.2665
Snack Mégano Pool	0.0938	0	0.1973	0.0533
Snack Marino International	0.0938	0.012	0.1973	0.0533
Punta Pirata	0.0938	0.0512	0.1242	0.0533
Snack Mégano Beach	0	0.006	0.1973	0.2665
	Maximizar	Maximizar	Maximizar	Maximizar

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 4. Matriz de índices de concordancia y discordancia. Restaurantes

Matriz de índices de concordancia

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	–	0.536	0.536	0.536	0.536	0.536
A2	0.464	–	0.568	0.568	0.365	0.685
A3	0.464	0,432	–	0349	0.447	0.333
A4	0.464	0,432	0.651	–	0.447	0.536
A5	0.464	0.635	0.553	0.553	–	0.634
A6	0.464	0.315	0.667	0.366	0.464	–

Fuente: Elaboración Propia

Matriz de índices de discordancia

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	–	1	0.654	0.681	0.495	0.901
A2	0.88	–	0.439	0.439	1	1
A3	1	1	–	1	0.7	1
A4	1	1	0	–	0.536	1
A5	1	1	1	1	–	1
A6	1	0.452	0.439	0.439	0.439	–

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 5. Matriz de dominancia concordante y discordante. Restaurantes

Matriz de dominancia concordante

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	–	1	1	1	1	1
A2	0	–	1	1	0	1
A3	0	0	–	0	0	0
A4	0	0	1	–	0	1
A5	0	1	1	1	–	1
A6	0	0	1	0	0	–

Fuente: Elaboración Propia

Matriz de dominancia discordante

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	–	0	1	1	1	0
A2	0	–	1	1	0	0
A3	0	0	–	0	1	0
A4	0	0	0	–	1	0
A5	0	0	0	0	–	0
A6	0	1	1	1	1	–

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 6. Matriz normalizada (fracción del rango) y ponderada. Bares

Matriz normalizada por la fracción del rango

Alternativas /Criterios	Ingresos	Capacidad	Cantidad de trabajadores	Costo
Mirador	0.499	1	0	0.222
Cigar Bar	1	0	1	0
Aqua Bar Marino Park	0	0	1	1
Aqua Bar Mégano	0	0	1	1
Beach Bar Mégano	0.25	0	1	0.5
Beach Bar Ensenachos	0.25	0	1	0.5
	Maximizar	Maximizar	Maximizar	Maximizar

Fuente: Elaboración Propia

Matriz de decisión normalizada y ponderada

Alternativas /Criterios	Ingresos	Capacidad	Cantidad de trabajadores	Costo
Mirador	0.196	0.319	0	0.055
Cigar Bar	0.393	0	0.038	0
Aqua Bar Marino Park	0.	0	0.038	0.247
Aqua Bar Mégano	0	0	0.038	0.247
Beach Bar Mégano	0.098	0	0.038	0.123
Beach Bar Ensenachos	0.098	0	0.038	0.123
	Maximizar	Maximizar	Maximizar	Maximizar

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 7. Matriz de índices de concordancia y discordancia. Bares

Matriz de índices de concordancia

	A8	A9	A10	A11	A12	A13
A8	–	0.567	0.705	0.705	0.705	0.705
A9	0.433	–	0.572	0.572	0.572	0.572
A10	0.295	0.428	–	0.499	0.427	0.427
A11	0.295	0.428	0.501	–	0.427	0.426
A12	0.295	0.428	0.573	0.574	–	0.499
A13	0.295	0.428	0.573	0.574	0.501	–

Fuente: Elaboración Propia

Matriz de índices de discordancia

	A8	A9	A10	A11	A12	A13
A8	–	0,617	0.601	0.601	0.213	0.213
A9	1	–	0.628	0.628	0.416	0.416
A10	1	1	–	0	1	1
A11	1	1	1	–	1	1
A12	1	1	1	1	–	0
A13	1	1	1	1	0	–

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 8. Matriz de dominancia concordante y discordante. Bares

Matriz de dominancia concordante

	A8	A9	A10	A11	A12	A13
A8	–	1	1	1	1	1
A9	0	–	1	1	1	1
A10	0	0	–	0	0	0
A11	0	0	0	–	0	0
A12	0	0	1	1	–	0
A13	0	0	1	1	1	–

Fuente: Elaboración Propia

Matriz de dominancia discordante

	A8	A9	A10	A11	A12	A13
A8	–	0	0	0	1	1
A9	0	–	0	0	1	1
A10	0	0	–	1	0	0
A11	0	0	1	–	0	0
A12	0	0	0	0	–	1
A13	0	0	0	0	1	–

Fuente: Elaboración Propia

