



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Definición y priorización de portafolios de proyectos para la asignación de recursos en una empresa prestadora de servicios públicos domiciliarios

Ana María Rodas Areiza

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Minas, Escuela de la Organización
Medellín, Colombia
2018

Definición y priorización de portafolios de proyectos para la asignación de recursos en una empresa prestadora de servicios públicos domiciliarios

Ana María Rodas Areiza

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Ingeniería Administrativa - Profundización

Director (a):

D.Sc, Sergio Botero Botero

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Minas, Escuela de la Organización
Medellín, Colombia

2018

Resumen

Este trabajo permite dar respuesta a la necesidad de las organizaciones de llevar a cabo la definición de portafolios de proyectos con sus respectivos componentes, con el fin de encaminar los esfuerzos al logro de sus aspiraciones estratégicas; entendiendo que la identificación de los portafolios, programas, proyectos e iniciativas se lleva a cabo en el marco del proceso de planeación estratégica y que los recursos financieros, humanos, y tecnológicos son ilimitados. Una vez definidos los portafolios, de acuerdo con los lineamientos estratégicos, se aplican técnicas para la asignación de recursos tales como: la Estrategia empresarial y el Proceso Analítico Jerárquico (AHP). Adicionalmente, se definen criterios, para la priorización de proyectos en cada una de estas categorías, que pueden ser cuantitativos y/o cualitativos, y se aplican técnicas para su priorización, por ejemplo, el Diagrama de Burbujas y el Análisis de Decisiones Multicriterio MCDM, en este caso. En el MCDM, se usan para este trabajo, el Proceso Analítico Jerárquico, TOPSIS y VIKOR. Se realiza una aplicación de estas técnicas en una empresa de servicios públicos y finalmente, se presenta un análisis sobre los métodos y los resultados obtenidos.

Palabras clave: Portafolio, Proyectos, Análisis de Decisiones Multicriterio (MCDM), Proceso Analítico Jerárquico (AHP), TOPSIS, VIKOR

Abstract

This work allows responding to the need of organizations to define the project portfolios with their respective components, to direct efforts to achieve their strategic aspirations; understanding that the identification of portfolios, programs, projects and initiatives is executed within the framework of the strategic planning process and that the financial, human, technological resources, etc., are unlimited. Once the portfolios have been defined, according to the strategic guidelines, techniques are applied for the allocation of resources such as: the Business Strategy and the Analytical Hierarchical Process (AHP). Additionally, in each of these categories are defined criteria for the prioritization of projects, which can be quantitative and qualitative, and techniques are applied for their prioritization, for example, in this case, the Bubble Diagram and the Multicriteria Decision Analysis MCDM. In the MCDM, the Hierarchical Analytical Process, TOPSIS and VIKOR are used for this work. An application of these techniques is carried out in a public services company and finally, an analysis is presented about the methods and results obtained.

Keywords: Portfolio, Project, Multi-Criteria Decision Making (MCDM), Hierarchical Analytical Process (AHP), TOPSIS, VIKOR.

Contenido

	Pág.
Resumen.....	V
Abstract.....	VI
Lista de figuras.....	IX
Lista de tablas.....	X
Lista de abreviaturas.....	XII
Introducción	1
1. Contexto del problema.....	3
1.1 Planteamiento del problema de estudio.....	3
1.2 Justificación	4
1.3 Objetivos del trabajo	7
2. Marco Teórico	8
2.1 La Estrategia y el proceso de Planeación estratégica.....	8
2.1.1 La Estrategia.....	8
2.1.2 El proceso de planeación estratégica	9
2.2 Proyectos, Programas y Portafolios	12
2.2.1 Gestión de portafolios de programas y proyectos	14
2.3 Métodos para la priorización de portafolios y proyectos	15
2.4 Métodos de Análisis de Decisiones multicriterio.....	20
2.4.1 El proceso de decisión	20
2.4.2 Método Jerárquico analítico – AHP.....	23
2.4.3 Método TOPSIS.....	27
2.4.4 Método VIKOR.....	30
3. Estado del arte de la definición de portafolios y priorización de proyectos	33
4. Aplicación metodológica	41
4.1 Definición de portafolio de proyectos	41
4.1.1 Portafolio de proyectos según las Formas de Jugar	44
4.1.2 Portafolio de proyectos según los objetivos estratégicos de la organización.....	45
4.1.3 Análisis y selección de portafolios.....	49
4.2 Selección de criterios para la priorización de proyectos dentro de los portafolios	49

4.3	Priorización de proyectos dentro de cada portafolio.....	51
4.3.1	Portafolio 1: Comprador inteligente.....	52
4.3.2	Portafolio 2: Desarrollador de proyectos.....	57
4.3.3	Portafolio 3: Rentabilizar operaciones	61
4.3.4	Portafolio 4: Desarrollador de soluciones	68
5.	Conclusiones y recomendaciones.....	71
5.1	Conclusiones	71
5.2	Recomendaciones	73
A.	Anexo: Desarrollo método VIKOR portafolio Comprador inteligente.....	74
B.	Anexo: Desarrollo método TOPSIS portafolio Desarrollador de proyectos	76
	Bibliografía	79

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. La planeación estratégica y la gestión de portafolios de proyectos.....	12
Figura 2. Elementos del proceso de decisión	21
Figura 3. Construcción de jerarquías	24
Figura 4. Esquema de trabajo Definición de portafolios y priorización de proyectos	41
Figura 5. Formas de Jugar Grupo EPM.....	43
Figura 6. Objetivos estratégicos Grupo EPM.....	44
Figura 7. Portafolio de proyectos de acuerdo con formas de jugar	45
Figura 8. Modelo jerárquico ponderación objetivos estratégicos	47
Figura 9. Ponderaciones de los objetivos estratégicos según AHP	48
Figura 10. Resultados ponderación de objetivos estratégicos con AHP	48
Figura 11. Árbol de jerarquías - Rentabilizar operaciones	62
Figura 12. Ponderación de criterios - Rentabilizar operaciones.....	63
Figura 13. Árbol de decisión con alternativas para Rentabilizar operaciones	67
Figura 14. Diagrama burbujas - Desarrollador de soluciones	70
Figura 15: Resultados de la priorización de portafolios	72

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Comparativo entre Gestión de proyectos, programas y portafolios	13
Tabla 2. Métodos de análisis de decisiones multicriterio.....	22
Tabla 3. Escala de comparación de Saaty.....	24
Tabla 4. Matriz de comparaciones – MCDM.....	25
Tabla 5. Matriz normalizada – MCDM.....	25
Tabla 6. Tabla Índices aleatorios de consistencia	27
Tabla 7. Trabajos relacionados con definición y priorización de portafolios y proyectos .	33
Tabla 8. Clasificación de portafolios de acuerdo con los objetivos estratégicos	46
Tabla 9. Criterios de priorización por cada portafolio de proyectos	51
Tabla 10. Alternativas - Comprador inteligente	53
Tabla 11. Matriz de comparaciones de criterios – Comprador inteligente	53
Tabla 12. Normalización matriz de criterios y vector de prioridades - Comprador inteligente	54
Tabla 13. Matriz de decisión – Comprador inteligente.....	55
Tabla 14. Normalización de matriz de decisión – Comprador inteligente	55
Tabla 15. Resultados solución ideal positiva y negativa – Comprador inteligente	56
Tabla 16. Distancia respecto a solución ideal y anti ideal – Comprador inteligente	56
Tabla 17. Proximidad relativa a la solución ideal – Comprador inteligente	56
Tabla 18. Ordenación de preferencias – Comprador inteligente	57
Tabla 19. Ordenación según Q – Comprador inteligente	57
Tabla 20. Alternativas - Desarrollador de proyectos	58
Tabla 21. Matriz de comparaciones de criterios – Desarrollador de proyectos	58
Tabla 22. Normalización matriz de criterios y vector de prioridades – Desarrollador de proyectos.....	59
Tabla 23. Resultados mejores f_i^* y peores f_i^- – Desarrollador de proyectos	59
Tabla 24. Cálculo de valor de S_j, R_j y Q_j para cada alternativa – Desarrollador de proyectos.....	59
Tabla 25. Alternativas ordenadas según valores S, R y Q – Desarrollador de proyectos	60
Tabla 26. Resultados objetivos método TOPSIS – Desarrollador de proyectos.....	61
Tabla 27. Alternativas - Rentabilizar operaciones.....	62
Tabla 28. Matriz de comparaciones de criterios – Rentabilizar operaciones	63
Tabla 29. Normalización matriz de criterios y vector de prioridades – Rentabilizar operaciones.....	63

Tabla 30. Matriz comparaciones de alternativas – Criterio Impacto sobre el negocio	64
Tabla 31. Matriz normalizada y vector prioridades - Criterio Impacto sobre el negocio respecto al criterio Impacto sobre el negocio	64
Tabla 32. Matriz comparaciones de alternativas – Nivel de urgencia para la operación..	65
Tabla 33. Matriz normalizada y vector prioridades - Criterio Nivel urgencia para la operación.....	65
Tabla 34. Matriz comparaciones de alternativas – Criterio Complejidad	66
Tabla 35. Matriz normalizada y vector prioridades - Criterio Complejidad	66
Tabla 36. Resultados aplicación AHP - Rentabilizar operaciones	67
Tabla 37. Orden de ejecución proyectos según AHP - Rentabilizar operaciones	68
Tabla 38. Alternativas - Desarrollador de soluciones	69
Tabla 39. Selección alternativas - Desarrollador de soluciones	70

Lista de abreviaturas

Abreviaturas

Abreviatura	Término
<i>AHP</i>	Proceso Jerárquico Analítico
<i>EBITDA</i>	Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation, and Amortization (Ganancias antes de intereses, impuestos, depreciación y amortización)
<i>EPM</i>	Empresas Públicas de Medellín
<i>MCDM</i>	Multi-Criteria Decision Making
<i>PMI</i>	Project Management Institute
<i>RC</i>	Razón de consistencia
<i>VPN</i>	Valor Presente Neto

Introducción

El término de Planeación estratégica, surge desde los años cincuenta y se vuelve popular en las décadas de los sesenta y setenta; más adelante, en los años ochenta, al no tener éxito algunas empresas que aplicaban este proceso, perdió fuerza hasta estar prácticamente eliminada en la sociedad empresarial. Nuevamente en los años 90 y hasta los días actuales, se restableció y tiene una amplia aplicación en las organizaciones (David, 2003, p.5).

El proceso de dirección (o planeación) estratégica comprende, según David, F. (2003) en su libro *Conceptos de Administración estratégica*, tres etapas: formulación estratégica, la implantación de la estrategia y la evaluación de la estrategia. En primera etapa, se definen todos aquellos lineamientos y objetivos que se propone la organización para permanecer en el tiempo ante un entorno cada vez más competitivo; dado que los recursos no son ilimitados, los estrategas deben definir en qué invertirlos, por lo cual, en esta primera fase, se toma la decisión sobre los negocios en los que entrará a organización, los negocios que abandonará, recursos y en términos generales, como llevar a cabo la distribución proporcionando mayores beneficios, en los términos definidos por la empresa (financiero, social y/o ambiental). La implantación, es la fase de acción donde se promueve el cumplimiento de las estrategias anteriormente definidas y en la evaluación, se realiza una revisión del rendimiento y cumplimiento de la estrategia, y en caso de ser necesario, se toman acciones correctivas. De acuerdo a lo anteriormente citado, en las fases de formulación e implantación de la estrategia, para lograr la asignación correcta de recursos, la gestión de portafolios es una herramienta que promueve la alineación de los componentes (programas, proyectos, iniciativas) hacia los objetivos estratégicos de la organización (Buchtik, 2016).

Para el desarrollo del trabajo, se parte de la consulta sobre el estado de arte en Planeación estratégica, la Gestión de portafolios y la priorización de proyectos; se revisan las metodologías existentes en esta materia y en el capítulo 4 se seleccionan algunas de estas técnicas y se aplican en un caso de una compañía (Empresas Públicas de Medellín - EPM), que tiene diversidad de proyectos: de infraestructura, desarrollo e innovación, mejoramiento de procesos, adquisición de empresas, etc, y como las demás organizaciones, posee limitación de recursos. Al obtener los resultados, se realiza un análisis y recomendaciones.

Es válido aclarar que las definiciones de portafolios y las metodologías para la priorización de proyectos que se estudian en el trabajo, aplican para cualquier tipo de organización.

1.Contexto del problema

1.1 Planteamiento del problema de estudio

Los gerentes se enfrentan al desafío de cómo orientar las empresas hacia actividades que contribuyan a su propósito, es decir, a cumplir las directrices estratégicas donde prevalece la “rentabilidad” para el Dueño. Según García (1999), existen dos objetivos empresariales fundamentales que apalancan el cumplimiento de los demás, estos son: el crecimiento y la permanencia, para lo cual es indispensable, además de la generación de ingresos, el uso eficiente de los recursos. Lo anterior, conlleva a garantizar que los esfuerzos organizacionales estén enfocados en asuntos que agreguen valor a la compañía y así mismo, le permitan el cumplimiento de los objetivos estratégicos.

Una organización como Empresas Públicas de Medellín (EPM), que desarrolla sus actividades para ofrecer los servicios de: Gas, Energía eléctrica, Provisión de agua potable, Recolección y transporte de residuos sólidos y que tiene presencia en países de Latinoamérica (México, Guatemala, El Salvador, Panamá y Chile), debe, hacer uso eficiente de sus recursos humanos, financieros y tecnológicos, con el fin de garantizar su sostenibilidad y ser competitivos a nivel global. Es decir, todos los esfuerzos realizados, deben estar enfocados en cumplir con los objetivos estratégicos de una manera eficiente.

Para lograrlo, las organizaciones llevan a cabo el proceso de planificación estratégica, que permite identificar las acciones: proyectos, programas e iniciativas, que contribuyen a materializar sus deseos estratégicos. Específicamente, en la actividad asociada a identificar y elegir entre cursos alternativos de acción (Cortés, 1998), es donde ocurre dicha definición. Sin embargo, ante la diversidad de proyectos y criterios de priorización que podrían llegar a identificarse, la Alta Dirección se enfrenta con la necesidad de definir un

método, paso a paso o procedimiento, que permita disminuir la subjetividad y de esta forma, evaluar y seleccionar los proyectos que garanticen la sostenibilidad de la organización, mediante un equilibrio en las dimensiones: social, ambiental y económica. Es por lo anterior, que el presente trabajo busca dar solución a la necesidad manifiesta, mediante la respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son los portafolios (grupos de proyectos o programas) a los cuales se les debe hacer gestión en la Organización, con el fin de que contribuyan al cumplimiento de sus definiciones estratégicas?
- ¿Cómo asignar los recursos humanos, financieros, tecnológicos a los diferentes portafolios?
- ¿Cuáles son los criterios de evaluación para los diferentes grupos de proyectos definidos, que permiten la jerarquización de los mismos?

El presente trabajo, permite dar herramientas para contribuir a las organizaciones a definir cuáles iniciativas, programas y proyectos contribuyen al cumplimiento de objetivos estratégicos, garantizando una adecuada asignación de recursos.

1.2 Justificación

Desde la década de 1950, en el área de la Administración se viene trabajando en la dirección (o gestión) de proyectos, haciendo uso de herramientas y técnicas de manera sistemática aplicadas a proyectos de ingeniería muy complejos. Según PMI (2008), la gestión de proyectos es la aplicación del conocimiento, de las habilidades, y de las técnicas para ejecutar los proyectos en forma eficiente y efectiva. Es una competencia estratégica para las organizaciones, que les permite atar los resultados de los proyectos a las metas del negocio, y así competir mejor en su mercado.

La gestión de proyectos evoluciona y se incluye el término de *portafolios*; de acuerdo con definición del PMI (2008), es la recopilación de un grupo de proyectos y/o programas y otros esfuerzos que se unen para facilitar la administración efectiva del trabajo necesario para alcanzar los objetivos estratégicos del negocio.

Según lo anterior, se puede decir que, la dirección de portafolios se enfoca en identificar cuáles son los proyectos, programas e iniciativas para el logro de los resultados estratégicos y la gestión de proyectos, en llevarlos a cabo correctamente.

EPM es una empresa de servicios públicos, con presencia en Colombia y en otros países en Latinoamérica, cuya estrategia está focalizada en el *Crecimiento y en la optimización de sus operaciones, con criterios de Responsabilidad social empresarial*; y para llevar a cabo dichos objetivos estratégicos, desarrolla diferentes tipos de proyectos (EPM, 2016):

- Sostenimiento: se desarrollan sobre los activos que se van a reponer o a modernizar.
- Mejora operacional y optimización: proyectos para obtener mayores niveles de eficiencia y efectividad en las operaciones de los negocios.
- Expansión: proyectos de crecimiento orgánico que se desarrollan para atender las necesidades asociadas al crecimiento de la demanda.
- Crecimiento - Greenfield: proyectos que se ejecutan desde cero, y son resultantes de opciones de crecimiento en nuevos mercados, geografías y líneas de negocio.
- Proyectos de mejoramiento de procesos: orientados a la revisión, ajuste y mejora en la eficiencia de los procesos de la organización tanto de las áreas de negocio como de las áreas de soporte.
- Comerciales: orientados a generar productos y/o servicios que mejoren el portafolio de soluciones que se le pueden ofrecer a los clientes.
- Crecimiento vía Compra de empresas / activos / derechos: orientados a crecer en nuevos mercados o regiones a través de la adquisición, participación, asociación o control de otras empresas o unidades empresariales
- Tecnologías de información: orientados a implementar un nuevo sistema de información, al desarrollo de migraciones o mejoras funcionales.

- Investigación y desarrollo: proyectos orientados a descubrir nuevos conocimientos; a su aplicación para la fabricación de nuevos materiales, productos, para el diseño de nuevos procesos, sistemas de producción o de prestación de servicios; adicionalmente, obtención de nuevos productos o servicios que puedan ser comercializados, mejoras significativas de los ya existentes y el mejoramiento u optimización de procesos.

Entendiendo el propósito de *optimizar las operaciones* y reconociendo que los recursos son limitados, es de gran importancia definir qué tipo de proyectos generan mayor impacto en el cumplimiento de los objetivos estratégicos y de esta forma, asignar los recursos financieros, humanos y tecnológicos disponibles. Es importante mencionar, que, por la diversidad de proyectos, los criterios a tener en cuenta, pueden ser cuantitativos y/o cualitativos, por lo cual, la metodología a aplicar, deberá contemplar esta situación.

La dificultad que presentan muchas organizaciones, por ejemplo EPM, es seleccionar los proyectos que se van a ejecutar; esta actividad se lleva a cabo en el marco del proceso de planeación estratégica y la responsabilidad corresponde al Comité Directivo, quien, para el caso de EPM, agrupa los proyectos en dos categorías: los Proyectos de Infraestructura que están relacionados directamente con la operación de los negocios y los Proyectos de Desarrollo empresarial que habilitan a los negocios para la prestación de los servicios; a estos proyectos, en cada agrupación, se les define un orden de prioridad para la asignación de recursos y ejecución, basándose principalmente en la contribución desde el punto de vista financiero. Hay consciencia en la organización, de que estas agrupaciones (o portafolios) son insuficientes, dado que todos sus elementos (proyectos y programas), no son comparables entre sí, por lo cual el orden de prioridad lo dan aquellos que generan más rentabilidad financiera; desconociendo la importancia de los proyectos que, por ejemplo, habilitan los negocios actuales. Lo anteriormente descrito, evidencia la necesidad de definir portafolios de programas y proyectos y aplicar metodologías que permitan su jerarquización, para la asignación de recursos y ejecución de los mismos.

1.3 Objetivos del trabajo

El presente trabajo pretende aplicar metodologías para la definición de portafolios y priorización de sus componentes para la asignación de recursos, que permita tomar decisiones sobre los proyectos que se deben ejecutar en la empresa, de acuerdo con criterios que permitan balancear la generación de valor en los componentes: financiero, social y/o ambiental.

El trabajo se desarrolla teniendo los siguientes objetivos específicos:

- Construir el estado del arte de la gestión de portafolios y toma de decisiones para la asignación de recursos.
- Realizar una propuesta de definición de portafolios de programas y proyectos.
- Presentar y aplicar métodos de priorización de programas y proyectos para la asignación de recursos.
- Analizar y concluir sobre los resultados obtenidos

2. Marco Teórico

2.1 La Estrategia y el proceso de Planeación estratégica

Para el desarrollo del trabajo, es importante comenzar con la definición de la estrategia y el proceso de Planificación estratégica, dado que es mediante la ejecución de este proceso, donde se identifican todas aquellas iniciativas: proyectos, programas y planes, que permiten el cumplimiento de los imperativos estratégicos definidos.

2.1.1 La Estrategia

El término “estrategia” se deriva del griego “strategos”, que significa *general del ejército*. Cada una de las tribus de la antigua Grecia, elegían un strategos para dirigir. En la batalla de Maratón (490 AC), los strategos asesoraron al Gobernante brindando asesoría “estratégica” para ganar las guerras, en lugar de asesorar sobre “tácticas” de manejo de las tropas para ganar las batallas. Uno de los autores que ha sido reconocido por el estudio de esta área, es Sun Tzu hace más de 2000 años, quien, en el *Arte de la Guerra*, señala: los que son expertos en el arte de la guerra someten al enemigo sin combate; toman las ciudades sin efectuar el asalto y derrocan un estado sin operaciones prolongadas. Es decir, es indispensable el conocimiento del competidor para prevenirse de sus fortalezas y atacar sus debilidades.

Con el tiempo, el término evolucionó y en el ámbito organizacional se desarrollaron las siguientes definiciones de Estrategia (Hax A. y Majluf, N.; 1996)

- Estrategia como un modelo que da coherencia, unidad e integridad a las decisiones de la empresa; es decir, implica la generación de planes para el logro de los objetivos organizacionales.
- Estrategia como un medio para establecer el propósito organizacional en términos de sus objetivos a largo plazo, programas de acción y prioridades en la asignación de recursos. La estrategia permite materializar los objetivos de la organización y los programas principales que se deben ejecutar para el logro de los mismos.
- Estrategia como una definición del dominio competitivo de la compañía. Establece los distintos ámbitos en que interviene la institución o en los que se desea intervenir, definiendo los pasos a seguir para abordar de manera adecuada los objetivos a lograr en cada uno de ellos.
- La estrategia como una reacción ante las amenazas y oportunidades externas, y debilidades y fortalezas internas, a fin de lograr una ventaja competitiva. A través de esta perspectiva, la estrategia permite definir una política organizacional para enfrentar la dinámica que se produce en el entorno, con el fin de detectar constantemente tanto las amenazas como oportunidades que el mismo trae consigo, buscando adquirir ventajas competitivas en relación con sus competidores.
- Estrategia como definición de la contribución económica y no económica que la empresa pretende dar a sus “stakeholders”; es decir, todos aquellos agentes, tanto individuos como grupos, que tienen algún derecho sobre la propiedad de la organización o sobre los excedentes o utilidades que genera.

2.1.2 El proceso de planeación estratégica

Una vez definida la estrategia a llevar a cabo para dar cumplimiento al propósito organizacional, se ejecuta un paso a paso o proceso de planificación (o planeación) que permite identificar de manera concreta, qué acciones debe realizar la empresa, con el fin de materializar los objetivos organizacionales. Ezequiel Ander-Egg (1995), define dicho proceso como:

- Sustantivamente, planificar es un esfuerzo por influir en el curso de determinados acontecimientos, mediante la acción deliberada de algunos actores sociales.
- Formalmente, significa incidir de una manera organizada y formalizada sobre determinados procesos y acciones conducentes al logro de ciertos objetivos y metas propuestos; y,
- Operacionalmente, se expresa en la utilización de determinados procedimientos, con el propósito de introducir organización y racionalidad a un conjunto de actividades consideradas pertinentes para el logro de determinadas metas y objetivos.

En pocas palabras, la planificación es un proceso o grupo de procesos, encaminados a llevar a cabo una estrategia previamente definida para el logro de un propósito superior. Aramayo, O. (s.f), en el Manual de planificación estratégica, señala que “la planificación estratégica no constituye en sí misma una *receta*, sino un medio para alcanzar los objetivos de la organización, para lo cual considera una visión de largo plazo, una observación de conjunto y una apropiación del contexto en el que la organización existe, entre otros aspectos”

Se puede afirmar que la planificación estratégica, es un proceso que convoca a la exploración del entorno externo e interno, e involucra a toda la organización para el logro de los objetivos propuestos. A continuación, se presentan algunas definiciones de la Planificación estratégica:

- Cynthia Bendlin (2005) la define como la “focalización y administración eficientemente de los recursos de una empresa/institución, apuntando a la eficacia. Es decir, al logro de objetivos a largo, mediano y corto plazos, con una visión sistémica y la participación de los actores involucrados.
- Víctor Barzán (2004), define las siguientes características de la Planificación estratégica:
 - Proceso de definir una situación final a largo plazo y decidir sobre cómo alcanzarla.
 - Es un enfoque de sistemas para guiar una organización durante un tiempo a través de su medio ambiente, para lograr los propósitos deseados.

- Conjuga la noción de futuro con la efectividad.
- Es planeamiento de una situación final con la mayor seguridad de alcanzarla.
- Es el esfuerzo sistemático y más o menos formal de una organización para establecer sus propósitos, objetivos, políticas y estrategias básicas, para desarrollar planes detallados con el fin de poner en práctica las políticas y estrategias, y así lograr objetivos y propósitos básicos de la organización.

Según las anteriores definiciones, se puede decir que, la planificación estratégica, está conformada por una serie de actividades que convoca a toda la organización y conllevan al cumplimiento de un propósito de largo plazo, mediante el uso eficiente de los recursos. Dichas actividades, se denominarán *etapas de la planificación estratégica* e incluyen los siguientes pasos principales (Cortés, 1998):

- a. Definición de los objetivos organizacionales.
- b. Determinar donde se está en relación a los objetivos.
- c. Desarrollar premisas considerando situaciones futuras.
- d. Identificar y escoger entre cursos alternativos de acción.
- e. Puesta en marcha de los planes y evaluar los resultados.

En el libro *Conceptos de la Administración Estratégica*, David, F. (2003) define las etapas de: “(1) Formulación estratégica, incluye la creación de una visión y misión, la identificación de las oportunidades y amenazas externas de una empresa, la determinación de las fortalezas y debilidades internas, el establecimiento de objetivos a largo plazo, la creación de estrategias alternativas y la elección de estrategias específicas a seguir; (2) La Implantación de la estrategia, requiere que una empresa establezca objetivos anuales, diseñe políticas, motive a los empleados y distribuya los recursos de tal manera que se ejecuten las estrategias formuladas y (3) la Evaluación de la estrategia, donde se da la revisión de los factores externos e internos en que se basan las estrategias actuales; la medición del rendimiento, y la toma de medidas correctivas”

Se observa que, en cualquiera de los casos, existe una actividad (Identificación de los cursos alternativos de acción o Implantación de la estrategia), donde se definen todos aquellos elementos que contribuyen al cumplimiento de los objetivos estratégicos; cuando se habla de elementos, se refiere a planes, iniciativas, proyectos, programas y portafolios. En la figura 1, se presenta la relación existente entre la Estrategia de la organización y la gestión de proyectos y programas.

Figura 1. La planeación estratégica y la gestión de portafolios de proyectos.



Fuente: Project Management Institute 2013. "The Standard for Portfolio Management. Third Edition. USA. Página 8

2.2 Proyectos, Programas y Portafolios

Según la Guía del PMBOK para la dirección de proyectos (2008), un **proyecto** es un esfuerzo temporal para crear un producto o servicio único. Los proyectos se crean cuando una organización detecta necesidades o problemas que resolver, oportunidades de negocio, cambios en la legislación, renovación tecnológica, etc. El **programa**, es un conjunto de proyectos que guardan cierta relación entre sí y que se pueden ejecutar de modo secuencial, totalmente en paralelo o solapándose parcialmente. Y un **portafolio** es un nivel de agrupación superior, en el que se gestionan y priorizan tanto programas como proyectos individuales, que no tienen por qué estar relacionados entre sí pero que ayudan en su conjunto a alcanzar objetivos estratégicos del negocio.

Es así como la gestión de portafolios, es un tema estratégico, enfocado al cumplimiento del propósito empresarial que se define en el proceso de planeación; por otra parte, la gestión de programas y proyectos, son de un nivel táctico que busca lograr los resultados en términos de calidad, tiempo y costo.

Dye y Pennypacker (1999), en su libro *Project Portfolio Management: Selecting and Prioritizing Projects for Competitive Advantage*, indican que en las organización, debido a la limitación de recursos (financieros, humanos y tecnológicos), los proyectos deben competir por ellos y al ser seleccionados, se convierten en un elemento fundamental de inversión de la compañía; adicionalmente, definen el portafolio como un agregado, una acumulación, un ensamble, etc, de inversiones, que conforman la estrategia de inversión de una organización.

Rad, P. y Levin G. (2006) en el libro *Project Portfolio Management Tools and Techniques*, señala “La administración de portafolios de proyectos implica una selección lógica y formal de proyectos y una ejecución metódica para su conclusión lógica y exitosa”

En el libro *Secretos para dominar la gestión de portafolios de programas y proyectos* (Buchtik, 2016), se realiza un comparativo entre la gestión de proyectos, de programas y de portafolios. En la tabla 1, se presenta una extracción de dicho análisis:

Tabla 1. Comparativo entre Gestión de proyectos, programas y portafolios

	Gestión de proyectos	Gestión de programas	Gestión de portafolios
Busca	Ser efectivo y eficiente desde el inicio al cierre de un proyecto	Cumplir con las metas del programa	Alinear el portafolio a los objetivos estratégicos de la organización
Se enfoca en:	Hacer correctamente los proyectos	Hacer correctamente los programas	La combinación de hacer los componentes correctos y que estos se

	Gestión de proyectos	Gestión de programas	Gestión de portafolios
			hagan correctamente a nivel colectivo
Éxito	Cumplir con los objetivos de proyecto (ej.: terminar a tiempo, dentro del presupuesto y del alcance)	Cumplir con los objetivos del programa y lograr los beneficios que el programa prometió entregar	Lograr el desempeño esperado de las inversiones y los beneficios de los componentes del portafolio
Alcance	Alcance definido para el proyecto que cambia solo mediante solicitudes de cambio aprobadas	Tiene un alcance mayor al de los proyectos y éste se modifica por cambios internos o externos al programa	Tiene un alcance organizacional que cambia según cambian los objetivos estratégicos y el contexto organizacional

Fuente: Secretos para dominar la gestión de portafolios de programas y proyectos (Buchtik, 2016)

2.2.1 Gestión de portafolios de programas y proyectos

Para la gestión de portafolios, hay varios puntos de vista o estándares internacionales: MoP de la Oficina de Comercio de Gobierno del Reino Unido, el estándar PMI de gestión de portafolios y el estándar ISO 21504. Para efectos del presente trabajo, se referenciará de manera general el asociado al PMI, dado que es el más usado por las organizaciones por su fácil adopción.

El estándar de portafolios PMI (2013), comprende los siguientes procesos:

1. *Definir el portafolio*: procesos encaminados a definir cómo se implementarán los objetivos estratégicos en el portafolio. Se usa principalmente cuando la organización define y actualiza su plan estratégico, su presupuesto y otros planes. También ocurre ante cambios inesperados o importantes como: fusiones entre empresas, cambios en el entorno, etc.
2. *Alinear el portafolio*: procesos que establecen cómo se va a gestionar y optimizar el portafolio. Se determina cómo categorizar, evaluar, seleccionar, modificar o suspender los elementos (programas y proyectos) del portafolio. En pocas palabras se refiere a la ejecución.

3. *Autorizar y controlar el portafolio*: determinan los mecanismos para aprobar y controlar el portafolio. Incluye, la definición de su monitoreo, el registro de los cambios en la estrategia, indicadores del desempeño, con el fin de asegurar la alineación y generación de valor a la estrategia.

Al aplicar estos procesos en una empresa, se espera contar con una categorización de portafolios que permita definir la contribución de un grupo de elementos: programas y proyectos, para el logro de uno o varios objetivos estratégicos.

El presente trabajo está enfocado al paso 1. *Definir el portafolio*, es decir, la definición de los portafolios y la priorización de los elementos contenidos en cada uno de ellos. Este, como se indicó, es un tema estratégico, por lo cual, se debe partir de las metas estratégicas que tiene la organización, y definir estos grupos de proyectos y programas que, de manera articulada, estén orientados a los objetivos.

En el siguiente capítulo, se presentará la forma cómo, una vez definidos los portafolios, se priorizan los elementos contenidos en cada agrupación, mediante técnicas o herramientas que se encuentra en la literatura.

2.3 Métodos para la priorización de portafolios y proyectos

Una vez se han categorizado los proyectos y alineado con el cumplimiento de los objetivos estratégicos, se hace uso de métodos de administración de portafolios, que permiten medir la contribución al propósito empresarial y así realizar una priorización de los mismos para la asignación de recursos financieros, humanos y tecnológicos. Los métodos descritos a continuación se pueden aplicar cuando se tienen varios portafolios (según sus características) y cuando se tienen varios proyectos dentro de un portafolio.

Existen varios métodos para la administración de portafolios; según Cooper (2001), se pueden clasificar en:

- Métodos financieros: incluye la evaluación mediante métricas de rentabilidad y retorno, como VPN (Valor presente neto), ROI (Retorno sobre la inversión), RONA (Rentabilidad sobre los activos netos), periodo de recuperación. Aproximadamente el 77.3% de las empresas utilizan estos métodos para la administración y selección de los proyectos. Este tipo de método es utilizado para calificar proyectos entre sí, en términos de valor económico.
- Estrategia empresarial: es el segundo método más usado en las organizaciones. Teniendo la estrategia definida y las prioridades organizacionales, el dinero se distribuye en diferentes agrupaciones de proyectos. Posteriormente, los proyectos individualmente en cada grupo, son priorizados con el fin de asignar los recursos. Esta priorización en cada categoría, puede realizarse con los diferentes métodos: financieros, diagrama de burbujas, decisiones de la alta dirección, modelos de calificación, listas de chequeo o simplemente, métodos no formales.
- Diagramas de burbuja: en este método, los proyectos son graficados en el plano cartesiano XY en forma de burbuja; y de acuerdo con el cuadrante donde se encuentran localizados, se toma una decisión de ejecutar o no los proyectos.
- Modelos de calificación o *scoring*: los proyectos son calificados de acuerdo con criterios definidos y ponderados previamente; al final, se puede tener la puntuación total de cada uno de los proyectos, según como fueron calificados los criterios. Algunos criterios usados son: alineación estratégica, retorno financiero, riesgos y probabilidad de éxito, duración, y disponibilidad de capacidades para llevarlos a cabo, entre otras.

Dentro de los modelos de calificación, se pueden encontrar: checklist o lista de chequeo, modelo de calificación tradicional, análisis de utilidad multiatributo (MAUT) y Proceso Analítico Jerárquico (AHP) (Martín, R. 2014):

- *Check list* o lista de chequeo: Los proyectos según esta metodología son evaluados de acuerdo a “n” criterios, todos con la misma importancia, de tal manera que si un proyecto no cumple con un determinado requisito se le da, para ese criterio, la puntuación de 0 y si lo cumple 1.

- *Scoring* tradicional: es similar a la metodología anterior, con la diferencia de que se pondera cada uno de los criterios en función de su importancia relativa con respecto al resto de factores.
- Análisis de utilidad multiatributo: uno de los supuestos de esta metodología, es que el tomador de la decisión pretende obtener la máxima utilidad. Por lo anterior, se requiere una utilidad total de cada proyecto, que se obtiene convirtiendo las utilidades parciales de cada proyecto en los diferentes criterios de evaluación en una escala de calificación comparable.
- Proceso analítico jerárquico (AHP): apareció en 1977, en el Journal of Mathematical Psychology. Consiste en obtener una expresión algebraica cuantitativa, a partir de criterios o variables cualitativas, donde se identifica la importancia relativa de cada criterio y por lo tanto de cada proyecto. Este método será profundizado en el numeral siguiente, cuando se presenten los demás métodos de Decisión Multicriterio.

Por otra parte, en el Manual metodológico de evaluación multicriterio para programas y proyectos (Pacheco, J. 2008), se realiza la siguiente clasificación de Métodos de comparación, que dependen de la cantidad de objetivos con los que se pueden trabajar:

1. Métodos cuantitativos puros: se aplican para aquellos casos en los cuales se tienen las variables cuantificadas. Pueden ser:
 - a. *Métodos simples*:
 - i. Indicadores económicos: son los más usados, dentro de los que se encuentra: el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa interna de Retorno, la relación Beneficio / Costo, ente otros. La limitación con estos métodos, es que hay beneficios y costos que se identifican, pero no es posible su cuantificación, por lo tanto, se excluyen los criterios que no se pueden expresar en términos monetarios.
 - b. *Métodos complejos*:
 - i. Dominancia entre proyectos: se aplica en condiciones de incertidumbre, es decir, analiza los posibles resultados de un

proyecto bajo distintos escenarios y la probabilidad asociada a cada uno de ellos, y los compara con los correspondientes a otros proyectos. La aplicación de este tipo de modelos es conveniente para la determinación de la alternativa óptima para un determinado proyecto o selección de proyectos alternativos en condiciones de incertidumbre; la dificultad radica en estimar en forma confiable la probabilidad asociada a cada resultado posible del proyecto.

- ii. Programación lineal: se utiliza cuando se desean alcanzar objetivos múltiples con recursos limitados y sujeto a numerosas restricciones. La función objetivo seleccionada suele ser maximizar la suma de los valores actuales netos de los proyectos incluidos en cada programa. Aunque este instrumento tiene potencial, presenta limitaciones en proyectos para los cuales no se cuenta con información o metodologías para el cálculo de indicadores cuantitativos como el Valor Presente Neto (VPN).

2. Métodos cualitativos puros: estudian las relaciones entre variables cualitativas y permiten otorgar información sobre juicios, actitudes o deseos. Esta puede originarse a partir de encuestas, observación, dinámicas de grupo, entrevistas o técnicas proyectivas. Son complementarios a los métodos cuantitativos. Los métodos cualitativos se pueden desagregar en las siguientes categorías:

a. *Métodos simples*:

- i. Lista de verificación: Permite juzgar en forma sencilla y rápida si un proyecto cumple o no con los objetivos que se han fijado; se debe definir previamente los objetivos sobre los cuales se juzgará el proyecto y una escala en la cual se clasifica el proyecto. Este método no se puede emplear para jerarquizar proyectos sino para descartar rápidamente proyectos que no cumplen ciertas condiciones mínimas.
- ii. Aporte a metas: pretende obtener una estimación del avance porcentual hacia el logro de determinada meta debido a la realización del proyecto. Su aplicación es muy compleja, porque es

difícil encontrar metas concretas sobre las cuales se mide el aporte de los proyectos.

- iii. *Q- sorting* o Interacción nominal: se basa en el trabajo sistematizado de un grupo de evaluadores, como producto del cual se obtiene una clasificación de los proyectos según su aporte a los objetivos de la organización. El procedimiento combina etapas de trabajo individual con etapas de trabajo en grupo.

- b. *Métodos complejos*: dentro de este grupo se encuentra el Método Delphi para estructurar un proceso de comunicación grupal de tal manera que pueda ser resuelto por parte de un grupo, un problema complejo para la predicción de eventos bajo condiciones de incertidumbre; se realizan en este método, encuestas anónimas a un grupo seleccionado de expertos con el fin de recoger posibles convergencias de opiniones y consensos.

- c. *Métodos mixtos*: son procesos que permiten recolectar, analizar y vincular datos de tipo cuantitativo y cualitativo.
 - i. Modelos de puntuación: es una extensión del modelo de aporte a metas; con la diferencia de que se agregan ponderaciones para cada objetivo. Se emplean dichas ponderaciones y la puntuación obtenida por el proyecto frente a cada objetivo y se determina un puntaje único para el proyecto.
 - ii. Métodos de Análisis de Decisiones Multicriterio, en especial el AHP (Analytic Hierarchy Process): el AHP es un método de descomposición de estructuras complejas en sus componentes, ordenando estos componentes o variables en una estructura jerárquica, donde se obtienen valores numéricos para los juicios de preferencia y, finalmente los sintetiza para determinar qué variable tiene la más alta prioridad. Se explicará más adelante en el numeral asociado a Métodos de Decisión Multicriterio

2.4 Métodos de Análisis de Decisiones multicriterio

En este capítulo se profundiza el Análisis de Decisiones Multicriterio MCDM (Multi-Criteria Decision Making).

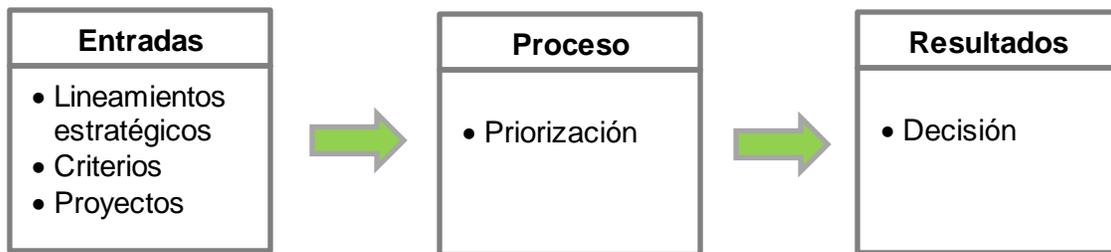
El MCDM es un conjunto de técnicas usadas en problemas complejos de priorización (Loken, 2007); es decir, para tomar la decisión, se puede contar con varios criterios y subcriterios (cuantitativos o cualitativos), diversidad de alternativas y múltiples decisores. El método, en general, consiste en determinar criterios y subcriterios de evaluación, asignar los pesos a cada criterio y subcriterio, los cuales se analizan a través de comparaciones pareadas para medir la relación entre criterios y su importancia; posteriormente, se evalúan las alternativas (en este caso, proyectos o programas) por cada criterio, asignando una calificación y así obtener la alternativa óptima para el problema de acuerdo al criterio profesional de los expertos (Mayor, 2015). Es decir, el objetivo final del Análisis de decisiones multicriterio es la toma de decisión, por lo cual se comenzará exponiendo el proceso de decisión y los factores que intervienen allí.

2.4.1 El proceso de decisión

De acuerdo con el Manual metodológico de evaluación multicriterio para programas y proyectos (Pacheco 2008), “Un proceso de decisión implica, necesariamente, la comparación entre las alternativas sobre las que se puede optar frente a cierta disyuntiva presente, en primer lugar se hace necesario separar un problema de decisión en los elementos que lo componen, para la posterior comparación entre ellos” ; la decisión implica entonces, realizar mediciones para aplicar los criterios y que finalmente se establezca un orden de prioridad.

Para el caso de estudio, se cuenta con los siguientes elementos que conforman el proceso de decisión:

Figura 2. Elementos del proceso de decisión



Fuente: elaboración propia

Las *entradas*, son los lineamientos estratégicos de la empresa de estudio, que se conforman, en general, por aquellos elementos que brindan una orientación del quehacer y el futuro organizacional; puede ser entre otros, misión, visión, objetivos estratégicos. Adicionalmente, las entradas son aquellos criterios y subcriterios sobre los cuales se hacen las comparaciones de las alternativas. Y finalmente, se tiene los proyectos, que corresponde a las alternativas a evaluar.

El *proceso*, corresponde a la etapa de comparación y que permite tener un ordenamiento de las alternativas evaluadas (bien sea portafolios o proyectos dentro de cada portafolio).

El *resultado*, es la decisión final una vez se tiene la priorización de los proyectos evaluados.

La decisión Multicriterio es una optimización con varias funciones objetivo simultáneas que puede formularse así:

$$\text{máx. } F(x); x \in X$$

donde:

x: Es el vector $[x_1, x_2, x_3, \dots, x_n]$ de las variables de decisión. El problema de decisión es el de asignar los “mejores”.

X: Es la denominada región factible del problema (el conjunto de posibles valores que pueden tomar las variables)

F(x): Es el vector $[f_1(x), f_2(x), \dots, f_p(x)]$ de las p funciones objetivo que recogen los criterios u objetivos simultáneos del problema

Según Mayor (2015), hay métodos que requieren que cada criterio tenga una escala de evaluación numérica o intervalo (métodos basados en la teoría del valor) y otros llamados de clasificación, que toman escalas ordinales, sin necesidad de convertir las escalas originales en los abstractos con un rango impuesto arbitrariamente. En los métodos de clasificación, se encuentran el método PROMETHEE (Clasificación de preferencia, método de enriquecimiento de evaluaciones), ELECTRE (Eliminación y opciones que reflejan la realidad), UTA GMS (regresión ordinal robusta para problemas de clasificación y elección) De acuerdo con el estado del arte, para el presente estudio, es de interés las herramientas basadas en la teoría del valor.

En la tabla 2, se presenta un compendio de las técnicas más usadas de Análisis Multicriterio.

Tabla 2. Métodos de análisis de decisiones multicriterio.

Método	Definición
AHP: Proceso analítico jerárquico	Comparación entre pares para establecer prioridades, evaluando alternativas cuando se tienen varios criterios.
ANP: Proceso de red Analítica	Trata con decisiones complejas y relaciones entre los criterios.
COPRAS: Evaluación Compleja Proporcional	Usa un procedimiento de evaluación de las alternativas en términos de la significancia y el grado de utilidad.
TOPSIS: Técnica para el orden de preferencia por similitud a solución ideal	Determina una solución con la distancia más corta a la solución positiva ideal y la distancia más larga a la solución negativa ideal
VIKOR: Optimización Multidisciplinar y Solución de Compromiso	Clasifica y selecciona entre un conjunto de alternativas en presencia de criterios conflictivos. Introduce un índice de clasificación multicriterio basado en la métrica particular de la cercanía a la solución ideal.
UTA: Utilidades Aditivas	La toma de decisión conduce a la agregación de todos los criterios en un único criterio llamado función de utilidad

Método	Definición
MCS: Simulación Monte Carlo	Método de evaluación iterativa de un modelo determinístico, utilizando conjuntos de números aleatorios como variables de entrada
UT: Teoría de la Utilidad	Provee una escala uniforme para comparar la satisfacción del tomador de decisión, proveniente de varios criterios
MAUT: Teoría de la utilidad multiatributo	El elemento clave de esta herramienta es derivar una función de utilidad multiatributo, donde se necesitan funciones de utilidad individuales y sus factores de ponderación.

Fuente: Extraído de Mayor J. (2015)

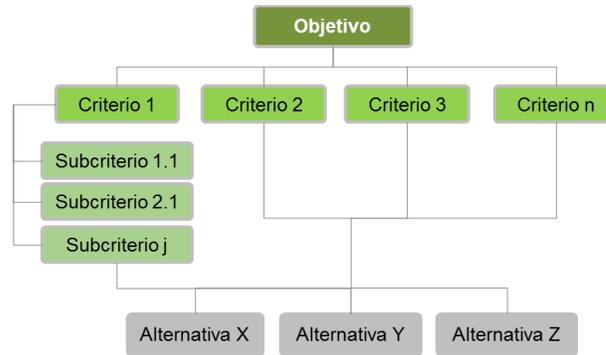
A continuación, se detallan los métodos AHP, TOPSIS y VIKOR, que serán los aplicados en el estudio y son los más usados para el análisis de decisiones como el detallado en el presente trabajo.

2.4.2 Método Jerárquico analítico – AHP

El método AHP, por sus siglas en inglés Analytic Hierarchy Process, es método que permite incluir varios criterios tanto cuantitativos como cualitativos. Lo anterior hace que pueda evaluar diversas variables al momento de seleccionar una única opción dentro de un amplio conjunto de alternativas posibles, basándose en comparaciones de la importancia entre criterios escogidos para la selección de una alternativa, siendo esta más una medida relativa que un valor absoluto (Saaty, 1990).

El Método Jerárquico Analítico posee tres principios:

- I. *Construcción de jerarquías*: para lo cual se define el árbol conformado por el objetivo que se desea alcanzar, los criterios / subcriterios de valoración y las alternativas planteadas.

Figura 3. Construcción de jerarquías

- II. *Establecimiento de prioridades:* en este punto, se llevan a cabo comparaciones a pares entre criterios, mediante la pregunta: ¿Cuánto supera este elemento (o actividad) al elemento con el cual se está comparando? (Pacheco, J. 2008)
- El tomador de decisiones compara dos alternativas A_i y A_j con respecto a un criterio y les asigna un valor numérico para darles un peso relativo, usando una escala, por ejemplo, la Escala de Saaty, que se presenta a continuación:

Tabla 3. Escala de comparación de Saaty

Valor numérico	Definición
1	De importancia igual: ambos criterios tienen la misma importancia
3	Débil o moderada importancia del criterio sobre el otro
5	Importancia fuerte de un criterio sobre el otro
7	Importancia muy fuerte del criterio sobre el otro
9	Importancia absoluta de un criterio sobre otro.
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre los juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de los niveles anteriores

Fuente: Thomas Saaty, 1997. Toma de decisiones para líderes.

Teniendo n alternativas se debe obtener una matriz de tamaño $n \times n$, comparando cada una de las alternativas con las demás. Todos los elementos de la diagonal principal en una matriz de comparación deben tener el valor de 1, es decir, $a_{ij} = 1$, lo anterior debido a que una alternativa tiene una importancia relativa respecto a sí misma de 100%. Además, la matriz es simétrica y cada elemento es el inverso multiplicativo de su simétrico, es decir, $a_{ij} \times a_{ji} = 1$, lo cual quiere decir que $a_{ij} = 1/a_{ji}$. Finalmente, se obtiene una matriz así:

Tabla 4. Matriz de comparaciones – MCDM

K	P_1	P_2	...	P_n
P_1	1	a_{12}	...	a_{1n}
P_2	$1/a_{11}$	1	...	a_{2n}
...	1	...
P_n	$1/a_{1n}$	$1/a_{1n}$		1

Donde K , es el criterio que se está evaluando y P , son las alternativas que se comparan.

Posteriormente, se suman los elementos de cada columna y se obtienen los valores, expresados en la ecuación (1):

$$\sum a_{1j} = 1 + \frac{1}{a_{12}} + \dots + \frac{1}{a_{1n}} = V_1 \quad \text{Ecuación 1}$$

Y se normaliza la matriz, dividiendo cada elemento de la matriz por la sumatoria de la columna, así:

Tabla 5. Matriz normalizada – MCDM

$1/v_1$	a_{12}/v_2	...	a_{1n}/v_n
a_{21}/v_1	$1/v_2$...	a_{2n}/v_n
...
a_{n1}/v_1	a_{n2}/v_2	...	$1/v_n$

Finalmente, se realiza un promedio de cada una de las filas, obteniendo el vector de prioridades (p):

P
$\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{1j}$
$\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{2j}$
...
$\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{nj}$

III. *Consistencia lógica*: una vez se tiene la matriz de prioridades, se procede a calcular el indicador de consistencia lógica.

Para llevar a cabo el cálculo de la relación de consistencia (RC), se parte de la siguiente ecuación (2):

$$\lambda_{max} = V * B \quad \text{Ecuación 2}$$

donde,

λ_{max} es el máximo valor propio de la matriz de comparaciones

V: es el vector de prioridades obtenido de la matriz de comparaciones

B: es una matriz fila, resultante de la sumatoria de los elementos de cada columna de la matriz de comparaciones a pares

El Índice de Consistencia entonces, se calcula mediante la ecuación (3)

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde n, es el número de alternativas.

Adicionalmente, Saaty (1997) propone una tabla que contiene los Índices aleatorios de Consistencia (IA) para una serie de matrices aleatorias:

Tabla 6.Tabla Índices aleatorios de consistencia

N° de elementos a comparar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice aleatorio de consistencia (IA)	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Fuente: Saaty (1997)

Algunos autores proponen la siguiente ecuación (4) para llevar a cabo la estimación del IA:

$$IA = \frac{1,98*(n-2)}{n} \quad \text{Ecuación 4}$$

Y finalmente se calcula la Razón de consistencia (RC), mediante la ecuación (5):

$$RC = \frac{CI}{IA} \quad \text{Ecuación 5}$$

Si $RC < 0.1$, no es necesario reevaluar las comparaciones.

Si $RC > 0.1$, significa que hay presencia de juicios inconsistentes, por lo cual se recomienda modificar los valores de las comparaciones pareadas.

2.4.3 Método TOPSIS

El método TOPSIS se debe a Hwang y Yoon (1981) y establece un orden de las alternativas, utilizando la idea de distancia a la alternativa ideal y a la alternativa anti-ideal.

Si se tienen:

Las alternativas A_i , $i=1, 2, \dots, m$,

Los criterios C_j , $j=1, 2, \dots, n$,

Los pesos de los criterios W_j

Y una matriz de decisión con $X_{ij} = U_j(A_i)$, $\forall i, j$, donde U es la función utilidad del decisor, operando sobre la base de que todos los criterios que se van a maximizar o minimizar según se estén considerando ganancias o costos, respectivamente.

Se denomina **punto ideal positivo** en R^n al punto A^+ , considerada la mejor opción posible, y A^- , la **solución ideal negativa** en R^n , siendo la peor opción posible. El decisor elegirá la alternativa más próxima a A^+

El método TOPSIS consta de los siguientes pasos o algoritmo:

I. Construcción de la matriz de decisión:

En este primer paso se evalúan las m alternativas A_i , $i= 1, 2, \dots, m$, a partir de los criterios C_j , $j=1, 2, \dots, n$, y se obtiene la matriz de decisión:

	W_1	W_2	...	W_n
	C_1	C_2	...	C_n
A_1	X_{11}	X_{12}	...	X_{1n}
A_2	X_{21}	X_{22}	...	X_{2n}
...
A_m	X_{m1}	X_{m2}		X_{mn}

Donde, X_{ij} es la valoración de la alternativa A_i con respecto al criterio C_i y W corresponde a los pesos de cada criterio.

En caso de que los pesos de los criterios no estén definidos, se puede aplicar la metodología de AHP, comparando los criterios de priorización.

II. Normalización de la matriz de decisión:

En caso de que los valores de la matriz estén dados en diferentes unidades o rangos, se debe proceder a normalizar la matriz anterior, usando la ecuación (6)

$$n_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^m (X_{ij})^2}}, j = 1, \dots, n \quad i = 1, \dots, m \quad \text{Ecuación 6}$$

III. Construcción de la matriz de decisión normalizada y ponderada:

Se multiplica cada elemento de la matriz normalizada (n_{ij}), por el vector de pesos de los criterios (w_j), así:

$$V_{ij} = w_j x n_{ij}, j = 1, \dots, n \quad i = 1, \dots, m \quad \text{Ecuación 7}$$

IV. Cálculo de la solución ideal positiva y la solución ideal negativa:

Se hallan los valores ideales positivos A^+ y los valores ideales negativos A^- , mediante las ecuaciones 8 y 9 respectivamente.

$$A^+ = \{v_1^+, \dots, v_n^+\} = \{(max v_{ij}, j \in J)(min v_{ij}, j \in J')\} \quad \text{Ecuación 8}$$

$$A^- = \{v_1^-, \dots, v_n^-\} = \{(min v_{ij}, j \in J)(max v_{ij}, j \in J')\} \quad \text{Ecuación 9}$$

donde J está asociado con los criterios está asociado con los criterios que representan atributos deseables y J' está asociado con los criterios que representan atributos indeseables.

V. Cálculo de las medidas de distancia:

La distancia de cada alternativa de la solución ideal positiva y negativa viene dada por las siguientes ecuaciones 10 y 11:

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2}, \quad i = 1, \dots, m \quad \text{Ecuación 10}$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}, \quad i = 1, \dots, m \quad \text{Ecuación 11}$$

VI. Cálculo de la proximidad relativa a la solución ideal:

La proximidad relativa R_i a la solución ideal positiva se calcula mediante la ecuación 12:

$$R_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}, \quad i = 1, \dots, m \quad \text{Ecuación 12}$$

VII. Ordenación de preferencias

Finalmente se ordenan las alternativas de acuerdo a R_i y se elige la mejor, que es aquella que tiene el menor índice de proximidad.

2.4.4 Método VIKOR

El método ViseKriterijumska Optimizcija I Kompromisno Resenje, que traduce del bosnio, Optimización Multicriterio y solución de compromiso, comúnmente llamado VIKOR, fue desarrollado en 1998 por Serafim Opricovic. Este método es apropiado para resolver problemas que pueden tener criterios en conflicto (Opricovic, S. & Tzeng, H. 2004) y que tienen unidades diferentes, o se tengan algunos criterios cualitativos y otros cuantitativos. El resultado de la aplicación de este método es un ranking de alternativas, partiendo de la

llamada alternativa de compromiso referida a aquella que tiene una distancia más corta de la solución ideal.

- I. Cálculo de los mejores f_i^* y peores f_i^- valores de cada criterio, mediante las ecuaciones 13 y 14.

$$f_i^* = \max_i X_{ij} \quad f_i^- = \min_i X_{ij} \quad \text{Para atributos deseables} \quad \text{Ecuación 13}$$

$$f_j^* = \min_j X_{ij} \quad f_j^- = \max_j X_{ij} \quad \text{Para atributos indeseables} \quad \text{Ecuación 14}$$

- II. Cálculo de los valores S_j, R_j y Q_j para cada alternativa, m , mediante las ecuaciones 15, 16 y 17.

$$S_j = \sum_{i=1}^n w_i \frac{f_i^* - x_{ij}}{f_i^* - f_i^-} \quad \text{Ecuación 15}$$

$$R_j = \max \left[w_i \frac{f_i^* - x_{ij}}{f_i^* - f_i^-} \right] \quad \text{Ecuación 16}$$

$$Q_j = v \frac{S_j - S^*}{S^- - S^*} + (1 - v) \frac{R_j - R^*}{R^- - R^*} \quad \text{Ecuación 17}$$

donde,

$$S^* = \min_j S_j \quad R^* = \min_j R_j$$

$$S^- = \max_j S_j \quad R^- = \max_j R_j$$

Y v corresponde al nivel de consenso que se logra en los calificadores; para el presente ejercicio se tomará como supuesto $v = 0,5$ que significa una situación de consenso.

- III. Ordenar las alternativas según los valores obtenidos de S, R y Q , obteniendo tres listas de las alternativas.

La solución es la alternativa A^1 , la cual es la mejor de todas según la medida Q (mínimo), si se cumplen las siguientes condiciones

IV. Para seleccionar la alternativa se deben satisfacer las siguientes condiciones:

a. Ventaja aceptable:

$$Q(A^2) - Q(A^1) \geq DQ$$

Donde,

$Q(A^2)$ es la segunda alternativa, de acuerdo con el ordenamiento de los valores Q

$Q(A^1)$ es la primera alternativa, de acuerdo con el ordenamiento de los valores Q

$DQ = \frac{1}{j-1}$, donde j es el número de alternativas

b. Estabilidad aceptable en el proceso de decisión:

La alternativa A^1 , además de ser la mejor en el ordenamiento según Q , deberá también ser la mejor calificada según S y/o R .

Si una de las condiciones: Ventaja aceptable o Estabilidad aceptable en el proceso de decisión no se cumple, se propone la siguiente solución:

- Decidir por las alternativas A^1 , y A^2 , si no se cumple la condición "*Estabilidad aceptable en el proceso de decisión*"
- Decidir por las alternativas A^1 , A^2, \dots, A^m , si no se cumple la condición "*Ventaja aceptable*".

Para A^m , se debe cumplir que $Q(A^m) - Q(A^1) < DQ$, para que se indique que estas alternativas están dentro de la "cercanía" a la solución ideal.

3.Estado del arte de la definición de portafolios y priorización de proyectos

La definición de portafolios es un tema que ha evolucionado a través del tiempo, pero que no son muchas las organizaciones que tienen aplicaciones en la gestión de portafolios.

En la tabla 7, se presentan trabajos relacionados con el problema a resolver.

Tabla 7. Trabajos relacionados con definición y priorización de portafolios y proyectos

Autor	Nombre artículo	Análisis / Metodología aplicada
Cooper, (2001)	Portfolio management for New Product Development: results of an Industry Practices Study	Se desarrolla en detalle diferentes métodos para la priorización de proyectos: financieros, estrategia empresarial, diagrama de burbujas, listas de chequeo y modelos de calificación.
Pacheco, J. (2008)	Manual metodológico de evaluación multicriterio para programas y proyectos	Comprende metodologías para la evaluación y jerarquización de programas y proyectos, basados en criterios de evaluación relacionados con múltiples objetivos.
Almeida, J. (2010)	Jerarquización de proyectos de vivienda del instituto regional de la vivienda del estado portuguesa con	Aplicación del método Proceso Analítico Jerárquico para la jerarquización de 10 proyectos de vivienda. Para la definición de criterios, se tuvo en cuenta la opinión de cuatro grupos de interés

Autor	Nombre artículo	Análisis / Metodología aplicada
	el método proceso analítico jerárquico	
Salas, V. (2011)	Modelo de priorización de proyectos de inversión pública con enfoque multicriterio: caso semapa	Se presenta la aplicación del enfoque multicriterio para la priorización de proyectos de inversión pública, como respuesta a las continuas subejecuciones que se vienen presentando. Los proyectos son de infraestructura: agua potable y saneamiento básico.
Perez, J. (2012).	Método para la Selección y Priorización de Portafolios de Proyectos de I+D+i en el Contexto Institucional de un Centro de Desarrollo Tecnológico en Colombia	Se evalúan las diferentes metodologías para la priorización de portafolios de I+D+i (Investigación, Desarrollo e Innovación) y se aplica a un Centro de Desarrollo Tecnológico en Colombia. Los proyectos son únicamente de Desarrollo, Investigación e Innovación.
Vidal C. (2012)	Guía metodológica para la priorización de proyectos: Un enfoque aplicado a la infraestructura, la logística y la conectividad	Se presenta a aplicación de una metodología para la priorización de proyectos de infraestructura, logística y conectividad. La metodología utilizada es el Analytic Hierarchy Process (AHP), y se evalúan los criterios: Beneficio, Oportunidad, Costo, Riesgo. No se realizan categorizaciones de portafolios que contribuyan al cumplimiento de los objetivos estratégicos
Cardona, L. 2013	Selección de Iluminación sostenible mediante análisis multicriterio.	Aplicación del Modelado estructural interpretativo y el Proceso analítico de red difusa para la selección de una tecnología de iluminación sostenible
Martín, R. (2014)	Desarrollo de un modelo para la selección estratégica de proyectos basado en el Proceso Analítico Jerárquico(AHP)	Se desarrolla e implementa un modelo para la selección estratégica de proyectos, integrando la metodología AHP con otra de las técnicas de selección y evaluación de proyectos como es la Programación Monobjetivo.

Autor	Nombre artículo	Análisis / Metodología aplicada
Arancibia, S. (2015)	Evaluación de programas sociales: un enfoque multicriterio	Se presenta y aplica una metodología para la medición del logro de programas y proyectos sociales, apoyar su gestión y evaluar sus resultados. Resuelve la necesidad de medir cuantitativamente, la contribución de proyectos sociales, integrando el marco lógico con la metodología multicriterio "Proceso Analítico Jerárquico"
Amarís, L. (2015)	Diseño de un modelo de gestión de portafolios para empresas del sector de servicios de aseo, gas e infraestructura de un grupo empresarial	Se realiza una propuesta metodológica para implementación de una gestión de portafolios de proyectos en un Grupo empresarial; no incluye los métodos para calificar (priorizar) los proyectos asociados a los diferentes portafolios.
Mayor J. (2015)	Propuesta de un modelo de decisión multicriterio para la adjudicación de contratos de proyectos de infraestructura de iniciativa pública en Colombia	Propuesta de modelo multicriterio de selección de contratistas para proyectos de infraestructura de iniciativa pública en Colombia, aplicando métodos TOPSIS, Lógica difusa y AHP
Muñoz, B & Romana, M. 2016	Aplicación de métodos de decisión multicriterio discretos al análisis de alternativas en estudios informativos de infraestructura de transporte	Aplicación de métodos VIKOR y AHP para el análisis de alternativas en estudios informativos de infraestructuras
Useche, M. (2016)	Modelo integral para la priorización de portafolios de proyectos	Modelo para la priorización de proyectos dentro de un portafolio, usando metodologías basadas en la estrategia, indicadores financieros, y análisis multicriterio.
Cabrera, F. (s.f)	El diseño de un modelo de eficiencia para la priorización de proyectos	Aplicación de Análisis envolventes de datos (DEA) para la priorización de proyectos de I+D (Investigación y Desarrollo) , de acuerdo con el criterio de <i>eficiencia</i>

Autor	Nombre artículo	Análisis / Metodología aplicada
	de I+D: la determinación de sus variables	
Mazorra, J. (s.f)	Herramientas Multicriterio para la selección de proyectos con alto impacto en el Desarrollo Humano	Métodos multicriterio y sus aplicaciones en el campo de la Cooperación Internacional al Desarrollo (CID)

Fuente: Elaboración propia

En los trabajos consultados, se puede ver que el tema de priorización de proyectos ha sido desarrollado y aplicado por varios autores; hacen uso principalmente de la técnica AHP, con el fin de evaluar variables cuantitativas y cualitativas. Sin embargo, las metodologías son aplicadas generalmente a un solo grupo de proyectos homogéneos o un portafolio de proyectos específicos: bien sea proyectos de I+D+i (Investigación, Desarrollo e Innovación), de infraestructura, sociales, tecnológicos, entre otros. El presente trabajo, pretende definir portafolios de proyectos, y además de realizar la evaluación al interior de cada uno de ellos, obteniendo una priorización para la asignación de recursos.

Adicionalmente, a continuación, se indicarán algunos criterios existentes para la priorización de proyectos, con el fin, de más adelante, seleccionarlos de acuerdo a cada portafolio y aplicar alguna de las metodologías, anteriormente definidas.

EVA: según Vergiu & Bendezú (2007), el EVA es un indicador que permite evaluar si la utilidad es suficiente para cubrir el Costo de Capital empleado en la generación de dicha utilidad, por lo tanto, evidencia si se generó valor en un periodo de tiempo. Los recursos empleados por una empresa o negocio deberán producir una rentabilidad superior a su costo, porque de lo contrario, es mejor invertir en otras actividades.

$$EVA = (ROI - Kc) * Capital \quad \text{Ecuación 18}$$

donde,

ROIC = Retorno sobre la inversión de capital

Kc= Costo de oportunidad

Capital = Capital empleado

EBITDA (Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation, and Amortization): el indicador de ganancias antes de intereses, impuestos, depreciaciones y amortizaciones, se obtiene a partir del estado de resultados y es una medida de los beneficios económicos generados por una compañía a partir de sus actividades operacionales en un periodo, ya que elimina el sesgo de las cuestiones financieras y tributarias, y gastos que no implican pagos de efectivo.

Ventas / Ingresos

(-) Costo de la mercancía vendida

(-) Depreciaciones y amortizaciones

= Resultado bruto

(-) Gastos administrativos

(-) Gastos de comercialización

= Resultado operativo (EBIT)

(+) Amortizaciones y depreciaciones

= Ganancias antes de intereses, impuestos, depreciaciones y amortizaciones (EBITDA)

VPN (Valor presente neto): corresponde a la suma de los beneficios netos futuros (durante la vida útil del proyecto), después de cubrir la inversión inicial y los costos del proyecto.

$$VPN = -I_o + \sum \frac{B_n - C_n}{(1+d)^n} \quad \text{Ecuación 19}$$

donde,

I_o = Inversión inicial

B_n = Beneficios directos

C_n = Costos directos

d = tasa de descuento o costo de oportunidad del dinero

n = periodo de evaluación del proyecto

TIR (Tasa Interna de Retorno): es una tasa de descuento que genera que el VPN del proyecto sea igual a cero, es decir, al descontar con esta tasa los flujos generados por el proyecto, estos se igualan con la inversión.

Relación Beneficio – Costo (B/C): es la relación existente entre el valor presente de los beneficios totales (VPB) y el valor presente de los costos total (VPC).

Si $VPB > VPC$, entonces el proyecto es rentable.

$$\frac{VPB}{VPC} > 1 \quad \text{Ecuación 20}$$

Si $VPB = VPC$, la relación anterior es igual a 1, por lo tanto, el VPN es igual a cero. La decisión de hacer o no el proyecto, es indiferente, dado que los costos son similares a los beneficios generados.

Por otra parte, si $VPB < VPC$, el proyecto no es rentable:

$$\frac{VPB}{VPC} < 1 \quad \text{Ecuación 21}$$

Periodo de recuperación de la Inversión: Salinas (2015), define este criterio como el tiempo que requiere una empresa para recuperar la inversión inicial de un proyecto.

Para definir los rangos de decisión, se tienen las siguientes premisas:

- Si el periodo de recuperación es menor que el periodo de recuperación máximo aceptable, se recomienda aceptar el proyecto.
- Si el periodo de recuperación es mayor que el periodo de recuperación máximo aceptable, se recomienda rechazar el proyecto.

ROIC (Return on Invested Capital): según Damodaran (2007), el capital invertido en un negocio, intenta medir el rendimiento obtenido sobre el capital invertido en un proyecto o inversión, y se calcula de la siguiente manera:

$$ROIC = \frac{\text{Ingresos operativos (1-tasa de impuestos)}}{\text{Valor en libros del Capital invertido}} \quad \text{Ecuación 22}$$

ROE (Return on Equity): según Damodaran (2007), el ROIC mide el rendimiento de todo el capital invertido, y este indicador ROE, analiza el rendimiento, pero solo del capital de los inversionistas. Relaciona las ganancias sobrantes para los inversionistas después de que los costos del servicio de la deuda se hayan tenido en cuenta.

$$ROE = \frac{\text{Ingresos netos}}{\text{Valor en libros del Capital inversionistas}} \quad \text{Ecuación 23}$$

Adicionalmente a los indicadores financieros, para la evaluación de proyectos, se tienen en cuenta otro tipo de criterios que se presentan a continuación:

Índice de riesgo: según el PMI (2008), “los riesgos del proyecto proceden de acontecimientos que, de ocurrir, pueden tener un efecto negativo o positivo sobre los objetivos del proyecto. Los riesgos tienen una causa, y si se producen, un impacto. El riesgo incluye una amenaza para el cumplimiento de los objetivos del proyecto y, a la vez, una oportunidad de mejora de estos objetivos”. El ejercicio de gestión de riesgos comprende el análisis en los objetivos del proyecto, en cuanto a: Costo, Tiempo, Alcance y Calidad y puede realizarse en términos cualitativos o cuantitativos si se definen escalas por cada uno de los objetivos.

Riesgo país: según Asobancaria (Asociación representativa del sector financiero colombiano) (2016), el riesgo país mide la probabilidad de incumplimiento de las obligaciones financieras de una nación debido a factores que van más allá de los riesgos inherentes a un préstamo. De esta manera, cuanto mayor sea el riesgo, peor calificación recibirá el país. El riesgo país tiene en cuenta variables relacionadas con el entorno macroeconómico, la estabilidad política y el marco jurídico e institucional.

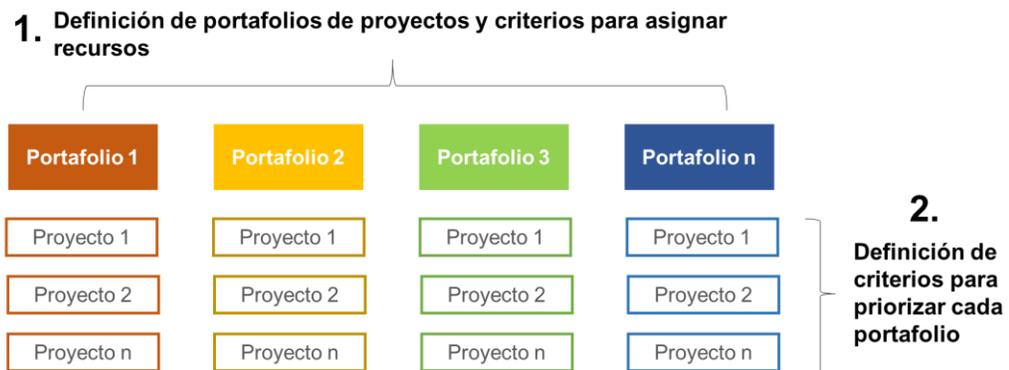
Liliana Butchtkik en su libro *Secretos para Dominar la Gestión de Portafolios de Programas y Proyectos*, expone adicionalmente los siguientes criterios:

- Del mercado: ingreso a nuevos mercados y crecimiento en un segmento del mercado.
- Complejidad: dificultad de ejecución o implementación.
- Legales: requeridos por cumplimientos legales o regulatorios
- Capacidad de ejecución: de recursos humanos o financieros.
- Tiempo: duración y/o urgencia del proyecto

4. Aplicación metodológica

De acuerdo con lo anteriormente detallado, el caso de estudio se abordará mediante dos pasos, que se exponen en la siguiente figura.

Figura 4. Esquema de trabajo Definición de portafolios y priorización de proyectos



Fuente: Elaboración propia

4.1 Definición de portafolio de proyectos

Actualmente en la empresa de estudio (EPM), se tienen dos agrupaciones de proyectos, una asociada directamente al core de la empresa y los proyectos de desarrollo empresarial

están orientados al desarrollo de capacidades organizacionales y a mejorar la eficiencia de los procesos.

- *Proyectos de infraestructura:* comprende los proyectos de Sostenimiento, Mejora operacional y optimización, Expansión, Nueva infraestructura locativa, Crecimiento –Greenfield, Desarrollo urbano y Rural, Intervenciones entes territoriales.
- *Portafolio de Desarrollo empresarial:* comprende los proyectos de implementación y mejoramiento de procesos, Crecimiento- Proyectos de Compra, venta de empresas, Tecnologías de información, Desarrollo e investigación, Responsabilidad Social Empresarial y Comerciales.

Como se mencionó anteriormente, según la Guía PMBOOK (2008) un portafolio es un nivel de agrupación superior, en el que se gestionan y priorizan tanto programas como proyectos individuales, que no tienen por qué estar relacionados entre sí pero que ayudan en su conjunto a alcanzar **objetivos estratégicos del negocio**. De acuerdo con lo anterior, se debe partir de los lineamientos estratégicos de la organización, con el fin de llevar a cabo una propuesta de portafolios:

EPM, cuenta con un Direccionamiento estratégico corporativo que a su vez está conformado por los siguientes elementos principales (Grupo EPM, 2016):

- *Propósito empresarial:* es un elemento que representa la filosofía de la organización: *Contribuir al desarrollo de territorios sostenibles y competitivos, generando bienestar y desarrollo con equidad a través de proyectos de infraestructura y de la oferta de soluciones a nuestros clientes/usuarios, mediante una actuación empresarial que armonice los resultados financieros, sociales y ambientales.*
- *Estrategia:* Crecimiento y optimización de las operaciones con criterios de RSE.

Para el cumplimiento de la Estrategia, se definieron unas formas para lograrla, llamadas Formas de Jugar:

Figura 5. Formas de Jugar Grupo EPM

Comprador inteligente	Está relacionado con crecer en territorios mediante la compra de empresas
Desarrollador de proyectos	Desarrollo de proyectos de infraestructura para promover el crecimiento o para asegurar la operación de los negocios
Rentabilizador de operaciones	Optimizar los procesos de negocio y de soporte
Desarrollador de soluciones	Desarrollar nuevos negocios y nuevas ofertas comerciales para prestar los servicios actuales

Fuente: Direccionamiento estratégico Grupo EPM

- **MEGA** (Meta Estratégica Grande y Ambiciosa): En el 2025 el Grupo EPM estará creciendo de manera eficiente, sostenible e innovadora; garantizando el acceso a los servicios que preste en los territorios donde esté presente, al 100% de la población; protegiendo 137 mil nuevas hectáreas de cuencas hídricas, además de las propias, con una operación carbono neutral y generando \$12.6 billones de EBITDA.
- **Objetivos estratégicos:** se define el siguiente mapa de objetivos (Figura 5) que permite dar respuesta a los anteriores elementos estratégicos definidos por el Grupo EPM, se tienen el siguiente mapa de objetivos estratégicos

Figura 6. Objetivos estratégicos Grupo EPM

Fuente: Direccionamiento estratégico Grupo EPM

Según estos lineamientos estratégicos, se proponen dos alternativas de definición de portafolios cuya elección dependerá de la Alta Dirección, entendiendo que este es un ejercicio de Planeación estratégica y se asocian directamente a los logros que se desean obtener

4.1.1 Portafolio de proyectos según las Formas de Jugar

Las Formas de Jugar, son una agrupación adecuada, entendiendo que cada una de ellas tiene una meta asignada de contribución al EBITDA en las proyecciones financieras a largo plazo.

Según Cooper (2001), la Estrategia empresarial es uno de los métodos más usados en las organizaciones; en este caso, fue el usado para definir los portafolios de proyectos. En la figura 6, se presenta la clasificación de portafolios de acuerdo con las formas de jugar, donde, la meta corresponde al porcentaje de contribución de cada portafolio, al logro del EBITDA. Esta asignación se realizó el Comité Directivo mediante el método de Estrategia

empresarial, teniendo la estrategia definida y las prioridades organizacionales (Cooper,2001).

Figura 7. Portafolio de proyectos de acuerdo con formas de jugar

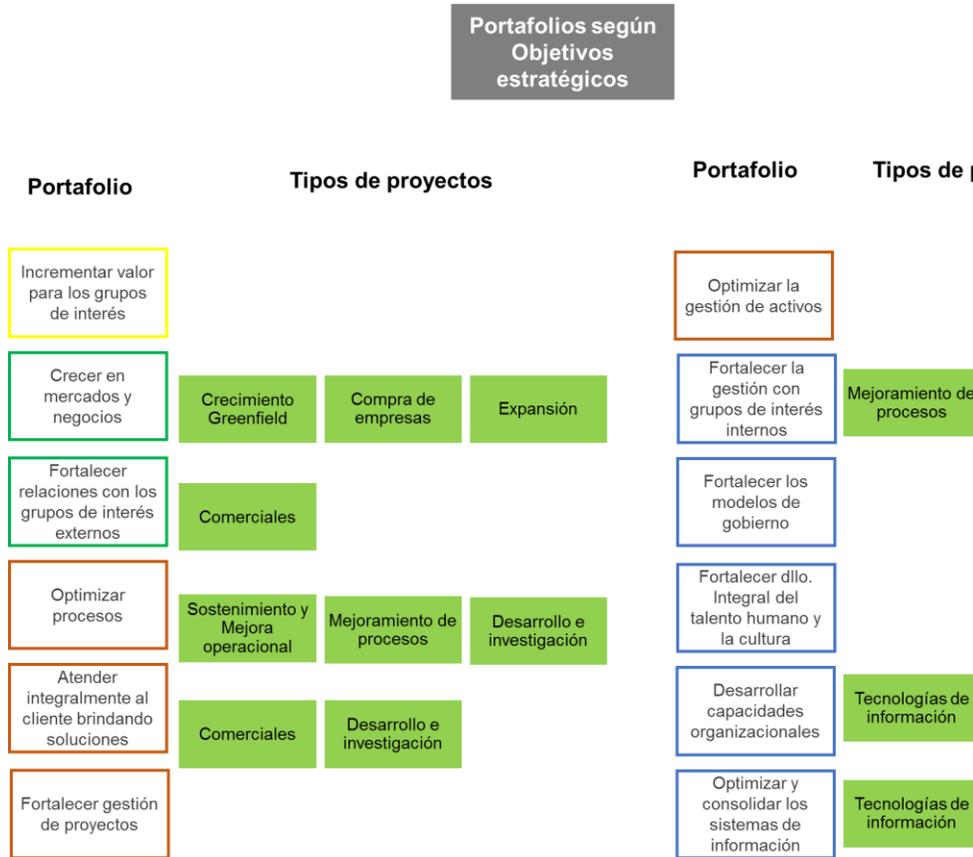


Fuente: elaboración propia

4.1.2 Portafolio de proyectos según los objetivos estratégicos de la organización

Como ya se ha mencionado de manera reiterada, los portafolios de proyectos se definen con el propósito de contribuir a los logros estratégicos de las organizaciones; es por esta razón, que se plantea a continuación en la tabla 8 otra categorización de portafolios, asociados a los objetivos estratégicos que define la empresa:

Tabla 8. Clasificación de portafolios de acuerdo con los objetivos estratégicos



Fuente: Direccionamiento Estratégico Grupo EPM

En la columna Proyecto, se presentan los tipos de proyectos existentes y se asocian a su respectivo portafolio (en este caso, objetivo estratégico). Esta clasificación no tiene una única meta definida, por lo tanto, se requiere aplicar una metodología, que permita la calificación y ponderación de los objetivos estratégicos, que correspondería a los pesos que tiene cada portafolio, bien sea para la asignación de recursos, o para la definición de metas.

Se aplicarán entonces, métodos de calificación, con el fin de obtener una puntuación de cada uno de los objetivos / portafolios. En este caso, se hará uso del Proceso Analítico

Jerárquico (AHP), que se explicó en el capítulo 2.4.2, y se detallarán cada uno de los pasos:

I. Construcción de jerarquías: comprende los siguientes pasos:

- Identificación del problema: como se ha mencionado, el problema radica en la asignación de pesos o priorización de los objetivos estratégicos, entendiendo el contexto actual de la organización y sus aspiraciones a mediano y largo plazo, es decir, se analizará, de acuerdo con el criterio “relevancia estratégica”.
- Modelo jerárquico para la priorización de objetivos estratégicos: para este caso, el modelo jerárquico es sencillo, dado que consta de los objetivos estratégicos y el criterio estratégico que utilizarán los expertos.

Figura 8. Modelo jerárquico ponderación objetivos estratégicos



II. Establecimiento de prioridades

Se llevó a cabo la comparación de pares de los 12 objetivos estratégicos, por parte de cuatro participantes del área de Planeación estratégica, con el fin de asignar pesos a cada uno; se obtuvo la Matriz de comparaciones, la normalización de la misma y finalmente los siguientes vectores por cada calificador.

A continuación, se presentan los vectores normalizados, por cada una de las 4 calificaciones, con su respectivo Indicador de Consistencia

Figura 9. Ponderaciones de los objetivos estratégicos según AHP

	CALIFICACIONES			
	1	2	3	4
Incrementar el valor para los grupos de interés	0.143	0.126	0.131	0.108
Crecer en mercados y negocios	0.127	0.114	0.115	0.123
Fortalecer relaciones con los grupos de interes externos	0.054	0.054	0.055	0.057
Optimizar la gestión de activos	0.076	0.079	0.074	0.086
Atender integralmente al cliente brindando soluciones ajustadas a sus necesidades	0.099	0.120	0.087	0.099
Optimizar procesos	0.096	0.092	0.120	0.094
Fortalecer la gestión de proyectos	0.083	0.083	0.083	0.087
Desarrollar capacidades organizacionales requeridas por la estrategia	0.094	0.102	0.110	0.097
Optimizar y consolidar los sistemas de información para la toma de decisiones del grupo	0.047	0.046	0.046	0.049
Fortalecer el desarrollo integral del talento y la cultura meta del grupo	0.059	0.063	0.058	0.071
Fortalecer modelos de gobierno	0.063	0.062	0.062	0.065
Fortalecer la gestión de los grupos de interes internos	0.058	0.058	0.058	0.063
Indice de Consistencia	0.053	0.060	0.056	0.056

Realizando cálculos de promedio aritmético, se encuentra la ponderación de cada objetivo estratégico y así se conforma la propuesta de portafolios de proyectos, con los pesos asignados a cada uno, aplicando la metodología de análisis multicriterio AHP:

Figura 10. Resultados ponderación de objetivos estratégicos con AHP

Meta	12.73%	11.95%	5.47%	7.90%	10.13%	10.08%	8.40%	10.08%	4.72%	6.27%	6.33%	5.93%
Portafolio	Incrementar valor para los grupos de interés	Crecer en mercados y negocios	Fortalecer relaciones con los grupos de interés externos	Optimizar procesos	Atender integralmente al cliente brindando soluciones	Fortalecer gestión de proyectos	Optimizar la gestión de activos	Fortalecer la gestión con grupos de interés internos	Fortalecer los modelos de gobierno	Fortalecer dlo. Integral del talento humano y la cultura	Desarrollar capacidades organizacionales	Optimizar y consolidar los sistemas de información

4.1.3 Análisis y selección de portafolios

De acuerdo con las propuestas de configuración de portafolios, se puede decir que ambas están orientadas a cumplir las aspiraciones estratégicas de la organización, bien sea por las formas de jugar o los objetivos estratégicos directamente; sin embargo para el presente trabajo se seleccionará la Propuesta 1: definición de portafolios de acuerdo con las formas de jugar, dado que permite agrupar todos los proyectos de la organización, es fácilmente gestionable por ser pocos portafolios y adicionalmente tienen meta establecida de contribución al EBITDA, y en esta misma proporción, de acuerdo con las decisiones gerenciales, se asignarían los recursos (humanos, financieros y tecnológicos)

La alternativa 2: portafolios de acuerdo con los objetivos estratégicos, también es una opción que puede ser aplicada, se pueden asociar los proyectos a cada uno de los objetivos, sin embargo, no todos los objetivos estratégicos tienen asociados un grupo de proyectos y adicionalmente un proyecto puede estar alineado a varios objetivos estratégicos, dado que, en la configuración de los objetivos estratégicos que persigue la organización, se definen de tal forma que se presenta el efecto de causalidad.

4.2 Selección de criterios para la priorización de proyectos dentro de los portafolios

Una vez elegido el portafolio de proyectos, se deberán definir criterios para priorizar los proyectos dentro de cada uno de estos grupos y así asignar los recursos de acuerdo con la disponibilidad de los mismos (financieros, humanos y tecnológicos) en cada portafolio.

La selección de criterios de priorización, se define de acuerdo con las características de los portafolios así:

- Comprador inteligente:

En este tipo de proyectos se caracterizan por su rentabilidad y gran aporte al EBITDA, así como la alta inversión requerida.

- Desarrollador de proyectos

Este tipo de proyectos, se evalúan mediante criterios que permitan analizar la rentabilidad de la toma de decisión, por ejemplo, el VPN, beneficio costo y el índice de riesgo.

- Rentabilizar operaciones

Para los proyectos de ese grupo, se analizan de acuerdo con los beneficios percibidos; adicionalmente, se puede evaluar con otro tipo de criterios como: la inversión requerida, impacto sobre la operación de un negocio o la complejidad.

- Desarrollador de soluciones

Para este tipo de proyectos, se evalúa el potencial de mercado que se puede obtener, con la implementación de los nuevos negocios o soluciones comerciales. Adicionalmente, es importante cuantificar la capacidad de ejecución por parte de la empresa

Con lo expresado anteriormente, se construye la siguiente matriz de criterios (Tabla 9) por cada uno de los portafolios.

Tabla 9. Criterios de priorización por cada portafolio de proyectos

Portafolio	Criterio
Comprador inteligente	ROIC
	Capital de inversión
	Riesgo país
	EBITDA
Desarrollador de proyectos	Índice de riesgo
	VPN
	Índice Beneficio / Costo
Rentabilizar operaciones	Impacto sobre el negocio
	Nivel urgencia para la operación
	Complejidad
Desarrollador de soluciones	Contribución al EBITDA
	Capacidad de ejecución

Fuente: Elaboración propia

4.3 Priorización de proyectos dentro de cada portafolio

De acuerdo con los criterios seleccionados en cada uno de los portafolios descritos, a continuación, se presentan los proyectos a evaluar en cada una de esta agrupación; se aplicarán algunos métodos de Análisis Multicriterio como AHP, VIKOR y TOPSIS a manera ilustrativa con el fin de entender su funcionamiento y fundamentos matemáticos; adicionalmente, se aplicará el Diagrama de Burbuja para un portafolio con dos criterios de priorización.

Según Roy, B. & Slowinski, R, (2013), se debe dar respuesta a algunas preguntas que permiten guiar la elección de los métodos a elegir; principalmente: “Teniendo en cuenta el contexto del proceso de decisión, qué tipo de resultados se espera que produzca el

método, a fin de permitir la elaboración de respuestas relevantes a las preguntas formuladas por el responsable de la toma de decisiones”; si se espera un valor numérico de las alternativas, se puede aplicar entre otros, el método TOPSIS y el AHP, además son los más aplicados en la industria para la toma de decisiones. Por otra parte, si se pretende obtener una clasificación de las alternativas, son usados los métodos como ELECTRE III, PROMETHEE, entre otros. El método VIKOR por su parte, también proporciona un ranking u orden de las alternativas, y es usado cuando se tienen criterios con distintas unidades y pueden ser cuantitativas o cualitativas. (Opricovic, S. & Tzeng, G. 2007).

Para el presente trabajo, se aplicarán los métodos de Análisis multicriterio enunciados: para la definición de pesos de los criterios dentro de los portafolios, se hará uso en todo los casos de la técnica AHP; y para la evaluación de alternativas se aplicarán, para los portafolios de Comprador inteligente y Desarrollador de proyectos por tener información cuantitativa de los criterios a medir, los métodos TOPSIS y VIKOR; el portafolio Rentabilizar operaciones, no cuenta con datos en cada una de los criterios a medir, por lo cual, mediante el juicio de expertos, se evaluará mediante la técnica AHP, realizando una comparación de pares; y finalmente, en el portafolio de Desarrollador de soluciones, no se aplicará Análisis de decisiones multicriterio; se hará uso de otra técnica comúnmente usada en la priorización de proyectos: el Diagrama de Burbujas, dado que se tienen dos criterios, que serán ubicados en el plano XY y se tomará la decisión de cuales proyectos ejecutar.

Para todos los casos, la ponderación de criterios mediante la técnica de AHP, se realizó por el Comité de Gerencia, quien, de acuerdo con la visual integral del Grupo empresarial, llevará a cabo las comparaciones de los criterios a fin de obtener los pesos de los mismos.

4.3.1 Portafolio 1: Comprador inteligente

Para este portafolio, como se mencionó anteriormente, se aplicará la técnica AHP para definir las ponderaciones de los criterios (ROIC, Capital de inversión, Riesgo País y EBITDA), y se desarrollará a detalle la técnica TOPSIS. Finalmente, se realizará una comparación con los resultados obtenidos por el método de VIKOR.

A continuación, se presentan las opciones de compra de empresas, para ser evaluados, según los criterios definidos.

Tabla 10. Alternativas - Comprador inteligente

Alternativas	ROIC	Capital de inversión (billones COP)	Riesgo País*	EBITDA (billones COP)
Empresa 1 Distribución energía	11%	5	1.36	0.7
Empresa 2 Distribución energía	10%	1.8	2.32	0.3
Empresa 3 Gas	11%	7.5	1.73	1.25
Empresa 4 Gas	12%	2.2	1.36	0.37
Empresa 5 Distribución	12%	8.5	0.8	0.9

Para este portafolio se aplicará el Método TOPSIS; para este método, previamente se deben tener los pesos de cada uno de los criterios a evaluar, para lo cual se utilizará la metodología de AHP con el fin de tener los pesos de cada criterio.

Se parte de la matriz de comparaciones de los criterios, por parte del Comité de Gerencia, como se mencionó en el capítulo anterior.

Tabla 11. Matriz de comparaciones de criterios – Comprador inteligente

	ROIC	Capital de inversión	Riesgo País*	EBITDA
ROIC	1.00	7.00	3.00	3.00
Capital de inversión	0.14	1.00	0.33	0.20
Riesgo País*	0.33	3.00	1.00	0.33
EBITDA	0.33	5.00	3.00	1.00
$B = \sum a_n$	1.81	16.00	7.33	4.53

Se procede a la normalización de la matriz, dividiendo cada elemento de la matriz por la sumatoria de la columna y se halla el promedio de las filas, obteniendo el vector de prioridades (ρ)

Tabla 12. Normalización matriz de criterios y vector de prioridades - Comprador inteligente

	ROIC	Capital de inversión	Riesgo País	EBITDA	P ó V
ROIC	0.55	0.44	0.41	0.66	0.52
Capital de inversión	0.08	0.06	0.05	0.04	0.06
Riesgo País	0.18	0.19	0.14	0.07	0.15
EBITDA	0.18	0.31	0.41	0.22	0.28

Se calcula posteriormente el Índice de consistencia, $CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$, donde $\lambda_{max} = V * B$, siendo V el vector de prioridades obtenido de la matriz de comparaciones normalizada, B matriz fila, resultante de la sumatoria de los elementos de cada columna y n el número de criterios evaluados.

$$CI = \frac{4.2 - 4}{4 - 1} = 0.07$$

Y se calcula la Razón de consistencia (RC), donde el índice aleatorio de consistencia se contiene de la tabla 3, para 4 elementos a comparar. Se obtiene $RC = \frac{0,07}{0.9} = 0.07$

Dado que $RC < 0.1$, no es necesario reevaluar las comparaciones.

Una vez se obtienen los pesos de cada criterio, se procede a la aplicación del método TOPSIS

I. Construcción de la matriz de decisión

Tabla 13. Matriz de decisión – Comprador inteligente

Pesos (W)	51.5%	5.8%	14.5%	28.2%
Alternativas	ROIC	Capital de inversión	Riesgo País	EBITDA
Empresa 1 Distribución energía	11%	5	1.36	0.7
Empresa 2 Distribución energía	10%	1.8	2.32	0.3
Empresa 3 Gas	11%	7.5	1.73	1.25
Empresa 4 Gas	12%	2.2	1.36	0.37
Empresa 5 Distribución	12%	8.5	0.8	0.9

II. Normalización de la matriz de decisión, usando la ecuación $n_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^m (X_{ij})^2}}$

Tabla 14. Normalización de matriz de decisión – Comprador inteligente

	ROIC	Capital de inversión	Riesgo País	EBITDA
Empresa 1 Distribución energía	0.438	0.393	0.381	0.398
Empresa 2 Distribución energía	0.398	0.142	0.651	0.171
Empresa 3 Gas	0.438	0.590	0.485	0.711
Empresa 4 Gas	0.478	0.173	0.381	0.211
Empresa 5 Distribución	0.478	0.669	0.224	0.512

III. Cálculo de la solución ideal positiva y la solución ideal negativa:

Tabla 15. Resultados solución ideal positiva y negativa – Comprador inteligente

	Max ROIC	Mín. Capital de inversión	Mín. Riesgo País	Max EBITDA
A+	0.478	0.142	0.224	0.711
A-	0.398	0.669	0.651	0.171

IV. Cálculo de las medidas de distancia con respecto a la solución ideal y anti ideal

Tabla 16. Distancia respecto a solución ideal y anti ideal – Comprador inteligente

	d(A+)	d(A-)
Empresa 1 Distribución energía	0.098	0.11
Empresa 2 Distribución energía	0.154	0.13
Empresa 3 Gas	0.130	0.12
Empresa 4 Gas	0.108	0.14
Empresa 5 Distribución	0.138	0.13

V. Cálculo de la proximidad relativa a la solución ideal

Tabla 17. Proximidad relativa a la solución ideal – Comprador inteligente

	R_i
Empresa 1 Distribución energía	0.477
Empresa 2 Distribución energía	0.538
Empresa 3 Gas	0.525
Empresa 4 Gas	0.430
Empresa 5 Distribución	0.517

VI. Ordenación de preferencias, según, R_i :

Tabla 18. Ordenación de preferencias – Comprador inteligente

	Ordenamiento
Empresa 4 Gas	0.430
Empresa 1 Distribución energía	0.477
Empresa 5 Distribución	0.517
Empresa 3 Gas	0.525
Empresa 2 Distribución energía	0.538

La mejor opción, corresponde a la **Empresa 4 Gas**, cuyo índice de cercanía a la solución ideal, es el menor.

En el Anexo 1, se presenta el detalle aplicando el método de VIKOR a este portafolio, cuya mejor opción es igualmente la **Empresa 4 Gas**, que corresponde a la de menor valor de Q .

Tabla 19. Ordenación según Q – Comprador inteligente

Q_4	0.118	R_4	0.150	S_4	0.292
Q_1	0.202	R_1	0.185	S_5	0.324
Q_5	0.368	R_3	0.213	S_1	0.477
Q_3	0.453	R_5	0.250	S_3	0.516
Q_2	1.000	R_2	0.300	S_2	0.750

4.3.2 Portafolio 2: Desarrollador de proyectos

Para este portafolio, como se mencionó anteriormente, se aplicará la técnica AHP para definir las ponderaciones de los criterios (Índice de riesgo, VPN e Índice B/C), y se desarrollará a detalle la técnica VIKOR. Finalmente, se realizará una comparación con los resultados obtenidos por el método de TOPSIS.

A continuación, se presentan opciones de proyectos de expansión, para ser evaluadas de acuerdo con los criterios seleccionados:

Tabla 20. Alternativas - Desarrollador de proyectos

Alterativas	Índice de riesgo	VPN (MM COP)	Índice B/C
Expansión 1 (Ampliación Carepa)	0.58	8950	2.10
Expansión 2 (Ampliación Minas)	0.58	1108	1.87
Expansión 3 (Urabá-Nueva Colonia)	0.55	5393	1.17
Expansión 4 (Ampliación arboletes)	0.596	2134	2.8
Expansión 5 (Parque Montaña)	0.68	-696	0.97

Al igual que en portafolio 1, se hace uso de AHP para obtener los pesos de los criterios, comparando los criterios a pares, por parte del Comité de Gerencia; a continuación, se presentan las matrices: de comparación, normalizada y el vector p de prioridades:

- Matriz de comparación

Tabla 21. Matriz de comparaciones de criterios – Desarrollador de proyectos

	Índice de riesgo	VPN (MM COP)	Índice B/C
Índice de riesgo	1.00	0.20	0.33
VPN (MM COP)	5.00	1.00	7.00
Índice B/C	3.00	0.14	1.00
$B = \sum a_n$	9.00	1.34	8.33

- Matriz normalizada y vector de prioridades

Tabla 22. Normalización matriz de criterios y vector de prioridades – Desarrollador de proyectos

	Índice de riesgo	VPN (MM COP)	Índice B/C	<i>P ó V</i>
Índice de riesgo	0.111	0.149	0.040	0.100
VPN (MM COP)	0.556	0.745	0.840	0.713
Índice B/C	0.333	0.106	0.120	0.187

Ahora se procede a aplicar el método VIKOR, mediante los siguientes pasos:

- I. Cálculo de los mejores f_i^* y peores f_i^- valores de cada criterio

Tabla 23. Resultados mejores f_i^* y peores f_i^- – Desarrollador de proyectos

	Mín. Índice de riesgo	Max. VPN (MM COP)	Max. Índice B/C
f_i^*	0.55	8,950	2.80
f_i^-	0.68	-696	0.97

- II. Cálculo de valores S_j, R_j y Q_j para cada alternativa

Tabla 24. Cálculo de valor de S_j, R_j y Q_j para cada alternativa – Desarrollador de proyectos

	Índice de riesgo	VPN (MM COP)	Índice B/C	S_j
S_1	0.023	0	0.071	0.094
S_2	0.023	0.579	0.095	0.698
S_3	0	0.263	0.166	0.429
S_4	0.035	0.504	0	0.539
S_5	0.100	0.713	0.186	1

	Índice de riesgo	VPN (MM COP)	Índice B/C	R_j
R_1	0.023	0	0.071	0.071
R_2	0.023	0.579	0.095	0.580
R_3	0	0.263	0.166	0.263
R_4	0.035	0.504	0	0.504
R_5	0.100	0.713	0.186	0.713

$S^* = (\text{Mín } S_j)$	0.094
$S^- = (\text{Max } S_j)$	1
$R^* = (\text{Mín } R_j)$	0.071
$R^- = (\text{Max } R_j)$	0.713

Para este ejercicio, se tomará $v = 0,5$ que significa una situación de consenso

Q_1	0
Q_2	0.729
Q_3	0.334
Q_4	0.583
Q_5	1

III. Ordenar las alternativas según los valores obtenidos de S, R y Q

Tabla 25. Alternativas ordenadas según valores S, R y Q – Desarrollador de proyectos

Q_1	0	R_1	0.071	S_1	0.094
Q_3	0.334	R_3	0.263	S_3	0.429
Q_4	0.583	R_4	0.504	S_4	0.539
Q_2	0.729	R_2	0.580	S_2	0.698
Q_5	1	R_5	0.713	S_5	1

IV. Se deben satisfacer las condiciones: con las listas obtenidas, se cumplen las condiciones:

a. Ventaja aceptable:

$$Q(A^2) - Q(A^1) \geq DQ \quad 0.334 - 0 \geq 0.25$$

b. Estabilidad aceptable:

Para los ordenamientos de las alternativas, según los valores de S , R y Q , se presenta el mismo orden.

De acuerdo con lo anterior, según el método VIKOR, la mejor alternativa para el portafolio de Desarrollador de proyectos es la **Expansión 1**, dado que tiene el menor valor de Q .

A continuación, se presentan los resultados obtenidos, mediante la aplicación del método TOPSIS:

Tabla 26. Resultados objetivos método TOPSIS – Desarrollador de proyectos

	R_i
Expansión 1	0.046
Expansión 2	0.805
Expansión 3	0.379
Expansión 4	0.689
Expansión 5	1.000

La mejor opción, corresponde a la **Expansión 1**, cuyo índice de cercanía a la solución ideal, es el menor.

4.3.3 Portafolio 3: Rentabilizar operaciones

A continuación, se presentan proyectos de tecnología, sostenimiento y mejoramiento de procesos, con el fin de ser evaluados en este portafolio; para este caso, no se cuenta con información cuantitativa de los proyectos, por lo cual se aplicará únicamente el método de AHP que permitirá realizar las comparaciones de las alternativas, teniendo en cuenta los criterios definidos y el juicio de expertos. El ejercicio, se realizó mediante un taller, donde se presentaron los diferentes proyectos por parte del conocedor del tema, y posterior a

ello, el Comité conformado por personas de la Vicepresidencia Gestión de Negocios, Planeación Corporativa, y el Banco de Proyectos, llegaron a un consenso para obtener los resultados presentados a continuación.

Tabla 27. Alternativas - Rentabilizar operaciones

Alternativas
Proyecto 1: Reposición Transformadores
Proyecto 2: Actualización estructuras civiles
Proyecto 3: Sistema información presupuestal
Proyecto 4: Proyecto Bodega de datos

En primer lugar, se realiza el árbol de jerarquías que consta del objetivo que se desea alcanzar, en este caso, tener el orden para la elección de proyectos en el portafolio Rentabilizar operaciones; los criterios seccionados: Impacto sobre los negocios, Nivel de urgencia y Complejidad, y las 4 alternativas posibles.

Figura 11. Árbol de jerarquías - Rentabilizar operaciones



- Ponderación de criterios: se aplica la matriz de comparaciones a pares realizada por el Comité de Gerencia y la normalización de la misma.

Tabla 28. Matriz de comparaciones de criterios – Rentabilizar operaciones

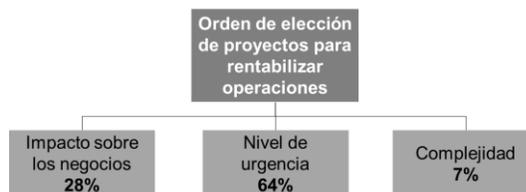
	Impacto sobre el negocio	Nivel Urgencia para la operación	Complejidad
Impacto sobre el negocio	1.00	0.33	5.00
Nivel Urgencia para la operación	3.00	1.00	7.00
Complejidad	0.20	0.14	1.00
$B = \sum a_n$	4.2	1.47	13

Tabla 29. Normalización matriz de criterios y vector de prioridades – Rentabilizar operaciones

	Impacto sobre el negocio	Nivel Urgencia para la operación	Complejidad	<i>P ó V</i>
Impacto sobre el negocio	0.111	0.149	0.040	0.28
Nivel Urgencia para la operación	0.556	0.745	0.840	0.64
Complejidad	0.333	0.106	0.120	0.07

Con la Razón de consistencia (RC) de 0.08, se obtienen los pesos de los criterios: Impacto sobre el negocio 28%, Nivel de urgencia para la operación 64% y Complejidad del 7%

Figura 12. Ponderación de criterios - Rentabilizar operaciones



Ahora se procede a llevar a cabo las comparaciones de las alternativas de acuerdo con cada uno de los tres criterios indicados:

Tabla 30. Matriz comparaciones de alternativas – Criterio Impacto sobre el negocio

Impacto sobre el negocio	Reposición Transformadores	Actualización estructuras civiles	Sistema información	Proyecto Bodega de datos
Reposición Transformadores	1.00	3.00	7.00	7.00
Actualización estructuras civiles	0.33	1.00	5.00	3.00
Sistema información	0.14	0.20	1.00	0.33
Proyecto Bodega de datos	0.14	0.33	3.00	1.00
$B = \sum a_n$	1.62	4.53	16.00	11.33

Tabla 31. Matriz normalizada y vector prioridades - Criterio Impacto sobre el negocio respecto al criterio Impacto sobre el negocio

Impacto sobre el negocio	Reposición Transformadores	Actualización estructuras civiles	Sistema información	Proyecto Bodega de datos	P ó V
Reposición Transformadores	0.62	0.66	0.43	0.62	0.58
Actualización estructuras civiles	0.21	0.22	0.31	0.26	0.25
Sistema información	0.09	0.04	0.06	0.03	0.06
Proyecto Bodega de datos	0.09	0.07	0.18	0.09	0.11

Se obtiene una Razón de consistencia de 0.08 aplicando AHP a criterio Impacto sobre el negocio.

Tabla 32. Matriz comparaciones de alternativas – Nivel de urgencia para la operación

Nivel Urgencia para la operación	Reposición Transformadores	Actualización estructuras civiles	Sistema información	Proyecto Bodega de datos
Reposición Transformadores	1.00	5.00	9.00	7.00
Actualización estructuras civiles	0.20	1.00	3.00	3.00
Sistema información	0.11	0.33	1.00	0.33
Proyecto Bodega de datos	0.143	0.33	3.00	1.00
$B = \sum a_n$	1.45	6.67	16.00	11.33

Tabla 33. Matriz normalizada y vector prioridades - Criterio Nivel urgencia para la operación

Nivel Urgencia para la operación	Reposición Transformadores	Actualización estructuras civiles	Sistema información	Proyecto Bodega de datos	<i>P ó V</i>
Reposición Transformadores	0.69	0.75	0.56	0.62	0.65
Actualización estructuras civiles	0.14	0.15	0.19	0.26	0.18
Sistema información	0.08	0.05	0.06	0.03	0.05
Proyecto Bodega de datos	0.10	0.05	0.19	0.09	0.11

Se obtiene una Razón de consistencia de 0.09 aplicando AHP a las alternativas, según el criterio Nivel de urgencia para la operación.

Para el criterio de Complejidad, se asigna mayor puntaje a las alternativas cuyo desarrollo es más simple, bien sea porque impacta pocos procesos de la organización, o requiere menor número de personas para su ejecución.

Tabla 34. Matriz comparaciones de alternativas – Criterio Complejidad

Complejidad	Reposición Transformadores	Actualización estructuras civiles	Sistema información	Proyecto Bodega de datos
Reposición Transformadores	1.00	3.00	5.00	9.00
Actualización estructuras civiles	0.33	1.00	3.00	7.00
Sistema información	0.20	0.33	1.00	5.00
Proyecto Bodega de datos	0.11	0.14	0.20	1.00
$B = \sum a_n$	1.64	4.48	9.20	22.00

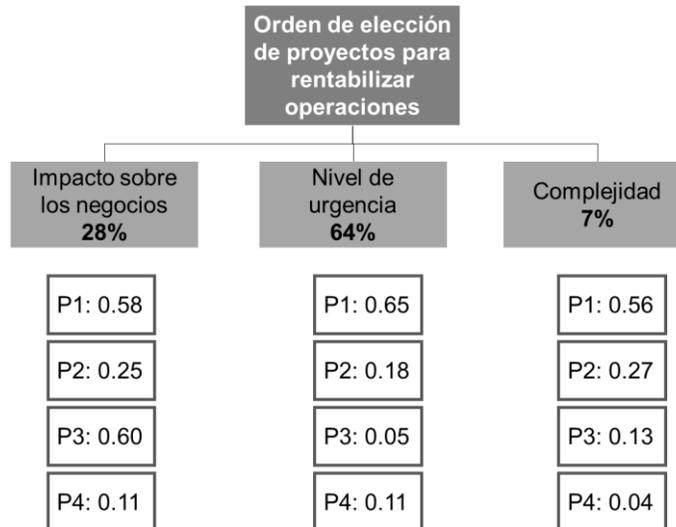
Tabla 35. Matriz normalizada y vector prioridades - Criterio Complejidad

Complejidad	Reposición Transformadores	Actualización estructuras civiles	Sistema información	Proyecto Bodega de datos	P ó V
Reposición Transformadores	0.61	0.67	0.54	0.41	0.56
Actualización estructuras civiles	0.20	0.22	0.33	0.32	0.27
Sistema información	0.12	0.07	0.11	0.23	0.13
Proyecto Bodega de datos	0.07	0.03	0.02	0.05	0.04

Se obtiene una Razón de consistencia de 0.09.

Evaluadas todas las alternativas para los tres criterios, se obtiene el árbol de decisión:

Figura 13. Árbol de decisión con alternativas para Rentabilizar operaciones



Siendo P1: Reposición Transformadores, P2: Actualización estructuras civiles, P3: Sistema información y P4: Proyecto Bodega de datos.

Finalmente, se procede a construir la matriz de valoración de las diferentes alternativas con respecto a los criterios definidos.

Tabla 36. Resultados aplicación AHP - Rentabilizar operaciones

Pesos (W)	28%	64%	7%	
Alternativas	Impacto sobre el negocio	Nivel Urgencia para la operación	Complejidad	Total (calificación)
Reposición Transformadores	0.17	0.38	0.04	0.58

Pesos (W)	28%	64%	7%	
Alternativas	Impacto sobre el negocio	Nivel Urgencia para la operación	Complejidad	Total (calificación)
Actualización estructuras civiles	0.07	0.16	0.02	0.25
Sistema información	0.02	0.04	0.01	0.06
Proyecto Bodega de datos	0.03	0.07	0.00	0.10

De acuerdo con los resultados obtenidos mediante la metodología AHP, el orden de ejecución de los proyectos en el portafolio Rentabilizar operaciones es:

Tabla 37. Orden de ejecución proyectos según AHP - Rentabilizar operaciones

Orden Alternativas	Calificación
Proyecto 1: Reposición Transformadores	0.58
Proyecto 2: Actualización estructuras civiles	0.25
Proyecto 4: Proyecto Bodega de datos	0.10
Proyecto 3: Sistema de información	0.06

4.3.4 Portafolio 4: Desarrollador de soluciones

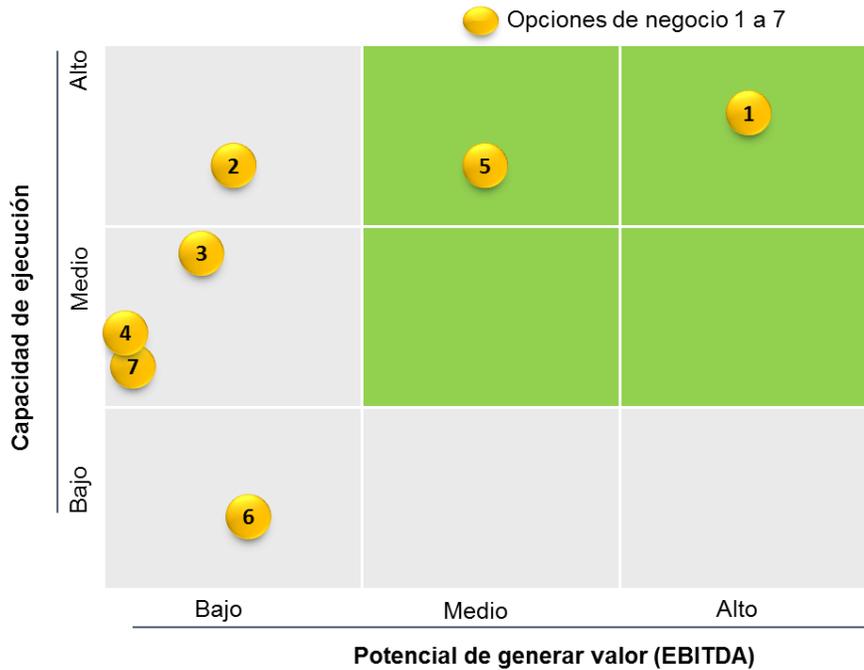
A continuación, se presentan proyectos de nuevas soluciones comerciales y nuevos negocios para ser priorizados.

Tabla 38. Alternativas - Desarrollador de soluciones

Alternativas	Contribución al EBITDA (COP Millones)	Capacidad de ejecución
Opción de negocio 1	174	Alto
Opción de negocio 2	30	Alto
Opción de negocio 3	23	Medio
Opción de negocio 4	0.1	Medio
Opción de negocio 5	113	Alto
Opción de negocio 6	15	Bajo
Opción de negocio 7	0.8	Medio

En este portafolio de proyectos, se aplicarán los diagramas de burbuja; según Cooper (2001), en este método se grafican en el plano cartesiano XY; para este caso, el eje Y corresponde al criterio Capacidad de ejecución y el eje X, la Contribución al EBITDA; de acuerdo con el cuadrante donde estén localizados los proyectos, la alta dirección tomará la decisión de qué proyectos ejecutar.

Para este caso puntual, en sombreado se encuentran los cuadrantes donde se seleccionaron los proyectos que se van a llevar a cabo, dado que corresponden a aquellos que generan mayor EBTDA y la organización tiene mayor capacidad (humana, financiera y tecnológica) para ejecutarlos.

Figura 14. Diagrama burbujas - Desarrollador de soluciones

De los resultados obtenidos, se eligen los siguientes proyectos:

Tabla 39. Selección alternativas - Desarrollador de soluciones

Alternativas	Contribución al EBITDA (COP Millones)	Capacidad de ejecución
Opción de nuevo negocio 1	174	Alto
Opción de nuevo negocio 5	113	Alto

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

En el desarrollo del trabajo, se estudiaron diferentes metodologías para la definición de portafolios de proyectos y así mismo, herramientas existentes para la priorización de proyectos dentro de cada portafolio, de acuerdo con sus características.

Para la definición de portafolios, se realizaron dos propuestas: asociada a los objetivos estratégicos y a las formas de jugar. Para la primera, se aplicó el Análisis Multicriterio, específicamente el AHP, realizando la valoración por parte del equipo de Planeación estratégica de la organización, obteniendo así, las proporciones para la asignación de recursos (financieros, humanos y tecnológicos); por otra parte, en la propuesta de portafolios de acuerdo con las formas de jugar, se realizó aplicando definiciones estratégicas, realizadas por la empresa, en este caso, las Formas de jugar. De estas dos alternativas, para el caso de estudio, se eligió la segunda (portafolios de acuerdo con las formas de jugar). De la definición de portafolios se puede concluir que esta actividad está enmarcada en el proceso de Planeación estratégica de las organizaciones y permite cuantificar la contribución de las actividades (materializadas en proyectos, programas e iniciativas) al logro de los lineamientos estratégicos de la compañía.

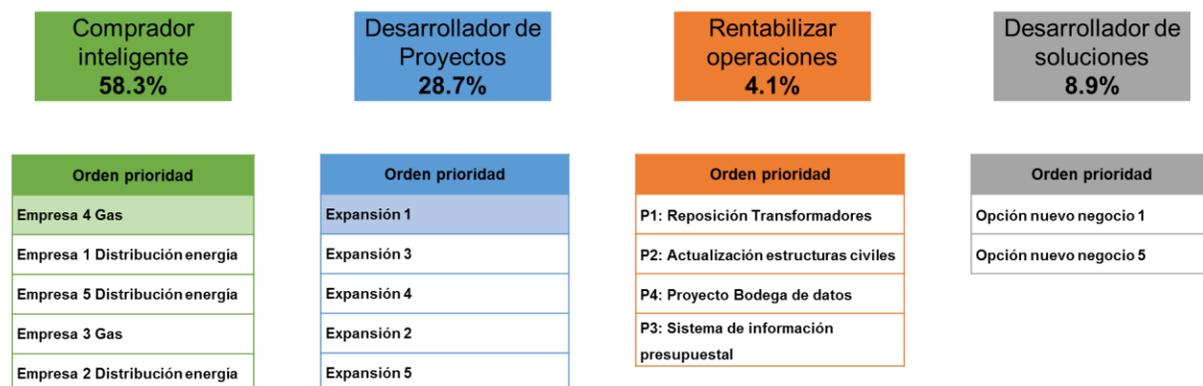
Una vez conformados los portafolios, se procedió a aplicar diferentes metodologías para la priorización de los proyectos internamente. Para los portafolios: Comprador inteligente, Desarrollador de proyectos y Rentabilizar operaciones, se aplicó el método de análisis de decisiones multicriterio AHP para la ponderación de criterios; y posteriormente, se

aplicaron los métodos TOPSIS, VIKOR y AHP a nivel de detalle para la priorización de alternativas en cada portafolio. La técnica TOPSIS permite ordenar los proyectos de tal forma que la primera es la más cercana a la solución ideal. Se obtienen entonces, una lista ordenada de proyectos a ejecutar, de acuerdo con la disponibilidad de recursos. El método VIKOR resuelve problemas con criterios en conflicto y de unidades de medición diferentes. La solución del problema, está dado por aquella que tenga una distancia más corta de la solución ideal. Y el AHP es un método utilizado, por ejemplo, cuando no se tienen los valores de los criterios de las diferentes alternativas, y mediante la comparación de pares por parte de expertos, se puede obtener la valoración de las diferentes alternativas en cada criterio.

Finalmente, en el portafolio de Desarrollador de soluciones, se definieron dos criterios Capacidad de ejecución y contribución al EBITDA y se aplicó el diagrama de burbuja, seleccionando los proyectos del cuadrante derecho superior, como los candidatos para ejecutar.

En el gráfico siguiente, se observan los resultados consolidados de los portafolios definidos y el ordenamiento de los proyectos en cada portafolio.

Figura 15: Resultados de la priorización de portafolios



La ejecución de los mismos, dependerá de la disponibilidad de recursos con la que se cuente en el periodo, distribuida en cada portafolio y según el orden de prioridad en cada uno de ellos.

5.2 Recomendaciones

La definición de portafolios es un proceso estratégico y de la alta dirección, que permite tener agrupados esfuerzos para el logro de metas estratégicas. Se recomienda que estas agrupaciones, tengan metas definidas y una asignación de capital y recursos para su ejecución.

Una vez definidos los portafolios, se deben elegir criterios para priorizar los proyectos de cada agrupación, sin limitación de que estos sean cualitativos o cuantitativos; existen metodologías estructuradas para obtener un ordenamiento de las alternativas: los métodos de análisis multicriterio, en especial el AHP, es el más usado para la priorización de proyectos, sin perder de vista otros que se encuentran en la literatura como el VIKOR y el TOPSIS. En todos los casos se parte del ejercicio de comparación de pares, por expertos o conocedores de los diferentes proyectos. Posterior a ello, se realizan cálculos matemáticos, que permiten encontrar una solución más cercana a la ideal y un orden de prioridad. Es importante que, en la definición de criterios y comparación de pares, participe la alta dirección, dado que este es un proceso vital para la materialización de la estrategia.

Adicional al Método de Análisis Multicriterio, se pueden utilizar otros métodos como el Diagrama Burbujas, que es aplicado cuando se tienen dos criterios, ubicando las coordenadas en el plano cartesiano. Para esta metodología, es importante definir el rango en el cuál se considerarán los proyectos como Aceptables.

Para todos los casos, se obtiene un orden o selección de proyectos candidatos para ejecutar; la decisión de llevarlos a cabo, está dada por la disponibilidad de recursos en la empresa.

A. Anexo: Desarrollo método VIKOR portafolio Comprador inteligente

Cálculo de los mejores f_i^* y peores f_i^- valores de cada criterio

	Max. ROIC	Min. Capital de inversión	Min. Riesgo País	Max. EBITDA
f_i^*	0.120	1.800	0.800	1.250
f_i^-	0.100	8.500	2.320	0.300

Cálculo de valores S_j, R_j y Q_j : para cada alternativa

	ROIC	Capital de inversión	Riesgo País	EBITDA	S_j
S_1	0.150	0.119	0.092	0.116	0.477
S_2	0.300	-	0.250	0.200	0.750
S_3	0.150	0.213	0.153	-	0.516
S_4	-	0.015	0.092	0.185	0.292
S_5	-	0.250	-	0.074	0.324

	R_j
R_1	0.185
R_2	0.300
R_3	0.213
R_4	0.150
R_5	0.250

$S^* = (\text{Mín } S_j)$	0.292
$S^- = (\text{Max } S_j)$	0.750
$R^* = (\text{Mín } R_j)$	0.15
$R^- = (\text{Max } R_j)$	0.30

Para este ejercicio, se toma $v = 0,5$ que significa una situación de consenso

Q_1	0.20
Q_2	1.00
Q_3	0.45
Q_4	0.12
Q_5	0.37

B. Anexo: Desarrollo método TOPSIS portafolio Desarrollador de proyectos

Normalización de la matriz de decisión

	ROIC	Capital de inversión	Riesgo País
Expansión 1	0.438	0.393	0.381
Expansión 2	0.398	0.142	0.651
Expansión 3	0.438	0.590	0.485
Expansión 4	0.478	0.173	0.381
Expansión 5	0.478	0.669	0.224

Cálculo de la solución ideal positiva y la solución ideal negativa:

	Min. Índice de riesgo	Max. VPN	Max. Índice B/C
A+	0.550	8950	2.800
A-	0.680	-696	0.970

Cálculo de las medidas de distancia con respecto a la solución ideal y anti ideal

	d(A+)	d(A-)
Expansión 1	0.031	0.642
Expansión 2	0.522	0.126
Expansión 3	0.247	0.404
Expansión 4	0.453	0.204
Expansión 5	0.646	-

Cálculo de la proximidad relativa a la solución ideal

	R_i
Expansión 1	0.046
Expansión 2	0.805
Expansión 3	0.379
Expansión 4	0.689
Expansión 5	1.000

Bibliografía

- Almeida, J., Flores, J. y Flores, S. (Julio-diciembre, 2010) *Jerarquización de proyectos de vivienda del Instituto Regional de la Vivienda del estado Portuguesa con el método proceso analítico jerárquico*. Revista Venezolana de Análisis de Coyuntura, vol. XVI, núm. 2, pp. 167-183
- Amarís, L. y Celis, L. (2015) *Diseño de un modelo de gestión de portafolios para empresas del sector de servicios de aseo, gas e infraestructura de un grupo empresarial*. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Bogotá, Colombia.
- Ander Egg, E. (1995). *Introducción a la Planificación*. Editorial Lumen, Buenos Aires.
- Aramayo, O. (Sin fecha). *Manual de planificación estratégica*. Universidad de Chile.
- Arancibia, S., De la Vega, L., Denis Pagliero, A. y Astaburuaga, P. (septiembre-diciembre, 2015). *Evaluación de programas sociales: un enfoque multicriterio*. Revista del CLAD Reforma y Democracia, núm. 63, pp. 99-126
- Asobancaria (2016). *¿Qué es el riesgo país y cómo lo afecta?* Disponible en: <http://www.asobancaria.com/sabermassermas/que-riesgo-pais-como-afecta/>, visitada el 15 de abril de 2018
- Barzán V. (2004); *Planificación estratégica*. Disponible en: www.huascar.edu.pe/comunidad/xtras/pdf/plani_estrateg.pdf, visitada el día 17 de octubre de 2017.
- Bendlin, C. (2005). *Curso de Planificación Estratégica*. Uruguay.

- Buchtik, L. (2016). *Secretos para Dominar la Gestión de Portafolios de Programas y Proyectos*. Uruguay: Buchtik Global. pp. 29
- Cabrera, F. & García, T. (Sin fecha) *El diseño de un modelo de eficiencia para la priorización de proyectos de I+D: la determinación de sus variables*. Universidad de Cádiz, España.
- Cardona, L. (2013) *Selección de iluminación sostenible mediante análisis multicriterio*. Universidad Nacional de Colombia
- Cooper, R.G., Edgett, S.J. & Kleinschmidt E.J. *Portfolio management for New Product Development: results of an Industry Practices Study*. R&D Management, vol. 31, núm. 4, 2001
- Cortés, H. (1998). *Gerencia Efectiva*. Caracas: HCZ Consulting. Venezuela
- David, F. (2003). *Conceptos de Administración Estratégica*. Pearson Educación, México. pp 5
- Dye, L., & Pennypacker, J. (1999). *Project Portfolio Management: Selecting and Prioritizing Projects for Competitive Advantage*. Pennsylvania: Center for Business Practices.
- García, O. (2003). *Administración financiera. Fundamentos y Aplicaciones*. Prensa moderna Bogotá, Colombia. pp 4.
- Grupo EPM. (2016). *Documento Clasificación de los proyectos en el Grupo EPM*. Medellín, Colombia.
- Hax, A. & Majluf N. (1996); *Gestión de Empresa con una Visión Estratégica*; Editorial Dolmen, Chile.
- Martín, R. (2014). *Desarrollo de un modelo para la selección estratégica de proyectos basado en el Proceso Analítico Jerárquico(AHP)*. Universidad de Valladolid, España.

- Mayor, J. (2015). *Propuesta de un modelo de decisión multicriterio para la adjudicación de contratos de proyectos de infraestructura de iniciativa pública en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia.
- Mintzberg, H. & Quinn J.B. (1993); *El Proceso Estratégico*; Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, México
- MoP, Office of Government Commerce. (2010). *Management of Portfolio, MoP*. Reino Unido.
- Muñoz, B & Romana, M. (2016). *Aplicación de métodos de decisión multicriterio discretos al análisis de alternativas en estudios informativos de infraestructura de transporte*. Pensamiento Matemático, vol VI, no2, pp. 027-046, Jun 2016
- Opricovic, S. & Tzeng, H. (2004), *Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS*. Eur. J. Oper. Res., vol. 156, no. 2, pp. 445–455, Jul. 2004
- Opricovic, S. & Tzeng, H. (2004), *Extended VIKOR method in comparison with outranking methods.*, Eur. J. Oper. Res., pp. 514 – 529
- Pacheco, J. & Contreras, E. (julio, 2008). *Manual metodológico de evaluación multicriterio para programas y proyectos*. CEPAL, núm. 58
- Pérez, J. (2012). *Método para la Selección y Priorización de Portafolios de Proyectos de I+D+i en el Contexto Institucional de un Centro de Desarrollo Tecnológico en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín.
- PMI, Project Management Institute (2013). *The Standard for Portfolio Management*. Third Edition
- PMI, Project Management Institute (2008). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK®) Global Standard*. 4ta Edición

- PMI, Project Management Institute (2013). *La planeación estratégica y la gestión de portafolios de programas y proyectos*.
- Rad, P. & Levin G. (2006). *Project Portfolio Management Tools and Techniques*. Publishing, New York. pp 23
- Roy, B. & Slowinski, R, (2013), *Questions guiding the choice of a multicriteria decisión aiding method*. EURO J Decis Process 1:69–97
- Saaty, T. L. (1990). *How to make a decision: The analytic hierarchy process*. *European Journal of Operational Research*. European Journal of Operational Research. Volumen 48, 1. pp.9-26
- Salas, V. (2011). *Modelo de priorización de proyectos de inversión pública con enfoque multicriterio: caso semapa*. *Perspectivas*, núm. 28.
- Useche, M. (2016). *Modelo integral para la priorización de portafolios de proyectos*. Universidad EAFIT, noviembre de 2016
- Vidal, C., Bravo, J., Cajiao, E., Meza, P., Arango, S. Franco, D. & Calderón J. (2012). *Guía metodológica para la priorización de proyectos: Un enfoque aplicado a la infraestructura, la logística y la conectividad*. Cali: Sello Editorial Javeriano.