

Trabajo Fin de Máster
Máster Universitario en Organización Industrial y
Gestión de Empresas

Análisis de metodología para la priorización de
proyectos de I+D. Aplicación a una Startup.

Autor: Tatiana Espinal Rodríguez

Tutor: Guillermo Montero Fernández-Vivancos

Dpto. Organización Industrial y Gestión de Empresas II
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2022



Trabajo Fin de Máster
Máster en Organización Industrial y
Gestión de Empresas

Análisis de metodología para la priorización de proyectos de I+D. Aplicación a una Startup

Autor:

Tatiana Espinal Rodríguez

Tutor:

Guillermo Montero Fernández-Vivancos

Profesor asociado

Dpto. Organización Industrial y Gestión de Empresas II

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2022

Proyecto Fin de Carrera: Análisis de metodología para la priorización de proyectos de I+D. Aplicación a una Startup

Autor: Tatiana Espinal Rodríguez

Tutor: Guillermo Montero Fernández-Vivancos

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2022

El Secretario del Tribunal

A mis padres, los pilares de mi vida.

A mis maestros.

Agradecimientos

En primer lugar, quiero expresar mi sincero agradecimiento a mi tutor y asesor Guillermo, quien, con su evidente amor a su profesión, aceptó ser el acompañante en este arduo proceso de investigación. Gracias por compartir sus conocimientos, por su buena disposición, por su paciencia y sus buenos consejos. Agradezco inmensamente por ver en mí capacidades y habilidades que luego desarrollé, por brindarme el apoyo y la seguridad; por motivarme en cada oportunidad para continuar formándome en todo lo relacionado con la gestión de proyectos.

A mi familia, en especial a mis padres Elkin y Beatriz, que pese a la distancia estuvieron en cada uno de los pasos que di y en todos los aprendizajes que tuve. Ustedes fueron la motivación más grande para hacer tantos esfuerzos, para no desistir, para superar los obstáculos, para dar lo mejor de mí en cada una de mis acciones. Gracias por ser ejemplo, por creer en el poder transformador de la educación, por permitirme vivir esta experiencia. Sin ustedes no hubiera sido posible, así que esto es por ustedes, por nosotros.

Por último, gracias infinitas a Dios que fue guía, consuelo y tranquilidad en los momentos más difíciles.

Tatiana Espinal Rodríguez

Máster en Organización Industrial y Gestión de Empresas

Sevilla, 2022

Resumen

La diversificación de carteras de proyectos en una empresa es una herramienta de gestión estratégica y financiera que permite reducir riesgos de distintos tipos. En el mundo de la I+D es de suma importancia priorizar los proyectos debido a la disponibilidad limitada de los recursos y la evolución acelerada de un mercado globalizado y constantemente cambiante. Muchas de las empresas todavía priorizan sus proyectos de acuerdo con el conocimiento y la experiencia de algunos colaboradores encargados de seleccionar los proyectos participantes o verificar los que cumplen con los requisitos mínimos. Y si bien, en el proceso de evaluación y selección de proyectos es necesaria la participación de personas expertas, es indispensable evitar la subjetividad de los evaluadores a través de un riguroso sistema de evaluación.

Para los proyectos de I+D pueden existir diversos modelos y criterios de evaluación que, en ocasiones, vuelven complejo el proceso de selección. Sin embargo, tener una metodología establecida para priorizar un grupo de proyectos de acuerdo con unos criterios específicos, según las necesidades y objetivos empresariales, facilita la toma de decisiones y al mismo tiempo permite transformar dicho proceso en uno más objetivo, transparente y justo con el fin de definir la distribución de los recursos disponibles.

Teniendo en cuenta lo anterior, este trabajo fin de máster propone inicialmente conocer sobre la gestión de proyectos de I+D, seguido de una investigación exploratoria de la literatura en libros y bases de datos especializadas para abordar algunas técnicas y modelos utilizados en la selección de proyectos de I+D. Asimismo, se describen algunos criterios utilizados actualmente en la industria, se propone algunas estrategias para este proceso de priorización, se selecciona una metodología que consta de cinco fases que puede adaptarse a cualquier tipo de empresa que necesite realizar la configuración de un portafolio de proyectos, se presentan aspectos de mejora y complementarios a la metodología propuesta y finalmente se aplica dicha metodología a una startup SaaS.

Abstract

The diversification of project portfolios in a company is a strategic and financial management tool that reduces risks of different types. In the R&D world, prioritizing projects is of utmost importance due to the limited availability of resources and the rapid evolution of a globalized and constantly changing market. Many companies still prioritize their projects according to the knowledge and experience of some collaborators in charge of selecting the participating projects or verifying those that meet the minimum requirements. Although the participation of experts is necessary in the project evaluation and selection process, it is essential to avoid the subjectivity of the evaluators through a rigorous evaluation system.

For R&D projects, there may be different evaluation models and criteria that sometimes make the selection process complex. However, having an established methodology to prioritize a group of projects according to specific criteria, based on business needs and objectives, facilitates decision making and at the same time allows transforming such process into a more objective, transparent, and fair one to define the distribution of available resources.

Considering the above, this master's thesis initially proposes to learn about R&D project management, followed by an exploratory literature research in books and specialized databases to address some techniques and models used in the selection of R&D projects. It also describes some criteria currently used in the industry, proposes some strategies for this prioritization process, selects a methodology consisting of five phases that can be adapted to any type of company that needs to perform the configuration of a portfolio of projects, presents aspects of improvement and complementary to the proposed methodology and finally applies this methodology to a SaaS Startup.

Índice

Agradecimientos	9
Resumen	11
Abstract	13
Índice	15
Introducción	19
1 Gestión de proyectos: Generalidades	21
1.1. Planeación Estratégica	21
1.1. Proyectos	21
1.2. Portafolio de proyectos	23
1.3. Proyectos de Investigación y Desarrollo	23
1.3.1. Proceso y actividades de I+D	24
1.3.2. Normatividad de actividades de I+D	25
1.3.3. Selección de Proyectos de I+D	27
2. Introducción a la gestión de proyectos	28
2.1. Liderazgo y gestión	28
2.2. Enfoque y objetivos claros	28
2.3. Planificación de proyectos realista	29
2.4. Control de calidad	30
2.5. Gestión de riesgos	30
2.6. Proceso ordenado	31
2.7. Supervisión continua	31
2.8. Experiencia en la materia	32
2.9. Gestión y aprendizaje del éxito y el fracaso	32
3. Modelos de evaluación y selección de proyectos	33
3.1. Modelos de análisis multicriterio	33
3.1.1. Proceso analítico en Red ANP	33
3.1.2. ANP para selección de proyectos I+D	34
3.1.2.1. Herramienta WEB ANP SOLVER	35
3.1.3. Proceso de Análisis Jerárquico AHP	37
3.2. Matriz con análisis gráfico	39
3.3. Herramientas cuantitativas económicas	41
3.3.1. Valor Actual Neto	41
3.3.2. Tasa Interna de Retorno	42
3.3.3. Payback.	43
3.3.4. Retorno sobre la inversión.	43

3.4.	Modelo de “Funnel and Filters”	43
3.4.1.	Fase de iniciación	43
3.4.2.	Fase de desarrollo	43
3.4.3.	Fase de producción	43
3.4.4.	Filtros: Control de decisiones.	44
3.5.	Modelo de Gestión de Carteras-Bible & Bivins	44
3.5.1.	Fase estratégica	45
3.5.2.	Fase de filtrado	45
3.5.3.	Fase de selección.	45
3.5.4.	Fase de implantación.	46
3.5.5.	Fase de evaluación.	46
3.6.	Matriz de Marco Lógico	46
3.7.	Otros modelos de selección de proyectos de I+D en la literatura	49
3.8.	Criterios de selección de proyectos de I+D en la literatura	51
4.	Estrategias de priorización de proyectos de I+D+i: cómo decidir en qué trabajar y en qué orden	55
4.1.	Estrategias para priorizar proyectos	55
5.	Metodología para la priorización de proyectos de I+D+i.	59
5.1.	Metodología AHP basada en el valor percibido por el cliente y el potencial tecnológico	59
	Fase 1. Analizar el contexto de la evaluación de proyectos de I + D	60
	Fase 2. Selección de un enfoque de evaluación adecuado, primer filtrado y agrupación de proyectos	61
	Fase 3. Desarrollar y validar un modelo de evaluación	63
	Fase 4. Desarrollar el proceso de evaluación	64
	Fase 5. Diseño de un sistema de apoyo para la evaluación	65
5.2.	Dimensiones, perspectivas y criterios sugeridos	66
6.	Aplicación de metodología a startup SaaS	68
6.1.	Metodología AHP aplicada a StartUp para priorizar proyectos teniendo en cuenta el valor percibido por el cliente	68
6.1.1.	Fase 1: Analizar el contexto de la evaluación	68
6.1.2.	Fase 2: Selección de enfoque de evaluación	69
6.1.3.	Fase 3: Desarrollar y validar un modelo de evaluación	70
6.1.4.	Fase 4: Desarrollar proceso de evaluación	74
6.1.5.	Fase 5: Sistema de apoyo para la evaluación	80
6.2.	Análisis de resultados del AHP en Startup	83
6.2.1.	Criterios seleccionados por parte de la empresa.	83
6.2.2.	Priorización de los proyectos.	83
6.2.3.	Ordenación de los proyectos seleccionados por la empresa.	84
7.	Conclusiones, recomendaciones y futuras líneas de investigación	11
	Referencias	14

Índice de gráficos

Gráfico 1 Definición de proyecto	22
Gráfico 2 Modelo de procesos de I+D	25
Gráfico 3 Esquema de la familia de las normas UNE 16600 y otros estándares	26
Gráfico 4 EDT	29
Gráfico 5 Modelo ANP para selección de proyectos de I+D	36
Gráfico 6 Matriz de Beneficios del cliente vs Ventajas competitivas	39
Gráfico 7 Dinámica de la matriz	40
Gráfico 8 Modelo de gestión de cartera de proyectos PPM	44
Gráfico 9 Marco Lógico	47
Gráfico 10 Diagrama de Flujo de la fase 1 de metodología de evaluación de proyectos de I+D	61
Gráfico 11 Diagrama de Flujo de la fase 2 de metodología de evaluación de proyectos de I+D	62
Gráfico 12 Matriz de perspectivas y criterios de evaluación	63
Gráfico 13 Diagrama de Flujo de la fase 3 de metodología de evaluación de proyectos de I+D	64
Gráfico 14 Diagrama de Flujo de la fase 4 de metodología de evaluación de proyectos de I+D	65
Gráfico 15 Representación gráfica de proceso de análisis jerárquico	74
Gráfico 16 Prioridades medias por criterio	78
Gráfico 17 Prioridades por subcriterios	78
Gráfico 18 Prioridades medias por alternativas	80
Gráfico 19 Sistema de apoyo para la evaluación de dimensiones	81
Gráfico 20 Sistema de apoyo para la evaluación de dos criterios	82
Gráfico 21 Sistema de apoyo para la evaluación para ajuste al negocio y ajuste comercial	82

Índice de tablas

Tabla 1 Definiciones de investigación y desarrollo	24
Tabla 2 Escala fundamental para comparaciones a pares AHP	38
Tabla 3 Proceso de construcción de la matriz de marco lógico	48
Tabla 4 Criterios de selección aplicados a proyectos de I+D en la literatura	48
¡Error!	
Tabla 5 Criterios y subcriterios en la literatura	53
Tabla 6 Resumen de Metodología para priorizar proyectos I+D	60
Tabla 7 Dimensiones, perspectivas y criterios propuestos para metodología	67
Tabla 8 Dimensiones, criterios y subcriterios de evaluación de proyectos en Startup	71
Tabla 9 Matriz de comparación de criterios	75
Tabla 10 Matrices de comparación de subcriterios	76
Tabla 11 Matrices de comparación entre alternativas	77

Tabla 12 Priorización media de criterios	77
Tabla 13 Prioridades globales por alternativa	79

Introducción

En la actualidad y con el avance de la ciencia y la tecnología, ejecutar proyectos sin una adecuada gestión de proyectos se convierte en una economía falsa. A menudo se piensa que la gestión de proyectos es una carga innecesaria para el presupuesto y no hay duda de que puede ser costoso, hasta el 20% del presupuesto general del proyecto. Pero ¿se puede permitir el lujo de no tener gestión de proyectos? (Másmela, 2014)

Es interesante imaginar el panorama que, si no existiera la gerencia de proyectos, ¿qué es lo que mantendría unidos al equipo y al cliente?, además, ¿quién quedaría para navegar a través de los altibajos, choques y catástrofes de los proyectos? Una excelente gestión de proyectos significa mucho más que mantener bajo control el triángulo de hierro de la gestión de proyectos, entregando a tiempo, presupuesto y alcance; una a clientes y equipos, crea una visión para un proyecto exitoso y crea sinergia entre todas las partes interesadas para mantenerse encaminados hacia el éxito. Cuando los proyectos se gestionan correctamente, hay un impacto positivo que repercute más allá de la entrega de las cosas (González, 2007).

En ese orden de ideas, gestionar proyectos de todo tipo es una cuestión fundamental debido a que garantiza que lo que está pidiendo el patrocinador, sus expectativas y exigencias se están cumpliendo y entregando correctamente, y al mismo tiempo, se ofrecerá un valor real frente a la oportunidad comercial. Cada cliente tiene metas estratégicas y los proyectos se ejecutan con el fin de promover dichas metas. Asimismo, uno de los aspectos indispensables en este tema parte de los deberes de un director de proyectos (PM, por sus siglas en inglés: Project Management) que consisten en garantizar que exista rigor en la arquitectura de los proyectos para que encajen perfectamente dentro del contexto más amplio de los marcos estratégicos del cliente. De este modo, una adecuada gestión de proyectos asegura que los objetivos de los proyectos se alineen estrechamente con los objetivos estratégicos del negocio (PMI, 2017).

Hoy en día existen un sinnúmero de herramientas no sólo para planificar los proyectos en cuanto a tiempo, alcance y costos; sino también para su evaluación continua o final. Los diversos indicadores permiten conocer el comportamiento de los proyectos de manera que, al momento de identificar un caso de negocio sólido y ser metódico al calcular los retornos de la inversión, la gestión de proyectos entra a jugar un rol importante de velar por los intereses de las partes y, además, generar un valor económico real (Másmela, 2014).

Por supuesto, a medida que avanzan los proyectos, es posible que surjan riesgos, que se conviertan en problemas o incluso que la estrategia empresarial cambie. Y más aún cuando se trata de proyectos de ejecución rápida como es el caso de la Investigación, el desarrollo y la innovación (I+D+i, en adelante). Este tipo de proyectos deben evaluar su inversión, su rentabilidad y ejecución, teniendo en cuenta que el tiempo y la evolución del mercado; la competencia, la globalización y la tecnología a veces juegan en contra. Por ende, será función de un director de proyectos, asegurar que el proyecto sea parte de esa realineación. La gestión de proyectos realmente importa aquí porque los proyectos que se desvían de su curso o que no se adaptan a las necesidades comerciales pueden terminar siendo costosos y / o innecesarios (Másmela, 2014).

La diversificación de carteras de inversión es una estrategia empresarial que ha tenido un interés creciente especialmente en proyectos de I+D+i, mitigando y reduciendo riesgos financieros y de mercado, pero también generando la necesidad de un análisis riguroso y completo de las alternativas de proyectos. Si fuese el caso de que solo existiera un criterio para evaluar y seleccionar proyectos, la toma de decisiones sería una tarea sencilla. Sin embargo, actualmente los criterios, características, cualidades, variables e indicadores de los proyectos son por naturaleza complejos e interdependientes; razón por la cual es importante considerar la mayoría de los factores que puedan afectar el futuro de los proyectos para obtener una cartera de proyectos equilibrada y diversa.

El objeto de este Trabajo Fin de Carrera, es el análisis y caracterización de una metodología para la evaluación previa de proyectos que permita la selección y priorización de procesos utilizando un modelo AHP con la propuesta de diversos criterios de selección relacionados y adaptados a actividades y proyectos de I+D con el fin de facilitar el proceso de toma de decisiones sobre la optimización de la cartera, y la planificación temporal y de recursos de los proyectos de un portafolio organizacional.

En este trabajo, se contextualizará inicialmente sobre el tema, posteriormente se realizará una búsqueda bibliográfica de las metodologías de priorización de proyectos, específicamente aquellos que sean aplicables de la I+D+i y se propondrán estrategias para los directores de proyectos e interesados en general según los hallazgos de la investigación. También, se realizará el bosquejo de una propuesta metodológica para la evaluación de proyectos de I+D a través de la construcción de diagramas de flujo e interpretaciones complementarias con el fin de facilitar el proceso de toma de decisiones sobre la configuración de una cartera de proyectos. Asimismo, se propondrán una serie de subíndices para la evaluación de proyectos bajo cuatro dimensiones: Potencial tecnológico, atractivo tecnológico, mercado potencial y atractivo del mercado. Finalmente, se hace un estudio de caso de una startup en el que se aplica la metodología y se presenta un breve análisis de la priorización y peso de los criterios de selección.

Estructura de la investigación:

El siguiente trabajo está constituido por una introducción general al tema, siendo la justificación, el alcance y un abrebocas a la investigación. Posteriormente, el trabajo se encuentra dividido en capítulos para una mayor trazabilidad del tema, a partir del desglose de los conceptos.

Capítulo 1: Se trata de manera general la gestión de proyectos, incluyendo conceptos como cartera de proyectos, investigación y desarrollo, entre otros conceptos claves para el desarrollo temático de la investigación.

Capítulo 2: En este capítulo se explica detalladamente la gestión de proyectos y todo lo necesario para una buena gerencia de proyectos.

Capítulo 3: Presentación principal del estudio en el que se describen diversos modelos y metodologías de priorización de proyectos encontradas en la literatura e implementadas en la evaluación de proyectos de I+D.

Capítulo 4: Se proponen estrategias generales para el proceso de toma de decisiones en evaluación y selección de proyectos de I+D.

Capítulo 5: Se analiza la metodología seleccionada, realizando una interpretación y complemento a la misma. También se diseñan una serie de diagramas de flujo de actividades propias de cada fase. En este apartado también se presentan algunos criterios de evaluación de proyectos.

Capítulo 6: Estudio de caso de startup para la priorización de proyectos de su portafolio de inversión.

Posterior a los 6 capítulos se encuentra las conclusiones y las referencias bibliográficas utilizadas en esta investigación.

1 GESTIÓN DE PROYECTOS: GENERALIDADES

La gestión de proyectos desempeña un papel protagónico en la estrategia empresarial. Hoy en día son muchas las empresas a nivel mundial que trabajan bajo la modalidad de proyectos. La razón es porque brindan un desarrollo sostenible y constante, contribuye a la visualización de un horizonte con infinitas posibilidades, y crea escenarios con diversas probabilidades, lo que permite estimar un resultado, planificarlo y materializarlo con los recursos para dar respuesta al objetivo primordial de un proyecto (Estrada, 2015).

1.1. Planeación Estratégica

El término de planeación estratégica ha sido utilizado en gran medida durante los últimos años. Su importancia radica en que proporciona herramientas útiles para la toma de decisiones. Según Drucker “la planeación estratégica es el proceso continuo, basado en el conocimiento más amplio posible del futuro, que se emplea para tomar decisiones en el presente, las cuales implican riesgos futuros debido a los resultados esperados; es organizar las actividades necesarias para poner en práctica las decisiones y para medir, con una reevaluación sistemática, los resultados obtenidos” (Drucker, 2002).

De esta manera, el proceso de planificación a nivel estratégico en cualquier empresa es necesario y de allí nace el éxito o fracaso de las decisiones. De hecho, es un proceso transversal a toda la gestión de proyectos.

De acuerdo con el (PMI, 2017), la planificación encierra los procesos que establecen el alcance del proyecto, incluyendo la redacción de objetivos generales y específicos y la línea de acción para alcanzarlos a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Asimismo, para (Francés, 2006) planear estratégicamente incluye planes en el corto, mediano y largo plazo, según su naturaleza: tácticos, operativos y estratégicos. Teniendo en cuenta esto, su desarrollo es un proceso que da frutos importantes para la alta dirección como es la generación de iniciativas, proyectos y trabajos con objetivos determinados, siendo éstos principalmente, los de generar valor a la empresa según su misión y visión.

1.1. Proyectos

La planificación estratégica y los proyectos están íntimamente relacionados debido a que, sin lo primero, no puede existir lo segundo. Es decir, un proyecto es un plan que tiene ciertos objetivos que buscan un resultado. Más estrictamente, el PMBOK define proyecto como: “un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. La naturaleza temporal de los proyectos indica un principio y un final definidos. El final se alcanza cuando se logran los objetivos del proyecto o cuando se termina el proyecto porque sus objetivos no se cumplirán o no pueden ser cumplidos, o cuando ya no existe la necesidad que dio origen al proyecto” (PMI, 2005).

En el siguiente grafico se explica de manera sintetizada y explícita el significado de un proyecto:

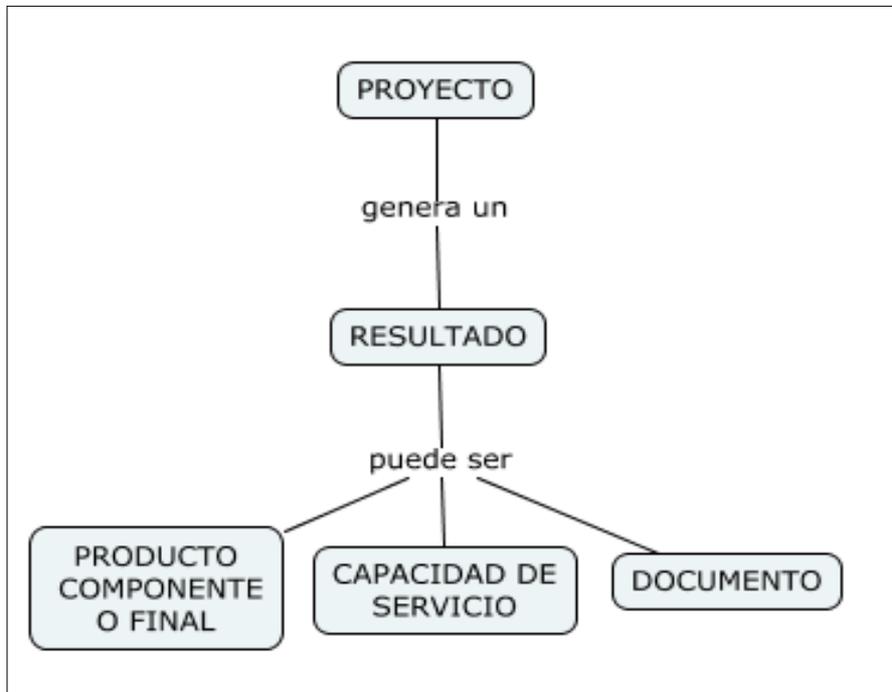


Gráfico 1 Definición de proyecto

Fuente: Elaboración propia

Otra definición de proyecto es que es “una secuencia de actividades únicas, complejas y conectadas con una meta o propósito y que debe ser completado por un tiempo específico, dentro del presupuesto, y de acuerdo con las especificaciones” (Wysocki et al., 2013)

Cuando se habla de secuencia de actividades quiere decir que una serie de tareas o partes definidas del proyecto, son desarrolladas de acuerdo con la disponibilidad de determinados recursos. Es decir, la secuencia de las actividades se organiza respecto a los requerimientos técnicos. Dichas actividades son únicas porque no han sucedido antes bajo las mismas condiciones. Por más que dos actividades compartan el mismo objetivo y sean realizadas por el mismo equipo de trabajo, siempre existe un aspecto diferenciador, por lo general aleatorio que se convierte en el reto más importante del gerente de proyectos: evitar aquellos factores aleatorios que afecten negativamente el desempeño del proyecto o puedan corregirse a tiempo. Un proyecto posee actividades complejas y conectadas porque, en primer lugar, no son tareas simples de realizar, sino que su complejidad radica en la participación de diversos agentes, en diversas entradas o recursos, un procesamiento de éstos y una salida que corresponde al resultado. En segundo lugar, es porque existe una relación lógica entre ellas, es decir, son interdependientes entre sí dado que la realización de una actividad genera como resultado el insumo de la siguiente (Wysocki et al., 2013).

Cuando se dice que deben tener un objetivo, este debe ser único, por lo que, para proyectos grandes, el objetivo principal puede dividirse en subproyectos, los cuales se convierten en un proyecto en sí mismo para que sea más fácilmente su gestión y organización de tiempo y recursos. Completar los recursos en un tiempo especificado se refiere a que tienen una fecha establecida de finalización, ya sea autoimpuesta o exigida por los

inversionistas. Estar dentro del presupuesto se refiere básicamente a la naturaleza limitada de los recursos disponibles. Finalmente, un proyecto debe satisfacer los intereses de los clientes o inversores cumpliendo sus expectativas de funcionalidad y calidad (Wysocki et al., 2013).

Asimismo, un proyecto supone la creación de una estructura organizacional temporal para generar un resultado, ya sea un producto o servicio, dentro de algunas restricciones como tiempo, costo y calidad. Por este motivo los proyectos constan de una serie de atributos:

- Objetivos claros.
- Tareas interdependientes.
- Utilización de recursos.
- Un marco temporal.
- Resultado único.
- Patrocinador o cliente.
- Un grado de incertidumbre asociado.

De esta manera, un gerente de proyectos debe estar lo suficientemente preparado para sortear con eficacia las posibles eventualidades y tener ciertas aptitudes como saber delegar, gestionar el talento en su equipo de trabajo (Montero, 2020).

1.2. Portafolio de proyectos

Una cartera de proyectos, o también llamado portafolio, es un grupo de proyectos que requieren una inversión y un esfuerzo para ser desarrollados. Los proyectos entran a desempeñar un papel importante a la hora de formar parte del portafolio debido a que entran a competir entre ellos por determinados recursos limitados y escasos con el fin de ser seleccionados entre una cantidad amplia de proyectos que ofrecen beneficios distintos. De esta manera, para los autores el portafolio de proyectos es un rango o variedad de inversiones que forman parte de la estrategia organizacional y financiera de una empresa (Dye & Pennypacker, 2000).

1.3. Proyectos de Investigación y Desarrollo

Las siglas I+D+i han sido utilizadas en los últimos tiempos con frecuencia en investigaciones, trabajos, tesis académicas y doctorales para referirse a la Investigación, el Desarrollo y la innovación respectivamente. La tripleta ha sido un foco de interés a nivel empresarial dado que se convirtieron en una manera para las empresas sobrevivir en el mercado y aumentar la competitividad.

Según la OCDE (2003) el término de I+D se refiere a investigación, que puede ser básica o aplicada y desarrollo experimental como se explica en la siguiente tabla:

Tabla 1 Definiciones de investigación y desarrollo

TÉRMINOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO	
Definición	
Investigación Básica	Trabajos experimentales o teóricos que se hacen con el objetivo de obtener nuevos conocimientos acerca de los fenómenos y hechos observables, sin pensar en darles ninguna aplicación determinada
Investigación Aplicada	Trabajos originales realizados para adquirir nuevos conocimientos con el objetivo de aplicar dicho conocimiento. Es de naturaleza práctica
Desarrollo Experimental	Trabajos sistémicos que utilizan los conocimientos de los dos tipos de investigaciones anteriores con el fin de diseñar y producir nuevos materiales, productos, procesos, sistemas y servicios o en la mejora sustancial de los existentes.

Fuente: (OCDE, 2003)

De esta manera, I+D hace parte de una serie de actividades de base tecnológica y científica que, en palabras sencillas, incluye la compra y utilización de nuevas tecnologías en productos, procesos productivos, administrativos, de ingeniería, la fabricación de nuevos productos con mejoras significativas o radicales y la comercialización de estos (Fuentes Pujol & Arguimbau Vivó, 2008).

1.3.1. Proceso y actividades de I+D

Debido a la importancia, las ventajas y el crecimiento económico que genera las actividades de I+D al interior de una compañía, se convirtió en un proceso, en algunas ocasiones misional, de las organizaciones.

El proceso de I+D es un proceso complejo y con alto grado de incertidumbre debido a la dificultad de las mediciones y control de las tareas. Lo anterior es causado por la dicotomía entre adquirir conocimientos técnicos, desarrollarlos y perfeccionarlos, y a su vez, estar atento a los cambios y las necesidades constantes del mercado, empresariales, económicas, tecnológicas y la competencia.

El siguiente cuadro es un modelo de referencia del proceso de I+D que es dinámico y utiliza el ciclo PHVA para ser utilizado de manera sistémica:

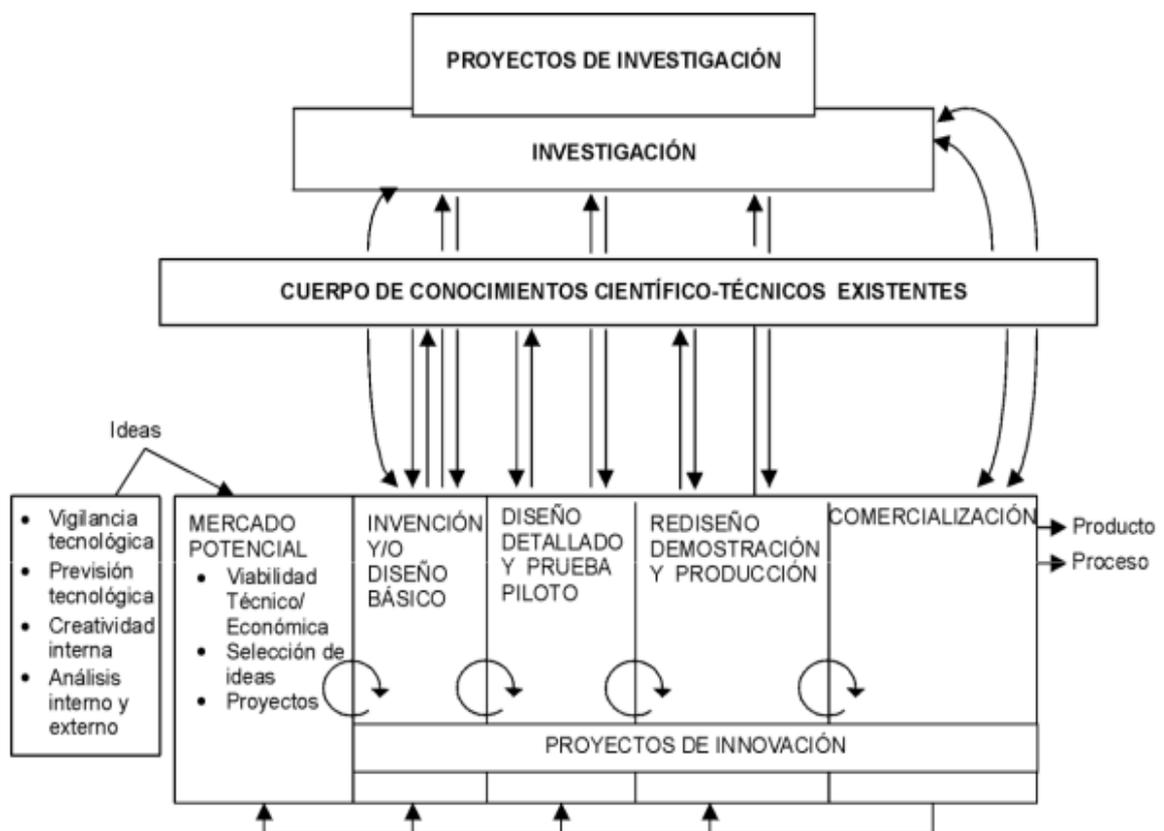


Gráfico 2 Modelo de procesos de I+D

Fuente: (AENOR, 2006)

1.3.2. Normatividad de actividades de I+D

De igual manera que la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), cuyo objetivo es promover políticas para el mejoramiento a nivel social, económico y medioambiental de los países, ha establecido informes, estándares y comparaciones entre los 36 países que la conforman, incluyendo a España, sobre aspectos generales de las actividades de ciencia y tecnología, la normativa española también hace esfuerzos permanentes para incentivar y facilitar el proceso de I+D.

Por tal motivo, se crearon las normas UNE 166001:2006 cuya misión es la

“Sistematización de la innovación para estimular la realización de actividades de I+D+I en las organizaciones; así como la de conseguir una mejor gestión de proyectos de I+D+I de forma estructurada y sistematizada, con el fin de introducir la cultura de la innovación a las empresas elevando su capacidad innovadora” (Mir & Casadesús Fa, 2008)

En el siguiente gráfico se muestra la reunión del conjunto de normas relacionadas con la I+D que sirven como guía para la creación, seguimiento y evaluación de actividades de ciencia y tecnología, así como la interrelación con otras normativas y directrices españolas y a nivel internacional:

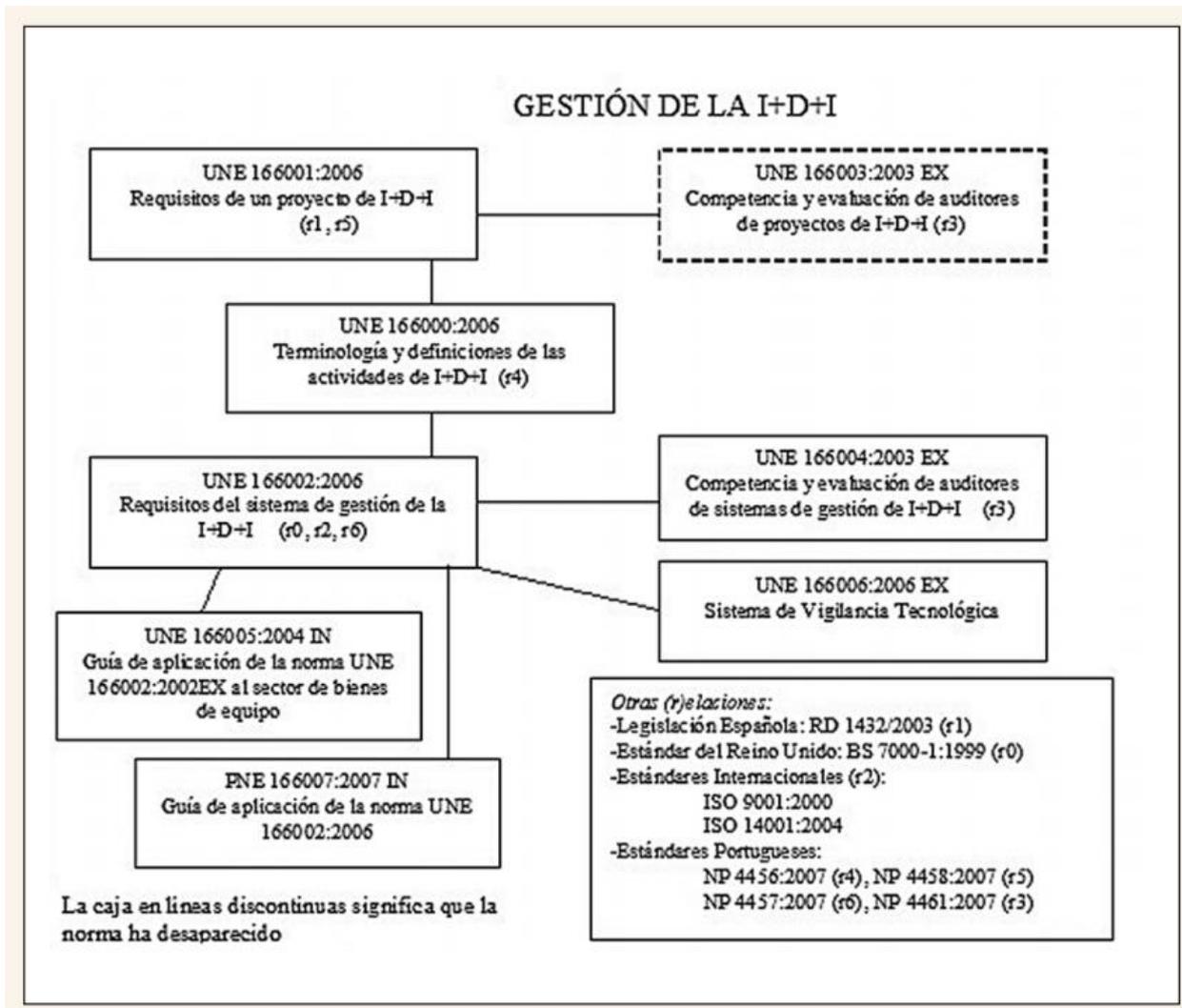


Gráfico 3 Esquema de la familia de las normas UNE 16600 y otros estándares

Fuente: (Mir & Casadesús Fa, 2008)

En consecuencia, esta familia de normas proporciona estándares y directrices para el fomento de actividades de I+D en instituciones y empresas de todos los sectores económicos para que tengan las herramientas sobre cómo administrar dichas actividades, realizar gestión del conocimiento y generar nuevas tecnologías. Es decir, para potenciar la I+D+I como un factor diferencial de competitividad, optimización de recursos y mejora continua (Mir & Casadesús Fa, 2008).

1.3.3. Selección de Proyectos de I+D

Como se tratará posteriormente, en la literatura hay diversos modelos de selección de proyectos de investigación, desarrollo e innovación que van desde modelos cualitativos hasta cuantitativos complejos en los que se incluyen análisis de causas, teoría de decisiones, valoración de expertos, optimización de portafolio, programación lineal con el fin de hallar la configuración ideal de la cartera, según sea la necesidad y deseo del inversionista o la alineación de los objetivos estratégicos de una organización.

Asimismo, la evaluación, selección y priorización de proyectos que componen una cartera, se hace más compleja debido a que concurren ciertos factores que obstaculizan el éxito completo y seguro de los proyectos, porque es indispensable que se cree una sincronización entre unas condiciones determinadas y las decisiones que se tomen para responder a ellas. De esta manera, para que un gerente de proyectos pueda gestionar adecuadamente una cartera de proyectos, debe tener en cuenta que es necesario que exista interrelación entre los proyectos, que deben compartir el riesgo, que se debe contemplar el avance adecuado o no de los proyectos y el cambio del mercado en el tiempo.

2. INTRODUCCIÓN A LA GESTIÓN DE PROYECTOS

La gestión de proyectos constituye una de las funciones empresariales más influyentes e importantes en el proceso gerencial debido a que conlleva elementos de liderazgo y de gestión estratégica para unir procesos complejos en una sinergia organizacional y para crear entornos favorables a través de una visión dinámica de diversos aspectos con el objetivo de construir ideas y solventar proyectos en el tiempo.

2.1. Liderazgo y gestión

Uno de los aspectos más relevantes de la gestión de proyectos es el liderazgo y dirección a los proyectos. Sin gestión de proyectos, un equipo puede ser como un barco sin timón, moviéndose, pero sin dirección, control o propósito. El liderazgo permite a los miembros del equipo hacer su mejor trabajo, de manera individual y colectiva. La gestión de proyectos proporciona liderazgo, visión, y motivación; además de que elimina obstáculos, entrenando e inspirando al equipo a hacer su mejor trabajo (Álvarez, 2017).

Los gerentes de proyecto sirven al equipo, pero también aseguran líneas claras de responsabilidad con un hecho principal: delegar las tareas. Con un gerente de proyecto en su lugar, no hay confusión sobre quién está a cargo de cada actividad y tiene el control de lo que sucede en un proyecto (especialmente si está utilizando un gráfico RACI u otras herramientas similares). Los gerentes de proyecto hacen cumplir el proceso y mantienen a todos en el equipo en línea también porque, en última instancia, son responsables de si el proyecto falla o tiene éxito (Castro, 2002).

2.2. Enfoque y objetivos claros

La gestión de proyectos es importante porque también garantiza que exista un plan adecuado para ejecutar los objetivos estratégicos. Cuando la gestión de proyectos se deja en manos del equipo para que trabajen por sí mismos, encontrará que los equipos trabajan sin los informes adecuados y sin una metodología de gestión de proyectos definida. Esto se traduce en proyectos más lentos o con resultados desfavorables dado que, sin una meta clara y un camino trazado, los proyectos carecen de enfoque, es decir, pueden tener objetivos vagos o nebulosos y dejar al equipo sin la seguridad de lo que se debe hacer, cómo se debe hacer y cuándo se debe hacer (Chuisengo, 2007).

De esta manera, un gerente de proyectos puede prevenir tal situación e impulsar hacia el cumplimiento oportuno de las tareas, dividiendo un proyecto en actividades para que los equipos las realicen. A menudo, la previsión de adoptar este enfoque es lo que diferencia la buena gestión de proyectos de la mala (García, 2016)

De acuerdo con esto, es común y recomendable utilizar EDT (WBS, por sus siglas en inglés) o Estructura de Desglose de Trabajo. Ésta consiste en subdividir la totalidad del trabajo en subcomponentes similares a actividades o tareas con el fin de que se trabajen más fácilmente. Como se puede observar en la siguiente figura, dichos componentes son llamados paquetes de trabajo y pueden ser evaluados y controlados en cualquier momento. Sirve también como una herramienta de control (Espejo Cantero, 2015).

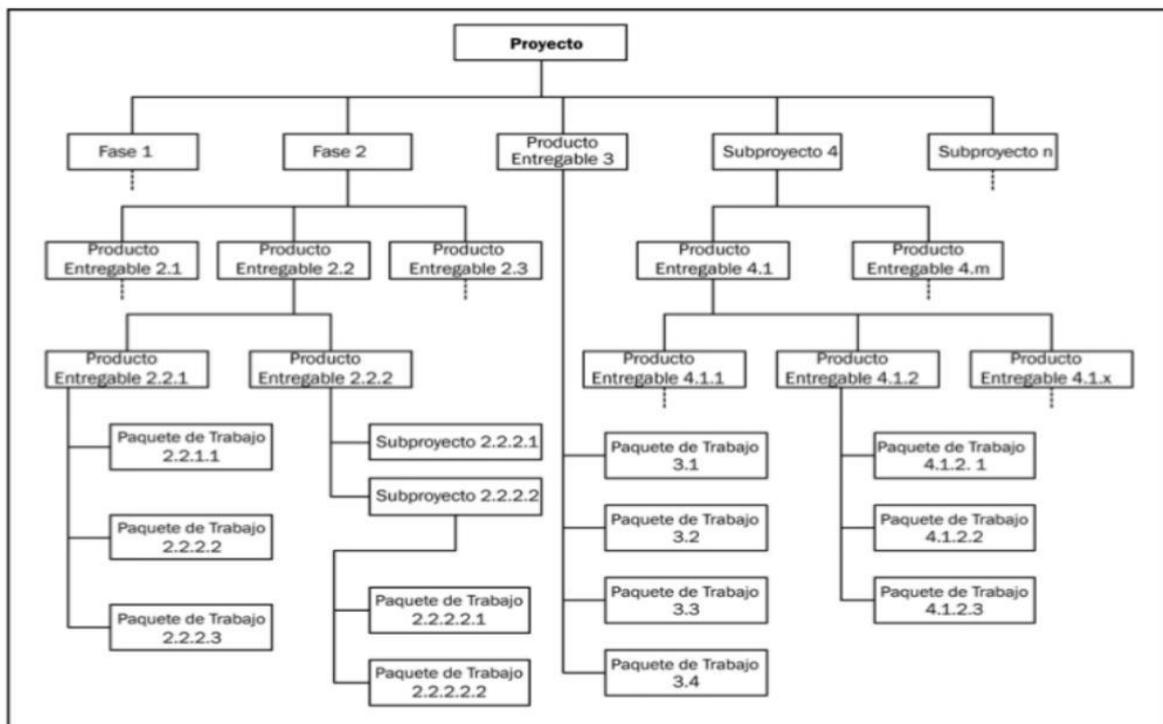


Gráfico 4 EDT

Fuente:(Alcántara, 2012).

Dividirse en partes más pequeñas el trabajo permite a los equipos permanecer enfocados en objetivos claros, orientar sus esfuerzos hacia el logro del objetivo final del proyecto mediante la realización de pasos más pequeños e identificar rápidamente los riesgos, ya que la gestión de estos últimos es indispensable en la gestión de proyectos (Hope, 2012).

A menudo, los objetivos de un proyecto tienden a cambiar de acuerdo con un riesgo que se materializa. Nuevamente, sin la suficiente supervisión y administración pertinentes, un proyecto podría fallar rápidamente. Por el contrario, una buena administración de proyectos (y un buen gerente de proyectos) es lo que permite al equipo enfocarse, y cuando sea necesario, reenfocarse, en sus objetivos (Hope, 2012).

2.3. Planificación de proyectos realista

Cuando se realiza un proyecto, es necesario establecer no sólo los objetivos (que son el qué) sino también el resultado esperado. Garantizar el cumplimiento de las expectativas en torno a lo que se puede entregar, para cuándo y por cuánto es un aspecto fundamental en la gestión de proyectos. Sin una gestión adecuada del proyecto, se pueden establecer estimaciones presupuestarias y cronogramas de entrega de proyectos que sean demasiado ambiciosos o que carezcan de información de estimación análoga de proyectos similares. En última instancia, esto significa que, sin una buena gestión de proyectos, los proyectos se entregan tarde y por encima del presupuesto (Jordy et al., 2008).

Una de las funciones principales de un gerente de proyectos, es el poder de negociación de plazos e hitos razonables y alcanzables entre las partes interesadas, los equipos y la administración. Con frecuencia, la urgencia de la entrega compromete los pasos necesarios y, por ende, la calidad del resultado del proyecto (López, 2008).

Se sabe que la mayoría de las tareas llevarán más tiempo del previsto inicialmente; un buen administrador de proyectos es capaz de analizar y equilibrar los recursos disponibles, con el tiempo requerido y desarrollar un cronograma realista. La gestión de proyectos es realmente importante a la hora de programar las tareas debido a que aporta objetividad a la planificación (Martínez, 2013).

Para ello, se deben crear procesos y establecer entregables concretos, con plazos alcanzables, que permitan a todos los miembros del equipo del proyecto trabajar dentro de límites razonables y no con expectativas irracionales (Martínez, 2013).

2.4. Control de calidad

La gestión de calidad es otro de los aspectos fundamentales que se debe incluir en un proyecto. El aseguramiento de la calidad, desde la planificación hasta el cierre del proyecto es la clave para un proyecto exitoso, sin realimentaciones de procesos o productos. Los proyectos también suelen estar sometidos a una enorme presión para completarse. Sin un gerente de proyecto dedicado, que tenga el apoyo y la aceptación de la alta dirección o del inversionista del proyecto, las tareas pueden subestimarse, los tiempos se reducen y los procesos se apresuran, afectando significativamente en la ejecución y evaluación del proyecto. (Martínez G, 2006).

La gestión de proyectos dedicada garantiza que no solo un proyecto tenga el tiempo y los recursos para entregarlo, sino también que la calidad de los resultados se pruebe en cada etapa. Una buena gestión de proyectos exige fases cerradas en las que los equipos puedan evaluar el resultado en cuanto a calidad, aplicabilidad y rentabilidad. De este modo permite tratar el proyecto de manera holística y a su vez, como un proceso escalonado y por fases, lo que genera tiempo para que los equipos examinen y prueben sus resultados en cada paso del camino (Martínez G, 2006)

2.5. Gestión de riesgos

Para que un proyecto sea exitoso, se debe también conocer, controlar, evitar y mitigar los riesgos para que éstos no se conviertan en un problema o bien, generen aprendizajes para futuros proyectos. En ocasiones, el deseo es que simplemente desaparezca, barrerlos debajo de la alfombra, nunca hablar de ellos con el cliente y esperar lo mejor. Empero, tener un proceso sólido en torno a la identificación, gestión y mitigación de riesgos es lo que ayuda a evitar que los riesgos se conviertan en obstáculos para la realización de proyectos. Especialmente en proyectos complejos, como es el caso de la investigación aplicada y el desarrollo de nuevos productos o servicios, batallar con astucia con los riesgos asociados es donde realmente entra en juego el valor de la gestión de proyectos (Másmela, 2014).

Las buenas prácticas de gestión de proyectos requieren que los gerentes de proyectos analicen cuidadosamente todos los riesgos potenciales para el proyecto, los cuantifiquen, desarrollen un plan de mitigación contra ellos y un plan de contingencia si alguno de ellos se materializa. A su vez, se requiere conocer las preguntas correctas que se deben hacer para descubrir los riesgos a tiempo (PMI, 2017).

Naturalmente, los riesgos deben priorizarse de acuerdo con la probabilidad de ocurrencia, y las respuestas apropiadas se asignan por riesgo (algunos PM utilizan un software de gestión de riesgos específico para esto). La buena gestión de proyectos es importante en este sentido, porque los proyectos en su mayoría, no se comportan estrictamente según lo planeado, y la forma en que se enfrentan al cambio y se adaptan al plan de gestión y dirección es clave para entregar los proyectos con éxito (PMI, 2017).

2.6. Proceso ordenado

La gestión de proyectos debe ser un proceso ordenado para permitir seleccionar las personas adecuadas y que hagan las cosas correctas en el momento adecuado. El desarrollo de habilidades y talentos, los procesos de capacitación y la aplicabilidad de conocimientos asegura que se cumpla el ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar) de los procesos del proyecto durante todo el ciclo de vida de éste. Sorprendentemente, muchas empresas grandes y reconocidas tienen procesos de planificación reactiva que no se basan realmente en estrategias reales de gestión de proyectos (Seclen, 2019).

Sin embargo, la reactividad, a diferencia de la proactividad, en ocasiones puede hacer que los proyectos entren en modo de supervivencia. Esto se refiere a que los equipos se fracturan, las tareas se duplican y la planificación se vuelve reactiva, creando ineficiencia y frustración en el equipo (Seclen, 2019).

La planificación y la anticipación de sucesos son actividades que pueden marcar una gran diferencia, dado que el equipo sabe quién está haciendo qué, cuándo y cómo. La comunicación es esencial en la gestión de proyectos. La creación y actualización de los procesos, contribuye a aclarar los roles y las responsabilidades, a agilizar tareas, a optimizar insumos, a anticipar riesgos y, a crear controles y equilibrio para asegurar que el proyecto esté continuamente alineado con la estrategia general (Sánchez, 2013).

De esta manera, un proceso ordenado y de fácil comprensión, permite actuar con eficacia a las posibles eventualidades. Las empresas que no lo hacen, se arriesgan al fracaso del proyecto, la pérdida de confianza en sus relaciones comerciales y el desperdicio de recursos (Sánchez, 2013).

Todos los proyectos, sean exitosos o no, deben tener un proceso de cierre en el que se documenten las lecciones aprendidas porque esto se traduce en una ruta para futuros proyectos en la materia, lo cual facilitará más adelante, la toma de decisiones en proyectos similares y llenará de experiencia a los directores de proyecto.

2.7. Supervisión continua

Revisar constantemente los proyectos es una tarea básica porque evidencia el progreso del proyecto y permite hacer un seguimiento de los entregables. Los informes de estado pueden parecer aburridos e innecesarios, y si todo va según lo planeado, puede parecer una tarea de más. Pero la supervisión continua del proyecto lo que genera es un control en todo momento, rastreando el estado del mismo con respecto al plan original, esto último es un aspecto primordial para que el proyecto se mantenga por buen camino (García, 2016).

Cuando se cuenta con la supervisión adecuada y los informes del proyecto, es fácil identificar cuándo un proyecto está comenzando a desviarse del curso previsto. Cuanto antes pueda detectar la desviación del proyecto, más fácil será corregir el rumbo. Los buenos gerentes de proyectos generarán regularmente informes de progreso o estado fácilmente digeribles como parte de su gestión de partes interesadas (García, 2016).

Lo anterior permite a los clientes o partes interesadas realizar un seguimiento del proyecto por su propia cuenta. Por lo general, estos informes de estado proporcionarán información sobre el trabajo que se completó y planificó, las horas utilizadas y cómo se rastrean con respecto a las planificadas, también sobre cómo se realiza el seguimiento del proyecto frente a hitos, riesgos, suposiciones, problemas, dependencias y cualquier resultado del proyecto a medida que avanza (González, 2007).

Estos datos son invaluable no solo para rastrear el progreso, sino que también ayudan a los clientes a ganarse la confianza de otras partes interesadas en su organización, brindándoles información verídica, en tiempo real y fácil interpretación de la evolución de un proyecto. También le brinda a su equipo una manera simple y consistente la posibilidad de mantener un contacto regular para construir relaciones con sus clientes (González, 2007).

2.8. Experiencia en la materia

En la gestión de proyectos es necesario que alguien, con diversas cualidades, comprenda que el equipo de trabajo en su totalidad esté haciendo lo que le corresponde. Es el deber ser de un director de proyectos. Con algunos años de experiencia en su haber, los gerentes de proyectos sabrán un poco sobre algunos aspectos de la ejecución de los proyectos que administran (Hope, 2012).

La experiencia y los procesos de aprendizaje a lo largo de la ejecución y participación en diversos proyectos, permite que el PM desarrolle habilidades técnicas y experiencia en la materia, de modo que tendrán el conocimiento suficiente sobre el trabajo en equipo, los comportamientos humanos, la motivación de talentos, las plataformas y los sistemas que utilizan, las posibilidades, limitaciones, y los tipos de problemas que suelen ocurrir (Hope, 2012).

Tener este tipo de experiencia en la materia significa que pueden tener conversaciones inteligentes e informadas con clientes, equipo, partes interesadas y proveedores. Están bien equipados para ser el centro de comunicación de un proyecto, lo que garantiza que a medida que el proyecto fluye entre diferentes equipos y fases de trabajo, nada se olvide ni se pase por alto (Hope, 2012).

Sin experiencia en la materia a través de la gestión de proyectos, se puede encontrar que un proyecto se desequilibra: los creativos ignoran las limitaciones de la tecnología o los desarrolladores olvidan la visión creativa del proyecto. La gestión de proyectos mantiene al equipo enfocado en la visión general y reúne a todos para unir esfuerzos y cumplir con los compromisos para que el proyecto sea un éxito (Jordy et al., 2008).

2.9. Gestión y aprendizaje del éxito y el fracaso

Como se ha mencionado con antelación, realizar el cierre de todos los proyectos, incluso de aquellos que no fueron exitosos o no cumplieron con las expectativas previstas, teniendo en cuenta las lecciones aprendidas es bastante útil para el corto y largo plazo. Utilizar las experiencias y aprender de los éxitos y fracasos del pasado, puede acabar con los malos hábitos y a no cometer los mismos errores dos o más veces. Los gerentes de proyecto usan retrospectivas, lecciones aprendidas o revisiones posteriores al proyecto para considerar qué salió bien, qué no salió tan bien y qué debería hacerse de manera diferente para el próximo proyecto.

Esto produce un valioso conjunto de documentación que se convierte en un registro de lo que se debe y no se debe hacer en el futuro, lo que permite a la organización aprender de los fracasos y los errores. Sin este aprendizaje, los equipos a menudo seguirán cometiendo los mismos errores, una y otra vez (García, 2016).

Estas retrospectivas son excelentes documentos para usar en la reunión de inicio de un proyecto para recordarle al equipo los fracasos, como subestimar los proyectos, y los éxitos, como los beneficios de un proceso sólido o la importancia de mantener actualizados los informes de la hoja de horas (González, 2007).

3. MODELOS DE EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE PROYECTOS

En un mercado rápidamente cambiante, con infinitas oportunidades de inversión, financiación y apalancamiento, pero con recursos económicos, humanos, tecnológicos y cronológicos limitados, sumado a la libre competencia y evolución del mercado, es absolutamente necesario tomar decisiones al respecto sobre los proyectos de inversión en un entorno empresarial de manera estratégica.

Existen diversos modelos y métodos para la priorización de proyectos de I+D que permiten de alguna u otra forma, seleccionar en qué grupo de proyectos invertir y cuándo.

Para Meade y Presley citado por Salazar, 2020, para los proyectos de I+D se determinan las necesidades para evaluar y seleccionar proyectos de I+D:

1. La necesidad de relacionar los criterios de selección con las estrategias corporativas.
2. La necesidad de considerar los beneficios y riesgos cualitativos de los proyectos propuestos.
3. La necesidad de conciliar e integrar las necesidades y deseos de las diferentes partes interesadas
4. La necesidad de considerar los procesos de decisión en múltiples etapas y grupos (Meade & Presley, 2002)

Sin embargo, estas necesidades no se suplen fácilmente y además presentan algunos inconvenientes en el tratamiento de datos como la variabilidad de los criterios de evaluación, la interdependencia de las variables, su clasificación, la experiencia de los gerentes de proyectos, la objetividad en sus decisiones y la complejidad de los modelos existentes (Meade & Presley, 2002)

3.1. Modelos de análisis multicriterio

3.1.1. Proceso analítico en Red ANP

El método ANP es una generalización del método AHP que postuló Tomas Saaty en 1996. Este método permite crear relaciones de interdependencia y realimentación entre elementos del sistema. Por lo tanto, ANP es “una teoría general de medición relativa utilizada para derivar escalas de relación de prioridad compuesta de escalas de razón individuales que representan medidas relativas de la influencia de los elementos que interactúan con respecto a los criterios de control” (Bernal & Niño, 2018)

Para la aplicación de este método, se realizan dos cuestiones: Un control de red de los criterios y las subredes o subcriterios interrelacionados en cada criterio.

La diferencia principal entre el método ANP y AHP es que el primero permite incluir relaciones de interdependencia y realimentación entre elementos del sistema, mientras que el segundo, son linealmente independientes.

3.1.2. ANP para selección de proyectos I+D

La selección de proyectos mediante la priorización, especialmente para proyectos de I + D, es una ardua tarea en la que intervienen diversos factores y se utilizan criterios cualitativos y cuantitativos. Este proceso complejo implica estimar y predecir impactos futuros bajo una incertidumbre bastante amplia. La asertividad de estas decisiones trae consigo consecuencias a nivel empresarial y también a nivel mundial, dado que la mayoría de los gobiernos apunta hacia la innovación a través de la destinación de sus presupuestos (Rokou et al., 2011).

De este modo, se propone un proceso de red analítica para clasificar los proyectos de I+D dentro de una cartera de inversión y así dar prioridad a los recursos y esfuerzos en un periodo de tiempo determinado. ANP es una técnica de análisis multicriterio (MCDA) basada en la medición relativa en escalas absolutas de tangibles y de criterios intangibles (Pomeroy et al., 2007).

En esta investigación, se encontró un estudio de caso donde una universidad griega, específicamente el equipo de investigación tuvo que seleccionar qué proyectos de I + D iban a realizarse, ya que deberían implementarse según una lista de alternativas de una amplia gama del portafolio de proyectos. Así pues, se utiliza una innovadora herramienta de soporte de decisiones basada en la web para el método ANP con el propósito de implementar el modelo y ejecutar todos los cálculos relevantes (Rokou et al., 2011)

Un portafolio generalmente se refiere a una colección de proyectos que se agrupan para facilitar una gestión eficaz. Sus componentes no son necesariamente interdependientes ni están directamente relacionados. La gestión de la cartera consiste en elegir, priorizar y gestionar proyectos y programas en una forma que sea consistente y alineada con las estrategias organizacionales (PMI, 2017).

Más concretamente, la gestión de carteras integra todos los procesos utilizados para seleccionar los proyectos apropiados y gestionarlos con éxito, con el fin de lograr los objetivos inicialmente definidos utilizando el presupuesto y los recursos asignados en el período de tiempo predefinido. El objetivo superior es maximizar el valor de la cartera mediante el examen cuidadoso y la selección de proyectos candidatos (Kendall, 2005).

Este procedimiento generalmente se basa en el plan estratégico de la organización. La necesidad de seleccionar qué proyectos implementar generalmente aumenta cuando la organización tiene limitaciones en sus recursos. En estos casos es fundamental contar con un método formalizado para seleccionar los proyectos a ser iniciados a partir de un conjunto de potenciales (Cohen & Franco, 2000).

De este modo, seleccionar qué proyectos deben componer la cartera de proyectos es una actividad periódica en la que se evalúan nuevos proyectos, aquellos que maximicen el valor total de la cartera, se ajusten mejor a los objetivos de la organización, generen mejores rendimientos financieros y promuevan un uso óptimo del presupuesto disponible. Evaluar y elegir proyectos de investigación y desarrollo para formar una cartera es de gran interés en las últimas tres décadas, al respecto, existen una variedad de modelos a menudo desarrollando y compitiendo hacia enfoques que se basan en MCDA por un intento de tener en cuenta los múltiples objetivos y el carácter subjetivo del problema a resolver (Cohen & Franco, 2000).

El aspecto probabilístico de la selección de proyectos se presta a metodologías de análisis de decisiones, especialmente en métodos que califican tanto cuantitativa como cualitativamente los atributos de los proyectos, como es el caso del método ANP. Para seleccionar qué proyectos deben implementarse de un conjunto de alternativas disponibles, los proyectos deben estar clasificados (IDIPYME., 2001).

Esta evaluación se realiza utilizando criterios cuantitativos y cualitativos. Los primeros suelen referirse a indicadores financieros de eficiencia, calidad o rendimiento de la inversión, como el ROI, la TIR, el costo de oportunidad, entre otros. Los segundos, se refieren a las características o cualidades del proyecto relacionadas con la adaptabilidad a los estándares, prioridades y objetivos de la organización a largo plazo (IDIPYME., 2001).

Por lo tanto, un modelo MCDA puede ser utilizado para facilitar la toma de decisiones y poder gestionar efectivamente un portafolio de proyectos, cada vez que los resultados reflejen no solo los datos cuantitativos, sino también la experiencia y el conocimiento de los tomadores de decisiones sobre el tema (Barrera, 2009).

3.1.2.1. Herramienta WEB ANP SOLVER

En esta metodología propuesta, hacen uso de un software de solución para problemas de ANP que consiste en determinar el rango potencial de cada proyecto según los objetivos predefinidos. Es decir, es una herramienta para obtener una cartera óptima con un manejo de datos de distinta naturaleza y cálculos complejos, a través de la introducción de datos más simples.

La implementación se puede realizar utilizando un soporte de decisiones basado en web en modelos de sistema (WEB ANP SOLVER) que proporciona herramientas para el uso de técnicas MCDA. Por lo tanto, se refiere a la presentación de una nueva formulación para determinar la selección óptima de proyectos de I + D y su implementación utilizando un ANP basado en la web como herramienta de software (Barrera, 2009).

Como lo expone Henriksen & Traynor (1999), los métodos de selección de proyectos de I + D suelen caer en una de las siguientes categorías principales: revisión por pares, puntuación, programación matemática, modelos económicos, teoría de la utilidad de atributos múltiples (MAUT), inteligencia artificial y métodos interactivos. A pesar de la amplia gama de métodos, existe un terreno común en relación con, en primer lugar, los objetivos a alcanzar y, en segundo lugar, los criterios que deben tomarse en cuenta (Kendall, 2005).

Más específicamente, la selección de proyectos apunta a uno o más de los siguientes objetivos:

- Maximización de beneficios.
- Aumentar la cuota de mercado
- Maximizar el uso de los recursos humanos y de equipo disponibles.
- Optimizar el perfil de la empresa.
- Encajar en los objetivos estratégicos de la organización.
- Crear sinergias con los proyectos.
- Lograr un nivel óptimo de riesgo de cartera.

El modelo para la selección de proyectos de I + D propuesto por Rokou et al. (2011) es un modelo genérico que podría utilizarse fácilmente para tomar decisiones en cualquier ocasión similar, sin necesidad de un análisis económico extenso o con métodos cuantitativos complicados.

Siguiendo los criterios utilizados para formar el modelo de decisión ANP y la forma en que se agrupan y se analizan los conjuntos de proyectos que son divididos en clústeres según la naturaleza de las mediciones, los indicadores financieros se utilizan para definir el valor económico de cada alternativa, como el costo total esperado del proyecto, la tasa interna de retorno (TIR) y el valor presente neto (VPN) (Esterkin, 2007).

Como se observa en la figura a continuación, se divide en 5 clústeres así: El clúster organizacional contiene criterios relacionados con el perfil de la organización como la oportunidad de formar sinergias con otros proyectos en curso o propuestos, los recursos necesarios y su disponibilidad, o las limitaciones establecidas por la demanda conflictiva de los mismos recursos por diferentes proyectos propuestos y en curso, y el riesgo total de cada alternativa, incluidos riesgos técnicos, de éxito, de tiempo y de costes (Rokou et al., 2011).

Asimismo, el clúster relacionado con el mercado se utiliza para agrupar criterios como la penetración esperada en un nuevo mercado, competidores existentes en el campo del proyecto propuesto, madurez del mercado, previsión de la demanda y esperanza de vida del producto. Los beneficios esperados para la organización como los esperados por la utilidad de los resultados, adecuación a objetivos estratégicos y posible valor para los clientes. Finalmente, la legislación que podría afectar positivamente la implementación de un proyecto, la expectativa social, su impacto y las posibles implicaciones en las relaciones con los colaboradores actuales son agrupados bajo el clúster "Otros". (Rokou et al., 2011).

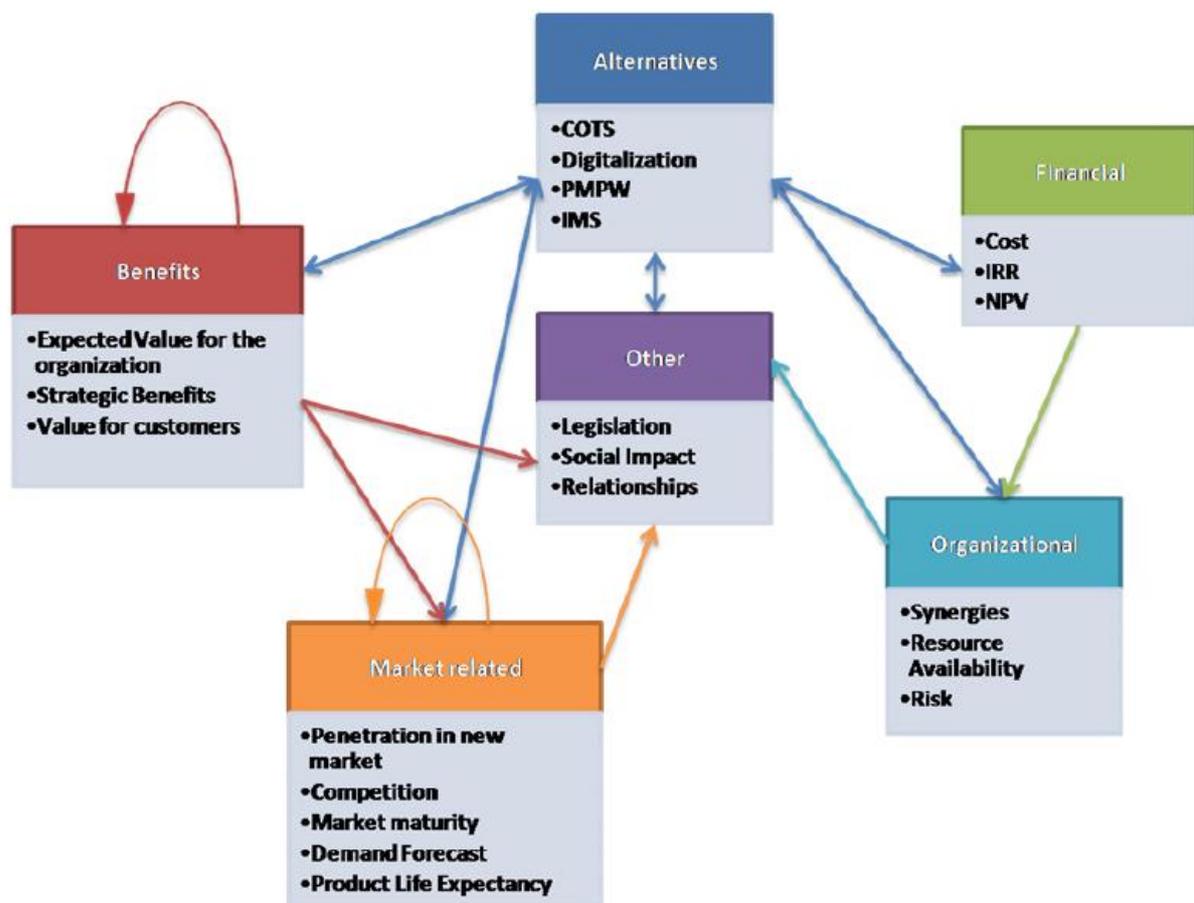


Gráfico 5 Modelo ANP para selección de proyectos de I+D

Fuente: Rokou et al., 2011

Para ver las relaciones de una red, se puede construir una matriz “cero-uno” de criterios contra criterios, donde el número uno significará que hay un camino de influencia desde el elemento de la línea correspondiente al elemento de la respectiva columna. Por lo tanto, el interior y el exterior de las relaciones entre los nodos están definidas y las relaciones de clúster correspondientes son calculadas (Rokou et al., 2011).

En este marco, un ANP simple ofrece un modelo genérico que podría utilizarse fácilmente para evaluar la I + D + i de manera coherente. Además, esta metodología y su enfoque permite al tomador de decisiones visualizar el impacto de varios criterios. Especialmente cuando se utiliza la aplicación basada en web propuesta, es muy sencillo comunicar los resultados a todas las partes interesadas sin limitaciones de tiempo y lugar; es igualmente fácil tener procesos de toma de decisiones colaborativos al tener más de un tomador de decisiones trabajando en el mismo modelo (Hope, 2012) (Rokou et al., 2011).

3.1.3. Proceso de Análisis Jerárquico AHP

El proceso de análisis jerárquico es una metodología utilizada en la toma de decisiones y hace parte del grupo de selección y evaluación multicriterio. Esta metodología desglosa un problema, un proyecto o alguna cuestión a evaluar de manera que se combina una forma gráfica y de descomposición que permite el análisis detallado de las partes que intervienen en la decisión (Silvia & Villegas, 2011).

También llamado AHP, por sus siglas en inglés (analytic hierarchy process) propone una evaluación, similar a juicio de expertos, en la que se asignan valores numéricos para calificar los proyectos según determinados criterios. De esta manera, se usan también análisis comparativos entre dos elementos en consideración con el fin de formar matrices y encontrar jerárquicamente el nivel con respecto a otro nivel superior para organizar y priorizar, en este caso, una cartera de proyectos.

Tal como lo expresa Osorio & Orejuela en su investigación: AHP “está hecho para estructurar, medir y sintetizar. Es un método matemático creado para evaluar alternativas cuando se tienen en consideración varios criterios y está basado en el principio que la experiencia y el conocimiento de los actores son tan importantes como los datos utilizados en el proceso” (Osorio & Orejuela, 2008).

El proceso de análisis jerárquico si bien se caracteriza por una simplicidad matemática, una estadística sencilla en la asignación de pesos y comparaciones y una metodología de diversos criterios de carácter discreto, y con futuros análisis de sensibilidad en los valores, es además una metodología poderosa y que ha sido utilizada en diversos estudios y ámbitos académicos y administrativos. Utilizar dicha metodología en la selección y evaluación de carteras, puede traer ciertos beneficios como el tratamiento de la información a nivel individual y global, la creación de una perspectiva panorámica de los proyectos, sus objetivos, sus logros, sus riesgos e inversiones, la flexibilidad que aporta frente a los cambios individuales no afectan la estructura total, entre otros (Osorio & Orejuela, 2008).

Tabla 2 Escala fundamental para comparaciones a pares AHP

INTENSIDAD	DEFINICIÓN	EXPLICACIÓN
1	Igual	Dos actividades contribuyen de igual forma al cumplimiento de objetivo
3	Moderada	La experiencia y el juicio favorecen levemente a una actividad sobre la otra
5	Fuerte	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente a una actividad sobre la otra
7	Muy fuerte o demostrada	Una actividad es mucho más favorecida que la otra; su predominancia se demostró en la práctica
9	Extrema	La evidencia que favorece una actividad sobre la otra, es absoluta y totalmete clara
2,4,6,8	Para transar entre los valores anteriores	Cuando se necesita un compromiso de las partes entre valores adyacentes
Recíprocos	Si la actividad i se le ha asignado uno de los números distintos de cero mencionados cuando se compara con la actividad j , entonces j tiene el valor recíproco cuando se le compara con i	Hipótesis del método
	$i(a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}})$	

Fuente: Elaboración propia a partir de “Toma de decisiones para líderes” (Saaty, 2014) mencionado por (Arancibia et al., n.d.) pág. 16.

La tabla evidencia los elementos propuestos por (Saaty, 2014) para ser usados en las comparaciones de los pares de elementos de los niveles jerárquicos. Es importante resaltar que el modelo es independiente de la escala usada. AHP es una mezcla de criterios cualitativos, evidenciados en el juicio de los expertos, líderes de proyectos, jefe de proyecto o alta dirección de una empresa; y cuantitativos en el trabajo numéricos y lógica matemática del modelo (Arancibia et al., n.d.).

3.2. Matriz con análisis gráfico

Esta metodología aporta un análisis cualitativo y gráfico del portafolio de proyectos y además ofrece la posibilidad de dinamizarlo. La matriz de enfoque del portafolio R&D contempla las implicaciones del flujo de caja, es decir, los factores financieros del proyecto se integran también con los requisitos y características de ellos. De esta manera, permite al tomador de decisiones, elegir aquellos portafolios de manera sistémica, brindando la posibilidad de optimización de la cartera de inversiones. La matriz se desarrolla con base en dos criterios que incluyen las ventajas competitivas y sus beneficios (Mikkola, 2001). Algo similar a la relación existente entre costo-beneficio, evidenciando las fortalezas, debilidades y oportunidades de la empresa y la satisfacción percibida por el cliente.

Según (Mikkola, 2001) la matriz es una guía para la dirección de proyectos de gestión tecnológica que genera confianza y seguridad a la hora de seleccionar proyectos, dado que es una matriz completa que trata adecuadamente los proyectos de manera específica, los clasifica según las ventajas competitivas, considera los riesgos a través de la dinamización del portafolio y prioriza la ejecución de los proyectos, su inversión y oportunidades del mercado.

En consecuencia, la ventaja competitiva es tenida en cuenta, por ejemplo, a través de datos cuantitativos como características, mediciones, evaluaciones, ciclos de vida, tiempos, movimientos, costos, entre otros. Dichas variables son numéricas y pueden extraerse del análisis del producto o servicio que ofrezca el proyecto. Por otro lado, los beneficios son netamente cualitativos, pero se convierten en cuantitativos cuando se realizan comparaciones con el mercado real, se mide la satisfacción de los clientes o se realiza un estudio de marketing. En el gráfico a continuación, se puede apreciar la matriz en la que, el tamaño de las burbujas depende de la cantidad de productos similares o que suplan necesidades parecidas. En otras palabras, las ventajas competitivas relativas generales y los beneficios para los clientes que ofrecen se comparan otros proyectos (Mikkola, 2001).

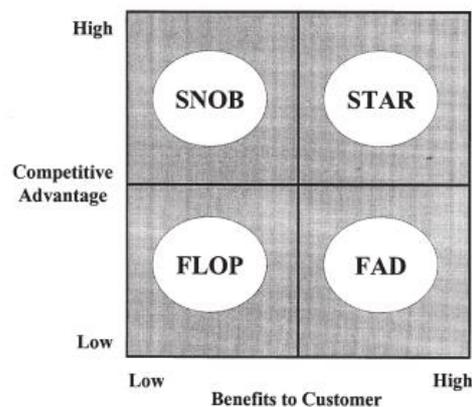


Gráfico 6 Matriz de Beneficios del cliente vs Ventajas competitivas

Fuente: Extraído de “Portfolio management of R&D projects: implications for innovation management” (Mikkola, 2001)

La matriz consta de cuatro cuadrantes, que utiliza también un análisis multicriterio. En el primer cuadrante se encuentran ubicados los proyectos denominados SNOB, los cuales se caracterizan por no satisfacer totalmente a los clientes, empero tienen grandes ventajas competitivas. Por ejemplo, hacen parte algunos productos tecnológicos nuevos cuyos gastos son elevados y, por ende, posteriormente son transferidos al cliente final mediante un alto precio de venta, por ello, no son tan atractivos en el mercado o no cubren la cuota de mercado esperada. Según la autora, la alta dirección debe prestar especial atención a este tipo de proyectos al decidir si dicha inversión está en línea con el plan estratégico a largo plazo de la empresa (Mikkola, 2001).

El segundo cuadrante es llamado STAR porque son aquellos proyectos caracterizados por tener una ventaja competitiva y un beneficio a los clientes alto. Las STAR son equivalentes a innovaciones o productos revolucionarios exitosos. En el tercer cuadrante, están los proyectos FLOP o fracaso que son los que ofrecen escasa o nula ventaja competitiva y tienen capacidad limitada para los clientes. En este tipo de proyectos se sugiere aplazar la inversión hasta que cambien de cuadrante o destinar los recursos a otro tipo de proyectos (Mikkola, 2001).

Por último, en el cuarto cuadrante, están ubicados los proyectos denominados FAD o también llamados en castellano “moda” debido a que presentan una excelente satisfacción al cliente y son bien percibidos por ellos, pero tienen ventajas competitivas débiles. Proyectos sobre comercialización o producción masiva pueden entrar en esta categoría, pero no quiere decir que sean proyectos negativos hablando financieramente, porque pueden resultar rentables e incluso sostenibles en el tiempo si se le adiciona tecnología de punta e innovaciones crecientes en su diseño y fabricación (Mikkola, 2001).

En el equilibrio dinámico de los proyectos, se trata de potencializar aquellos proyectos que se encuentran en el cuadrante estrella y, a través de estrategias de marketing, innovaciones incrementales, cambios de diseño, nuevos métodos de fabricación, materiales mejorados o propuestas logísticas diferentes, y lo más importante, una buena relación y conocimiento del mercado y de la satisfacción percibida del cliente, pueden moverse los proyectos ubicados en los otros cuadrantes hacia el cuadrante con una mayor ventaja competitiva y un elevado beneficio al cliente.

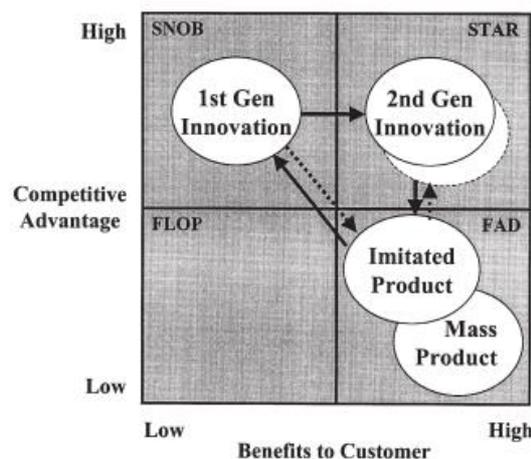


Gráfico 7 Dinámica de la matriz

Fuente: Extraído de “Portfolio management of R&D projects: implications for innovation management” (Mikkola, 2001)

3.3. Herramientas cuantitativas económicas

La evaluación y selección de proyectos implica, independientemente de la metodología aplicada, una revisión económica de la cartera de proyectos para determinar su viabilidad económica y establecer estrategias de financiación y apalancamiento. Como cualquier proyecto de inversión, sobre todo cuando se tratan de recursos limitados como ocurre con los destinados a la I+D+i, es necesario responder el cuestionamiento de ¿cuánto se va a ganar en la inversión? Son preguntas que el gerente de proyectos está obligado a responder a los inversionistas a la hora de gestionar su capital.

Entre los indicadores más utilizados para la evaluación de proyectos con el objetivo de facilitar el proceso comparativo entre ellos para la toma de decisiones, son el Valor Presente Neto o Valor Actual Neto (VPN, VAN, respectivamente) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Ambos indicadores son esenciales y se pueden combinar entre sí para recrear posibles escenarios sobre el valor que se generará económicamente para el proyecto.

La priorización de proyectos en una empresa es una cuestión importante no sólo porque de ella dependen los futuros ingresos o flujos de dinero de la razón económica, sino que también estas decisiones impactan la financiación, los recursos y la rentabilidad de la compañía.

3.3.1. Valor Actual Neto

El uso del VAN en la gestión de un portafolio de proyectos consiste básicamente en el cálculo de los rendimientos futuros, teniendo en cuenta la inversión y los recursos limitados, lo que hace que se arrojen resultados que permitan facilitar el proceso de decisión y priorizar algunos proyectos en lugar de otros, con el fin de que la empresa pueda maximizar su rentabilidad y ganar mucho más que su coste de oportunidad, contando con una cartera óptima.

Con el cálculo del VAN se puede saber directamente, en unidades monetarias “cuánto valor o desvalor generaría un proyecto para una compañía o inversionista si este se lleva a cabo” (Sapag et al., 2014)

La fórmula matemática es la siguiente:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+i)^t} - I_0$$

Donde:

Y_t = Flujo de ingresos del proyecto

E_t = Flujo de egresos del proyecto

I_0 = Inversión inicial del proyecto

La tasa de descuento se representa con la letra i y la inversión inicial se tiene en cuenta en el momento 0 de la inversión del proyecto (Sapag et al., 2014).

De esta manera, este resultado indica el valor que los flujos que se obtendrán en el futuro tienen en la actualidad. Es decir, tiene en cuenta el valor presente de los flujos de efectivo futuros y el costo de la inversión. Si el VPN del proyecto es positivo, entonces es viable financieramente invertir en él (Sapag et al., 2014).

Este indicador financiero también puede usarse, no solo para evaluar individualmente cada proyecto, sino que permite secuenciar una cartera de proyectos en diversos periodos de tiempo de la siguiente manera: Inicialmente se analizan los flujos de caja de cada proyecto y se puede utilizar una herramienta de análisis gráfico para verificar que todos generan rendimientos, es decir, para poder descartar algún proyecto con rendimientos decrecientes. Este análisis también se complementa con el cálculo del valor presente neto de cada uno de los proyectos al momento de la decisión. Posteriormente, se van recalculando los VAN para evaluar los resultados también con la inversión y analizando el coste de oportunidad. Así se pueden seleccionar los proyectos que requieran un aplazamiento en el tiempo con el fin de maximizar la inversión. Por ende, el criterio no solamente es el valor del VAN por sí solo, ni la relación que tiene con la inversión, sino también el coste de oportunidad y la forma en la que se maximiza la rentabilidad de las inversiones teniendo recursos limitados. Por esto, es necesario considerar también los flujos que se pierden durante los años para seleccionar las mínimas pérdidas (Arcos, 2020).

3.3.2. Tasa Interna de Retorno

Este indicador financiero de inversiones facilita la toma de decisiones en el ámbito económico de los proyectos. Se calcula de la siguiente manera:

$$TIR = \sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+r)^t} - I_0$$

Donde r es la tasa de descuento.

La tasa interna de retorno o también llamada tasa de rendimiento de una inversión es “aquel tipo de actualización o descuento que hace igual a cero el “valor capital”; es decir, anula el VAN. de la inversión” (Muñoz & Oteo, 2013).

$$Valor\ de\ capital\ (VC) = -I_0 + \frac{Q_1}{(1+r_1)} + \frac{Q_2}{(1+r_1)(1+r_2)} + \dots + \frac{Q_n}{(1+r_1)(1+r_2)\dots(1+r_n)} = 0$$

En esta fórmula las Q representan los flujos de caja netos.

En otras palabras, iguala los ingresos y egresos de los proyectos de manera que el rendimiento de la inversión depende exclusivamente de los mismos, sin verse afectada por factores externos. Esta es la razón por la que es llamada tasa interna, porque depende intrínsecamente de la inversión y de sus flujos de efectivo (Mete, 2014).

Sin embargo, aunque resulta útil el cálculo de la TIR, es mucho más importante considerar rigurosamente el cálculo de la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR) en una cartera de proyectos. Es importante tener los valores establecidos para los límites mínimos de rentabilidad de un grupo de proyectos que sean candidatos para ser evaluados y seleccionados, teniendo en cuenta, además de la gestión estratégica de la compañía, los riesgos financieros que pueden llegar a acarrear dichos proyectos (Mete, 2014).

Si $TIR \geq TMAR$ El proyecto es rentable y es recomendable aceptarlo.

Si $TIR < TMAR$ el proyecto no alcanza a cubrir la tasa mínima y es recomendable rechazar el proyecto (Mete, 2014).

3.3.3. Payback.

El “payback” o en español periodo de recuperación, indica “el número de períodos necesarios para recuperar la inversión inicial” (Sapag et al., 2014).

Su fórmula matemática no es más que la inversión inicial a realizar sobre la utilidad esperada. La interpretación y parámetros de aceptación de este indicador depende de las necesidades y expectativas de la empresa (Sapag et al., 2014).

3.3.4. Retorno sobre la inversión.

El retorno sobre la inversión (ROI, por sus siglas en inglés) o también denominado RSI en castellano, es importante a la hora de evaluar uno o diversos proyectos en una cartera debido a que consiste en la estimación del rendimiento de la inversión calculando el beneficio neto estimado sobre los activos totales de la empresa.

Aquí es importante resaltar que las estimaciones pueden variar según las proyecciones de las utilidades teniendo en cuenta cada método que tenga la compañía. Es tarea del gerente de proyecto acordar este tema con el patrocinador del proyecto.

3.4. Modelo de “Funnel and Filters”

El modelo de Filtros y Embudos, al traducirlo al castellano, consta de un embudo que simboliza el portafolio de proyectos participantes y diversos filtros que son las decisiones que se deben tomar con respecto a cada proyecto. A medida que una nueva idea de proyecto se inicia en la parte delantera del embudo, al pasar y llegar al final, se convierten en proyecto seleccionado para la cartera de proyectos (Kodukula, 2014).

De esta manera, los proyectos candidatos pueden convertirse en elegidos pasando por tres etapas:

3.4.1. Fase de iniciación

En esta etapa, se evalúa si el proyecto se vincula o no con la estrategia organizacional y posee argumentos sólidos de negocio. Además, se compara y se prioriza junto con las otras ideas de negocio o preproyectos que también se encuentran en esta fase.

Aquí hay un filtro que tiene como objetivo seleccionar los proyectos que no sean “dignos de inversión” y dar paso a los que están coherentemente asociados con la estrategia de la compañía para que sean desarrollados rápidamente, pasando de un “preproyecto” o proyecto informal a ser considerado proyecto formal (Kodukula, 2014).

3.4.2. Fase de desarrollo

Esta fase implica la ejecución del proyecto donde se aplican las fases genéricas de planificación, implementación y cierre, de manera que al final de esta fase el producto o servicio se lanza al mercado (Kodukula, 2014).

3.4.3. Fase de producción

Una vez finalizada la fase de desarrollo, el escenario está listo para lanzar el proyecto al mercado, ofrecerlo y comercializarlo: hacerlo real. En esta fase se materializan los objetivos del proyecto (Kodukula, 2014).

3.4.4. Filtros: Control de decisiones.

El filtro representa el proceso de decisión que está asociado con la gestión de cartera tanto en las fases de iniciación y desarrollo, con el fin de decidir si un proyecto es seleccionado o no, bajo los criterios “go/not go” y teniendo en cuenta los siguientes niveles (Kodukula, 2014):

- Nivel 1: Está basado en información preliminar del proyecto para eliminar los proyectos secundarios sin invertir recursos en ellos. Descartarlos directamente (Kodukula, 2014).
- Nivel 2: Los proyectos son analizados de acuerdo con sus propias características presentadas en la propuesta de proyecto. Se seleccionan proyectos significativamente acordes con la estrategia organizacional y las ventajas individuales (Kodukula, 2014).
- Nivel 3: Se evalúa cada proyecto por el mérito relativo y se compara con los demás proyectos candidatos (Kodukula, 2014).

3.5. Modelo de Gestión de Carteras-Bible & Bivins

El modelo propuesto por Bivins & Bible, 2015 consiste en seguir una serie de pasos que van desde la gestión estratégica que incluye la misión, visión y objetivos, hasta la evaluación del desempeño de los proyectos y la selección de la cartera óptima con su control de cambios, pasando por filtrado mediante criterios, análisis de escenarios e implementación de acciones correctivas.

El éxito de esta metodología es realizar rigurosamente las actividades propuestas en cada fase con el fin de completar cada una y continuar con la siguiente. Está basado en el PMI adaptándose en cada fase a un área específica como planeamiento estratégico, identificación y selección de proyectos y monitoreo y control. Las fases se muestran a continuación:

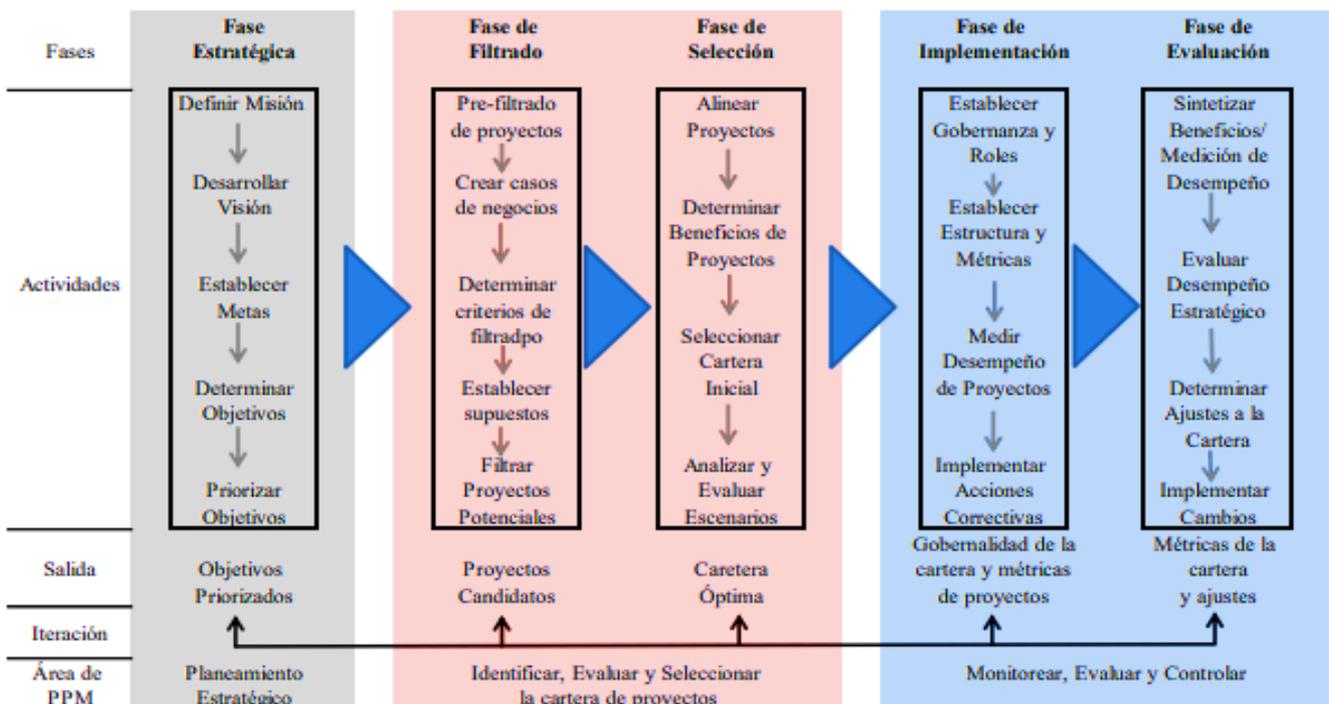


Gráfico 8 Modelo de gestión de cartera de proyectos PPM

Fuente: Mastering Project Portfolio Management (Bivins & Bible, 2015)

3.5.1. Fase estratégica

Esta fase consiste en relacionar todos los elementos estratégicos de la empresa o institución y articularlos con los factores externos que lo afectan, como lo son los cambios en el mercado, la competencia, el comportamiento de los consumidores, entre otros; con el fin de establecer propuestas para generar un portafolio con proyectos no solo estratégicos sino operacionales y exitosos (Bible & Bivins, 2011)

En consecuencia, se consiguen proyectos alineados con la compañía que pueden ser seleccionados por el impacto positivo en el plan estratégico cubriendo y cumpliendo con las siguientes áreas:

1. Alineación de la cartera con las metas estratégicas
2. Priorización y dote de recursos financieros
3. Disposición de capital humano
4. Medición del beneficio obtenido del proyecto
5. Estimación y administración del riesgo

Cuando lo anterior se realiza, se obtendrá el ordenamiento jerárquico de los objetivos de cada proyecto y su concordancia con la planeación estratégica de la empresa (Jiménez & Villalobos, 2016) citado por (Sanchez Hernández, 2017).

3.5.2. Fase de filtrado

El filtrado consiste en reducir los proyectos candidatos a aquellos que realmente aporten valor. En un proceso previo al filtrado se evalúan nuevamente los proyectos y sus características para disminuir el número de proyectos en uno más fácil de gestionar. Por ende, se establecen unos criterios básicos, generales y amplios para el prefiltrado en los que cabe la posibilidad de fusionar diversos proyectos que comparten temáticas, objetivos o son similares. Al final, en esta fase se obtienen los proyectos calificados como potenciales para continuar con la siguiente subfase de filtrado. (Jiménez & Villalobos, 2016) citado por (Sánchez Hernández, 2017)

En la etapa de selección de proyectos, es necesario establecer criterios más específicos y agruparlos por categorías, por ejemplo, pueden formarse grupos de proyectos preseleccionados según su naturaleza, su financiación, sus objetivos comunes, si son públicos o privados, sus costes, etcétera. Posteriormente, se crea un modelo de revisión con los criterios más importantes que serán definitivos a la hora de priorizar una cartera de proyectos.

Como lo propone Sanchez Hernández (2017) y Jiménez & Villalobos (2016) la alta dirección desempeña una función indispensable para la aprobación, validación de los criterios e inclusión de éstos en el plan estratégico. Los proyectos seleccionados tendrán un peso comparativo relevante para continuar a la siguiente etapa.

3.5.3. Fase de selección.

Ésta es probablemente la fase más compleja del modelo de gestión de carteras propuesto por (Bivins & Bible, 2015) dado que requiere un análisis riguroso, una gestión efectiva y eficaz de los objetivos, beneficios, riesgos y recursos. Todo ello sumado a la competencia de un mundo globalizado, los cambios en los precios del mercado, las nuevas tecnologías y el afán por salir al mercado a ganar clientes con alternativas novedosas, innovadoras y sostenibles en el tiempo.

Todos los proyectos entran en conflicto por los recursos y la financiación; y se debe indiscutiblemente, seleccionar aquellos que maximicen el valor de la empresa y sus beneficios para encontrar una cartera de proyectos óptima. Aquí pueden usarse herramientas estadísticas, juicios de valor o evaluación de escenarios (poco probable, probable, muy probable) para aumentar la probabilidad de éxito en la toma de decisiones y tener la posibilidad de compartir el riesgo a través de la diversificación de una cartera que incluya diversos mercados, inversores, áreas geográficas, entre otros (Sanchez Hernández, 2017).

3.5.4. Fase de implantación.

En esta fase se definen expectativas de los proyectos en la cartera y se verifica su rendimiento conjunto de manera que se mida el desempeño y rendimiento del portafolio con el propósito de identificar inconvenientes o errores para que éstos sean corregidos a través de acciones transversales a todo el portafolio. También se evalúa la concordancia con lo previsto en el plan estratégico (Sanchez Hernández, 2017).

Para ello, se utilizan dos grandes referentes a nivel de la gestión de proyectos como lo son el “Plan de Gestión de Cartera de proyectos (PPM, por sus siglas en inglés) y el Sistema de información de la gestión de portafolio de proyecto (PPMIS, por sus siglas en inglés). Dichos documentos guían el proceso de gestión de carteras de proyectos, la gobernanza, los principios, las funciones, los niveles de autoridad, las métricas y las herramientas adecuadas para el mencionado propósito (Jiménez & Villalobos, 2016) citado por (Sanchez Hernández, 2017).

3.5.5. Fase de evaluación.

Esta última fase incluye la valoración de todos los criterios que definen el portafolio y también “identifica las desviaciones con respecto al rendimiento esperado” (Sanchez Hernández, 2017)

Si bien una cartera de proyectos puede presentar variabilidad en sus componentes, es tarea del director de proyectos, establecer los ajustes necesarios y las acciones correctivas a tiempo. Es decir, en esta fase se puede reevaluar las alternativas, quitar o incluir algunas nuevas según los resultados de las metodologías de decisión utilizadas (Jiménez & Villalobos, 2016).

3.6. Matriz de Marco Lógico

La metodología de marco lógico es “una herramienta para facilitar el proceso de conceptualización, diseño, ejecución y evaluación de proyectos. Su énfasis está centrado en la orientación por objetivos, la orientación hacia grupos beneficiarios y el facilitar la participación y la comunicación entre las partes interesadas” (Ortegón et al., 2005).

Entre las características principales de la metodología del marco lógico se encuentra la posibilidad de ser utilizado en la evaluación de proyectos que incluye entre otras cosas, programa de inversiones, sistemas de gestión, presupuesto, indicadores, entre otros. De esta manera, el marco lógico es una herramienta que facilita el proceso de toma de decisiones, haciendo que éstas vayan en sintonía con la estrategia organizacional, además de ofrecer transparencia, monitoreo de indicadores y aseguramiento de la eficiencia de los proyectos de un portafolio (Australian Agency for International Development, 2003).

Su uso implica orden, coherencia, conocimiento y desagregación de problemas, soluciones y objetivos para cada proyecto que es evaluado.

La metodología de marco lógico es tan amplia que su aplicabilidad va desde la concepción del proyecto hasta la evaluación del mismo. Su finalidad se relaciona con la orientación hacia los objetivos y promueve la participación y comunicación de las partes interesadas o stakeholders.

Es importante resaltar que el enfoque de marco lógico implica una serie de análisis previos sobre los objetivos, los problemas, las causas, las soluciones y la estrategia. Producto de este análisis, surge la matriz de marco lógico, la cual no es más que un resumen de lo que será el proyecto, su evaluación y sus resultados (Ortegón et al., 2005).

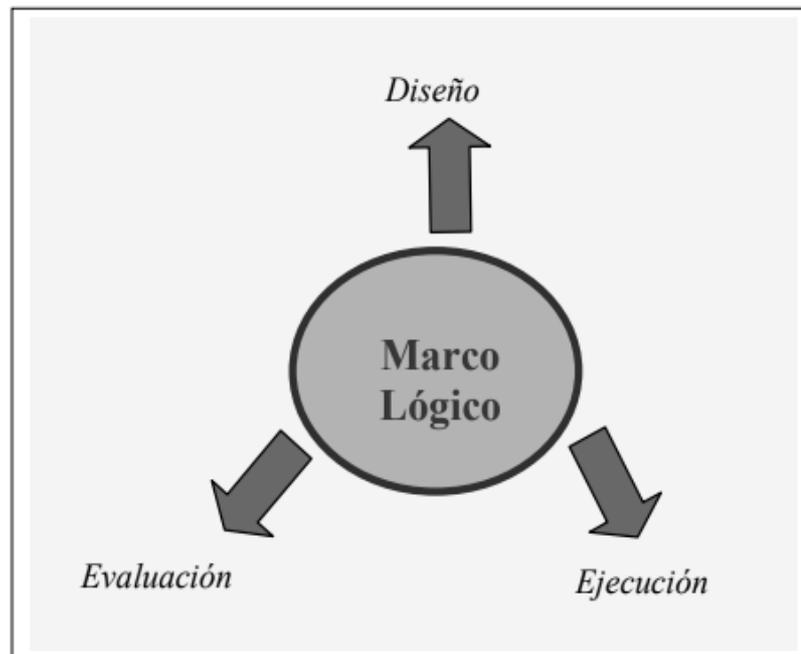


Gráfico 9 Marco Lógico

Fuente: Material docente curso de ILPES sobre “Marco Lógico, Seguimiento y Evaluación” (Plinio Montalban) citado por: (Ortegón et al., 2005).

La matriz de marco lógico se debe construir partiendo de arriba hacia abajo. En primer lugar, están definidos los objetivos producto de un análisis de árbol. Posteriormente se encuentran los componentes que permiten identificación de alternativas, las selecciones y el análisis de costos. En el siguiente rubro se encuentran los resultados, o las salidas de los proyectos y finalmente, las actividades (Ortegón et al., 2005).

Gráficamente se puede observar a continuación, el proceso de construcción desde un enfoque de marco lógico hacia la materialización de una matriz de marco lógico:

Tabla 3 Proceso de construcción de la matriz de marco lógico

Descripción del proyecto	Indicadores de Rendimiento	Verificaciones de medios	Supuestos
Objetivo: El impacto más amplio impacto en el desarrollo que el proyecto contribuye - a nivel nacional y sectorial a nivel nacional y sectorial.	Medidas de la medida en que en que una contribución sostenible al objetivo se ha realizado. Se utiliza durante la evaluación	Fuentes de información y métodos utilizados para recogerla y comunicarla	
Objetivo: El desarrollo resultado esperado al final del proyecto. Todos los componentes de componentes contribuirán a éste	Las condiciones al final del proyecto indicando cual propósito ha sido y que los beneficios son sostenibles. Se utiliza para finalización del proyecto y evaluación.	Fuentes de información y métodos utilizados para recogerla y comunicarla.	Supuestos sobre la relación entre el propósito y el objetivo.
Objetivos del componente: El resultado esperado de la producción de cada de cada componente.	Medidas de la medida en que medida en que los objetivos del componente y conducen a beneficios sostenibles. Utilizado durante la revisión y evaluación.	Fuentes de información y métodos utilizados para recogerla y comunicarla.	Supuestos relativos al componente objetivo/proósito o vinculación.
Resultados: Los resultados directos medibles (bienes y servicios) del proyecto que están en gran medida bajo la gestión y control del proyecto	Medidas de la cantidad y calidad de resultados y los plazos de entrega. Se utiliza durante el seguimiento y la revisión.	Fuentes de información y métodos utilizados para recogerla y comunicarla.	Supuestos relativos al producto/compo nente vinculación objetiva
Actividades: Las tareas realizadas para ejecutar el proyecto y entregar los resultados identificados.	Ejecución/trabajo de objetivos del programa. Utilizado durante el seguimiento.	Fuentes de información y métodos utilizados para recogerla y comunicarla.	Supuestos relativos a la relación actividad/producto.

Fuente: (Escobar, 2005)

3.7. Otros modelos de selección de proyectos de I+D en la literatura

Los gestores de proyectos y programas de I+D tienen una gran responsabilidad en elaborar la combinación más adecuada de los proyectos en un portafolio con el fin de hacer uso óptimo de los recursos disponibles, cumplir los objetivos estratégicos de la empresa y las necesidades de los consumidores (Bitman & Sharif, 2008). La clasificación y priorización de estos proyectos es una tarea fundamental para mejorar la competitividad, por lo tanto, una perspectiva amplia de los diversos modelos de selección de proyectos es una herramienta importante para facilitarles el proceso de toma de decisiones.

El uso de diversos modelos con diferentes criterios de decisión permite que los gerentes de proyectos tengan mayor éxito en la configuración de la cartera, considerando al mismo tiempo varias variables de selección que intervienen en el proceso. Como se observó en los estudios anteriormente mencionados y en este cuadro en el que se sintetizan algunas metodologías, la mayoría de ellos utilizan múltiples criterios que se organizan jerárquicamente y que luego son incluidos en un modelo:

Método	Bibliografía	Año	Descripción	Clasificación del Modelo
Análisis Multicriterio	Merrifield " <i>Constraint Analysis for assessment of business risks</i> " Technol. Manage..., vol.1, pp 42-53, 1994	1994	Modelo enfocado al ajuste de proyectos de I+D al mercado con criterios relacionados con crecimiento, retorno de inversión y competencia	Scoring aditivo
AHP	M.S. Brenner " <i>Practical R&D project prioritization</i> " Technol. Manage..., vol.37 n°5, pp 38-42, 1994	1994	Aplicación de modelo analítico jerárquico desde las perspectivas de competencia, empresa, productos, estrategia y clientes	Proceso de análisis jerárquico
Análisis Multicriterio	A.D Henriksen and A. J. Traynor, " <i>A practical R&D project scoring tool</i> " IEEE Trans. Eng. Manage., vol.46 n°2, pp. 158-170, 1999	1999	Se hace un análisis comparativo de los criterios con pesos con otros criterios desde las perspectivas relevancia, riesgo, razonabilidad y retorno.	Scoring con pesos
Matriz de análisis gráfico	J.H. Mikkola, " <i>Portfolio management of R&D projects: Implications for innovation management</i> ", 2001	2001	Modelo en el que utilizan matriz gráfica que se divide en 4 cuadrantes, teniendo en cuenta la relación entre la ventaja competitiva y los beneficios del cliente.	Matriz de Boston Consulting Group
Análisis Multicriterio	Osawa and Murukami, " <i>Development and application of a new methodology of evaluating industrial R&D projects</i> " R&D Manage..., vol.32, n°1, pp. 79-85, 2002	2002	Utiliza criterios con pesos como la importancia estratégica, la probabilidad o riesgo, las ventas, la rentabilidad y la eficiencia	Scoring Aditivo con pesos

AHP	Reisinger Gravens and Tell, " <i>Prioritizing performance measures within the balanced scorecards framework</i> " Manage. Int. Review, vol. 43, n°4, pp. 429-437, 2003	2003	Utiliza criterios con peso desde las perspectivas finanzas, clientes, excelencia operacional y crecimiento para desarrollar AHP orientado a medir resultados de I+D con Scorecard	Proceso de análisis jerárquico con Balance Scorecard
DEA	H. Eilat, B. Golay and A. Shutb, " <i>Constructing and evaluating balance portfolios of R&D projects with interactions: A DEA based methodology</i> " Eur. J. Oper. Res., vol.172, n°3, pp. 1018-1036, 2006	2006	Análisis envolvente de datos con criterios con peso como eficiencia, efectividad y balance	DEA con Balance Scorecard
Matriz Marco Lógico	E. Ortegón, J.F. Pacheco and A. Prieto, " <i>Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas</i> " Naciones Unidas, CEPAL, Rev. Serie Manuales n°42	2005	Utiliza MML e la planificación de la cartera de proyectos para cuatro funciones básicas de planificación: prospectiva o visión de largo plazo, coordinación, evaluación y concertación estratégica. También se tiene en cuenta tres niveles: estratégico, programático y operativo	MML
Bible & Bivins y PMI	Bible & Bivins, " <i>Mastering Project Portfolio Management: A Systems Approach to Achieving Strategic Objectives</i> ", J.ROSS Publishing, ed.1, 2011	2011	Se analiza la cartera de proyecto a través de una serie de fases: estratégica, filtrado, selección, implantación y evaluación donde se establecen criterios básicos	Bible & Bivins

Fuente: Adaptado de (Bitman & Sharif, 2008; Salazar, 2020)

Es importante resaltar que los criterios usados en los modelos son de tipo cualitativo y cuantitativo, en el que intervienen factores económicos. Dichos factores, como lo son las ventas, los beneficios, la rentabilidad etc.; si bien son indispensables para el funcionamiento y análisis de la selección del portafolio, es necesario incluir otro tipo de criterios cualitativos de la ventaja competitiva y los componentes de la tecnología como lo son las herramientas, las habilidades, la información y los métodos para llevar a cabo, de una mejor manera, la gestión tecnológica y de innovación (Bitman & Sharif, 2008)

Asimismo, el uso de un método estandarizado para evaluar y seleccionar proyectos provee al equipo de trabajo transparencia, objetividad y responsabilidad en las decisiones con el fin de hacer una administración efectiva de la documentación para que los inversionistas o ingenieros de proyectos conozcan las falencias de sus proyectos y cuando soliciten una explicación de por qué sus propuestas no fueron seleccionadas, se pueda tener un informe detallado de la clasificación (Bitman & Sharif, 2008).

3.8. Criterios de selección de proyectos de I+D en la literatura

El proceso de evaluación y selección de proyectos, así como las herramientas y metodologías utilizadas para la priorización de ellos, deben estar alineados estratégicamente con los objetivos de cada proyecto en sí mismo y por supuesto, con los objetivos organizacionales de la empresa. Es decir, debe existir equilibrio entre la planificación, selección y la ejecución del proyecto. Para ello es necesario establecer las bases sobre las cuales se van a evaluar dichos proyectos. Se debe tener en cuenta que, dado que es necesario abarcar grandes superficies temáticas y por la naturaleza holística del proceso de evaluación, es recomendable que se traten de lo más general a lo más particular para que el proceso de decisión sea certero y completo.

Además de sintetizar los modelos de selección de proyectos aplicables a la I+D, (Bitman & Sharif, 2008) también exponen y organizan los criterios de selección utilizados en la literatura con su respectiva perspectiva teniendo en cuenta el objetivo principal de sostener la ventaja competitiva en los procesos de I+D. Los criterios consideran diversos ámbitos como el social, siendo complejo evaluarlos objetivamente dado que considera la ética o la moral de los proyectos, sin embargo, el enfoque principal es el desenvolvimiento de los proyectos de I+D (Salazar, 2020).

Método	Bibliografía	Perspectiva	Criterios
Análisis Multicriterio	Merrifield "Constraint Analysis for assessment of business risks" Technol. Maganage..., vol.1, pp 42-53, 1994	Atractivo	Potencial de beneficios Crecimiento Competidores Riesgo Reestructuración Política Social
		Ajuste al negocio	Capital Disponible Fabricación Mercadeo Técnica Acceso Campeón
AHP	M.S. Brenner "Practical R&D project prioritization" Technol. Manage..., vol.37 n°5, pp 38-42, 1994	Estratégico	Regímenes Significado
		Clientes	Ventas Beneficios Tamaño Crecimiento
		Producto	Ventaja Plataforma Vida
		Empresa	Técnica Comercial
		Competencia	Capacidades Competidores Intento

Análisis Multicriterio	A.D Henriksen and A. J. Traynor, "A practical R&D project scoring tool" IEEE Trans. Eng. Manage., vol.46 n°2, pp. 158-170, 1999	Relevancia	Relevancia
		Riesgo	Riesgo
		Razonabilidad	Razonabilidad
		Retorno	Retorno de la investigación básica Negocio programático Retorno de negocio
Matriz de análisis gráfico	J.H. Mikkola, "Portfolio management of R&D projects: Implications for innovation management", 2001	Ventaja competitiva	Beneficios del cliente
Análisis Multicriterio	Osawa and Murukami, "Development and application of a new methodology of evaluating industrial R&D projects" R&D Manage., vol.32, n°1, pp. 79-85, 2002	Importancia estratégica	Importancia estratégica
		Probabilidad	Probabilidad
		Ventas	Ventas
		Utilidad	Utilidad
		Eficiencia	Eficiencia
AHP	Reisinger Gravens and Tell, "Prioritizing performance measures within the balanced scorecards framework" Manage. Int. Review, vol. 43, n°4, pp. 429-437, 2003	Finanzas	Rentabilidad Liquidez Independencia
		Clientes	Clientes Clientes internos Socios
		Excelencia operacional	Valor agregado Procesos internos Cultura de calidad
		Crecimiento	Crecimiento de I+D Ventas Mercadeo
		Financiación	Rentabilidad Ventas
		Clientes	Calidad Cuota de mercado
		Procesos internos	Costo Utilidad
		Innovación	Probabilidad de Éxito
DEA	H. Eilat, B. Golay and A. Shutb, "Constructing and evaluating balance portfolios of R&D projects with interactions: A DEA based methodology" Eur. J. Oper. Res., vol.172, n°3, pp. 1018-1036, 2006	Eficiencia	Eficiencia
		Efectividad	Efectividad
		Equilibrio	Equilibrio

Fuente: Adaptado de (Bitman & Sharif, 2008)

Por su parte (Wang et al., 2005) tienen en cuenta las múltiples características de los proyectos y los agrupa en criterios principales que a su vez se dividen en subcriterios con el fin de estandarizar el proceso de evaluación y selección de proyectos de I+D en diversos campos y aplicaciones. Incluso se incluyen aspectos importantes para la financiación de los proyectos y sus beneficios a nivel país. En la siguiente tabla se pueden evidenciar detalladamente:

Tabla 4 Criterios y subcriterios en la literatura

Criterio	Subcriterio
Contribución a la economía nacional	Coincide con 10 direcciones de desarrollo nacional Misión de importancia Influencia a la economía nacional Influencia política Beneficios económicos anuales
Beneficios económicos directos	Beneficio anual por inversión unitaria Porcentaje de reducción de costos Mejora de la productividad laboral Mejora de la calidad del producto Periodo de recuperación (total invertido/beneficio neto anual) Utilización de activos fijos anteriores (valor de lo previo/valor total)
Nivel de creatividad y avance	Creatividad en la imitación de trabajo o iniciación en trabajos pioneros Nivel avanzado con estándar mundial Dificultad del tema
Documentación del trabajo en I+	Contribución teórica a la ciencia Contribución técnica a los mismos temas Expertos evalúan (aprobación pública por expertos) Clasificación de la publicación de la revista Citación internacional Contribución de usuarios Documentación del trabajo en I+D
Mejora de la técnica	Comparación con estándar internacional Nivel de Autocontrol Conveniencia de operación Facilidad del mantenimiento Confiabilidad Mejora de la vida útil del servicio Mejora promedio de medidas técnicas

Energía y material ahorrado	Porcentaje de uso de energía disminuido por unidad Porcentaje de materia prima guardada Costo ahorrado en materiales preciosos o escasos
Beneficios económicos indirectos	Beneficios indirectos a otras industrias Moneda extranjera guardada
Impactos sociales	Porcentaje de mejora en la protección del medio ambiente Beneficio para el equilibrio económico Prevención y cura de desastres naturales Relación de reducción del ruido Reciclaje de los 3 gastos (gas, agua y sólidos) Prevención y cura de enfermedades ocupacionales Seguridad en el trabajo diseminado a otros campos
Capacidad de propagación	Alcance de la aplicación Habilidad de extensión en mercado nacional Influencia internacional en círculos académicos o industrial Capacidad de exportación de producto Abundante material
Eficiencia del proyecto de I+D	Porcentaje de tiempo de desarrollo ahorrado Porcentaje de gastos ahorrados Cooperación e integridad moral Beneficios del proyecto (beneficios económicos totales /tamaño del equipo)

Fuente: Adaptado de (Wang et al., 2005) en (Salazar, 2020).

Como se observa en las dos tablas anteriores, si bien priman los criterios económicos, como las rentabilidades, las cuotas de mercado, que son necesarios para evaluar y seleccionar proyectos de I+D, también se tienen en cuenta criterios técnicos, más avanzados, como la innovación, el impacto a los consumidores, entre otros; y criterios cualitativos que generalmente se convierten a numéricos a través de probabilidades de ocurrencia, riesgo o indicadores. De esta manera, es recomendable a la hora de evaluar un proyecto de I+D, que los criterios de selección sean acordes con las necesidades y objetivos organizacionales de la organización para que la gestión del portafolio sea exitosa.

4. ESTRATEGIAS DE PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS DE I+D+I: CÓMO DECIDIR EN QUÉ TRABAJAR Y EN QUÉ ORDEN

Cuando se trata de proyectos de tecnología, investigación, innovación y desarrollo, suele existir una extensa lista de tareas pendientes, todas las cuales parecen importantes y consideradas urgentes por las partes interesadas. Sin el tiempo o los recursos para abordarlas todas a la vez, es indispensable establecer cuáles de ellas son inaplazables y ordenarlas de acuerdo con el tiempo, los recursos disponibles o cualquier otro factor que sea importante para el proyecto a través de la priorización de las tareas. La priorización efectiva puede ayudar a los equipos de Gestión Tecnológica con la administración del tiempo, y a su vez, permitir que todos los miembros del equipo trabajen de manera más eficiente, garantizando que se aborden primero los proyectos más críticos (Seclen, 2019).

En este orden de ideas, el proceso de priorización de tareas en cualquier proyecto, y específicamente en proyectos de ciclo de vida cortos o salida rápida al mercado, no es un proceso completamente fácil. Teniendo en cuenta que hay muchas partes diferentes involucradas, todas las cuales pueden tener opiniones distintas y opuestas sobre cómo deben manejarse los proyectos, puede ser frustrante e ineficiente tratar de priorizarlos. Sin embargo, a través de la implementación de algunas estrategias y herramientas que faciliten no solo la toma de decisiones sino también el conocimiento, el orden y la evaluación para facilitar la selección de los proyectos mediante un sistema de priorización, puede hacer que esta tarea sea más eficiente y efectiva (Seclen, 2019).

4.1. Estrategias para priorizar proyectos

Algunos aspectos necesarios y que se deben considerar en la organización, empresa o proyecto como pilar fundamental del sistema de priorización de proyectos incluye: Evaluación de proyectos con planificación de nivel estratégico en mente (Seclen, 2019).

Antes de establecer prioridades, es importante dedicar tiempo a recopilar toda la información que el equipo de trabajo, el patrocinador e inversionista y las partes interesadas necesitan para ordenar los proyectos de manera eficaz. Una parte de esa recopilación de información debe implicar trabajar con el equipo de liderazgo y obtener una comprensión profunda de la visión general de la empresa, la dirección que la empresa planea tomar y el cronograma de cualquier cambio importante (Seclen, 2019).

Para comprender mejor estos problemas, es apremiante considerar la posibilidad de que todos los gerentes de proyecto participen en la planificación de la organización a nivel estratégico. Que sean incluidos y puedan dar su punto de vista desde su experiencia, su conocimiento y pensamiento profesional sobre cada uno de los proyectos. Al comprender mejor y tener en cuenta la planificación a nivel estratégico de la empresa, el equipo de trabajo estará inmerso directamente en una ruta hacia el objetivo organizacional y también estará mejor posicionado y contando con las herramientas necesarias para priorizar los proyectos correctamente (Martinez G, 2006).

- **Identificar qué factores están motivando cada proyecto**

Del mismo modo, como parte de la recopilación de información, es útil comprender qué factores están motivando cada proyecto. Por ejemplo, ¿un proyecto se enfoca en obtener una ventaja competitiva, un beneficio financiero, una mejora de procesos, regulaciones legales o tributarias o a mejorar la calidad, reducir riesgos o hacer crecer el negocio? Comprender qué factores están motivando cada proyecto es información importante que se debe tener en consideración antes de ordenar proyectos (Martínez G, 2006)

- **Identificar problemas que puedan afectar el proyecto**

Otro componente en el que es crucial pensar es en cualquier hecho o acción que pueda afectar la fase de terminación y finalización del proyecto. Por ejemplo, ¿se tiene un proyecto que solo se puede terminar una vez que otro equipo completa una tarea? ¿O uno que depende o está total o parcialmente afectado por factores externos, que están fuera del control de la empresa? Si es así, es importante identificar esos problemas para que se evalúen y controlen y así, decidir qué proyectos emprender primero (García, 2016)

- **Creación de una matriz basada en criterios**

Una vez que se haya reunido y verificado la información sobre los proyectos, una estrategia valiosa y práctica es crear un sistema objetivo para sopesar y evaluar proyectos. La creación de una matriz basada en criterios es una forma eficaz de evaluar proyectos y de construir un modelo que se pueda usar repetidamente. Si lo anterior se realiza de manera rigurosa, el equipo podrá calificar cada proyecto según los criterios establecidos, lo que proporcionará un sistema objetivo y basado en datos para priorizar las tareas (López, 2008).

- **Compartir la lista de prioridades con el equipo de dirección y liderazgo**

Una vez que se haya creado una lista que priorice los proyectos, es importante compartir la lista con la alta dirección y el equipo de liderazgo antes de comenzar a trabajar. Además de compartir esta lista, también es útil revisar la matriz con las partes interesadas para que haya transparencia sobre cómo se clasificaron los proyectos. Hacer esto asegura que todas las partes estén en sintonía sobre a qué proyectos se les dará prioridad y ayuda a establecer expectativas claras. Además, ofrece otra oportunidad de realimentación y aportes antes de que el plan establecido se ponga en práctica (Másmela, 2014).

- **Creación y uso eficaz de una matriz basada en criterios para priorizar proyectos**

Si bien la recopilación e intercambio de información es una parte esencial del proceso, la creación y utilización de una matriz basada en criterios es quizás la forma más importante de garantizar que la priorización se realice de manera estratégica, objetiva y efectiva. Para desarrollar la matriz, es necesario involucrar a todas las partes interesadas del proyecto (Álvarez, 2017).

Con estos interesados en la mesa, el primer paso es establecer los criterios a utilizar para juzgar los proyectos. Estos criterios serán específicos de cada organización y deben adaptarse específicamente a las prioridades y necesidades de la organización. Sin embargo, al elaborar estos criterios, es importante asegurarse de que sean factores que se puedan medir de forma objetiva y sencilla (Hope, 2012).

- **Dejar que los datos dirijan el proceso**

Cuando se realizan reuniones con un equipo para priorizar proyectos, se debe asegurar de tener de forma accesible y de fácil comprensión, toda la información y los datos necesarios para facilitar la toma de decisiones. El uso de datos para ayudar a enmarcar los problemas y el impacto que tendrán los proyectos puede reducir la medida en que las opiniones y los "sentimientos viscerales" impulsan o son distracciones durante el proceso (PMI, 2017).

- **Ser coherente con los criterios utilizados**

Otra forma de reducir el impacto de las opiniones y deseos individuales es ser coherente con los criterios utilizados en la matriz de planificación. Esto asegura que las prioridades organizacionales estén en el centro del proceso, a diferencia de los deseos departamentales o la opinión sin fundamento de un individuo sobre cómo deben abordarse los proyectos (García, 2016).

- **Unificar todas las acciones en torno a las metas**

Otra forma de garantizar que el proceso de priorización se centre en los problemas correctos es asegurarse de que todas las partes involucradas estén de acuerdo y unidas en torno a los mismos objetivos organizacionales. Unificar en torno a los mismos objetivos de alto nivel antes de comenzar la tarea de priorización ayudará a que el proceso sea más enfocado y efectivo (García, 2016).

- **Priorizar con un marco de tiempo específico en mente**

Al trabajar con equipos para priorizar proyectos, es útil especificar un marco de tiempo. Dar prioridad a los proyectos de I+D+i no es fácil ni rápido, pero es un paso importante para garantizar que los equipos de gestión tecnológica e innovación tengan éxito. Tomarse el tiempo para pasar por este proceso ayuda a garantizar que el equipo tenga la información necesaria para priorizar las tareas y que el equipo esté asumiendo los proyectos más importantes primero (Seclen, 2019).

Además, ayuda a establecer una comunicación en toda la organización, expectativas claras y transparencia sobre cómo se clasifican los proyectos. Si la organización o el portafolio de proyectos, aún no tiene un sistema para priorizarlos, es indispensable establecer comunicación efectiva entre las partes interesadas y el equipo de liderazgo lo antes posible, para crear uno que se pueda usar de manera consistente para priorizar proyectos (Kendall, 2005).

5. METODOLOGÍA PARA LA PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS DE I+D+I.

Para esta sección se eligió una metodología de proceso de análisis jerárquico que es explicada detalladamente.

Además, se realizan propuestas de mejora sobre dicha metodología que incluye conocimiento y aplicaciones de otros modelos tratados en la búsqueda bibliográfica del presente trabajo como lo es la metodología del marco lógico, el modelo de análisis gráfico y de filtros y embudos, con la intención de enriquecer la investigación y aplicar conocimientos obtenidos en la titulación para la que es realizado este trabajo. Asimismo, se proponen diagramas de flujo para la comprensión visual en cada fase y finalmente se adaptan y recopilan una serie de criterios a evaluar de acuerdo con investigaciones realizadas anteriormente.

5.1. Metodología AHP basada en el valor percibido por el cliente y el potencial tecnológico

En la metodología propuesta por Lee et al. (2017), el proceso de evaluación consta de cinco pasos, en el primer paso, se hace un análisis de contexto en el que se tienen en cuenta las necesidades y expectativas. Según los resultados del análisis en el paso anterior y una rica revisión de la literatura, en el segundo paso se selecciona el enfoque de evaluación más apropiado. En el tercer y cuarto paso, se desarrolla un modelo de evaluación para la selección de proyectos de I + D, se valida su viabilidad y se diseña un proceso de evaluación. Finalmente, un sistema prototipo para apoyar el proceso de evaluación se diseña en la quinta fase (Cadenilla, 2005; Lee et al., 2017)

La metodología se tratará básicamente de las siguientes actividades propuestas en la tabla a modo de resumen, cada una de ellas, con tareas específicas y customizadas según el portafolio de la cartera. Los procedimientos detallados se explican en la sección siguiente.

Tabla 5 Resumen de Metodología para priorizar proyectos I+D

Actividades	
Fase 1	Creación de formulario de solicitud de información preliminar del proyecto
Fase 2	Filtro de coherencia estratégica, elegir enfoque de evaluación y agrupar proyectos candidatos
Fase 3	Establecer perspectivas, criterios y los pesos de evaluación Difundir los criterios y establecer forma de obtener información exacta de participantes
Fase 4	Evaluación y selección por pares
Fase 5	Sistema de apoyo de evaluación para tomar decisiones

Fuente: Elaboración propia con base en (Lee et al., 2017)

Fase 1. Analizar el contexto de la evaluación de proyectos de I + D

Esta fase trata sobre el análisis de contexto en el que se realiza la evaluación del proyecto. Las características de las tecnologías a las que se dirigen se deben comprender en los proyectos candidatos de I + D, así como también la estimación de todos los recursos disponibles para la evaluación.

Para ello, es necesario conocer qué tipo de información se solicitará a los proyectos participantes para que sea menos complejo el tratamiento de datos, por ende, es indispensable que la información básica de los proyectos esté estandarizada, sea fácil de tratar, entender, enviar y clasificar para que sea diligenciada por los candidatos. A su vez, se trata de utilizar las herramientas de las TICs para definir un prototipo de información que sirva para proyectos de I+D en sus objetivos más amplios de acuerdo con el contexto de los mismos. A continuación, se muestra el diagrama de flujo que se sigue en esta fase:

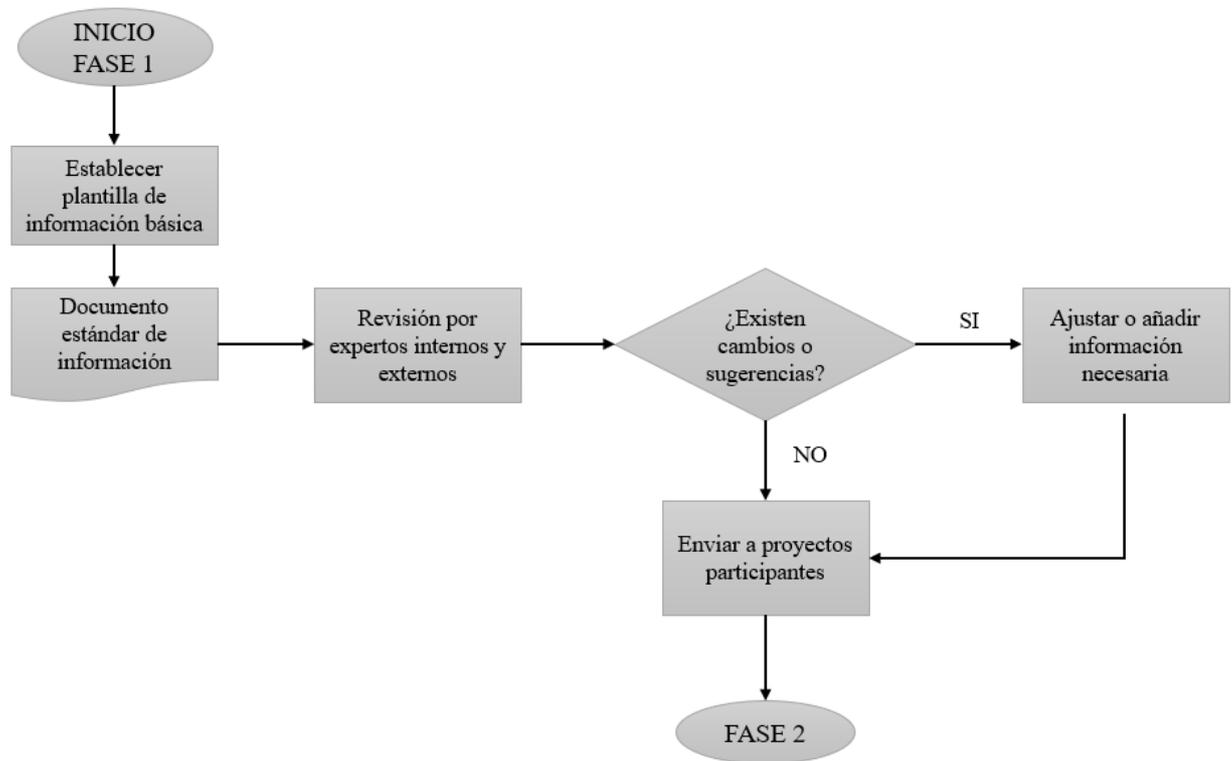


Gráfico 10 Diagrama de Flujo de la fase 1 de metodología de evaluación de proyectos de I+D

Fuente: Elaboración propia

En esta fase, la idea central es realizar un formato estándar de solicitud de información que es creado, probado, evaluado y aprobado por miembros del equipo de trabajo, expertos en evaluación de proyectos, empleados de la empresa, evaluadores externos, entre otros, de manera que se forme un equipo interdisciplinar con el fin de que el formato de información sea amplio, pero al mismo tiempo conciso.

Fase 2. Selección de un enfoque de evaluación adecuado, primer filtrado y agrupación de proyectos

Para seleccionar el enfoque según el contexto se debe tener en cuenta los siguientes elementos clave con el fin de que sea el más apropiado para la tecnología (Lee et al., 2017):

- Modelo de evaluación: modelos financieros, modelos de scoring, etc.
- Participantes: paneles de expertos internos, paneles de expertos externos, clientes, etc.
- Tipo de datos para la evaluación: datos cuantitativos, datos cualitativos, etc.
- Métodos de evaluación: valor absoluto, valor relativo, lista de verificación, puntuación guiada, etc.

Aquí es posible plantearse si se adapta mejor un análisis de alternativa a través de puntuación, de la naturaleza o ciclo de vida de los productos o servicios dentro del portafolio de proyectos. Se puede usar el valor percibido por el cliente, o modelos financieros dependiente de la etapa y la madurez de los proyectos de tecnología.

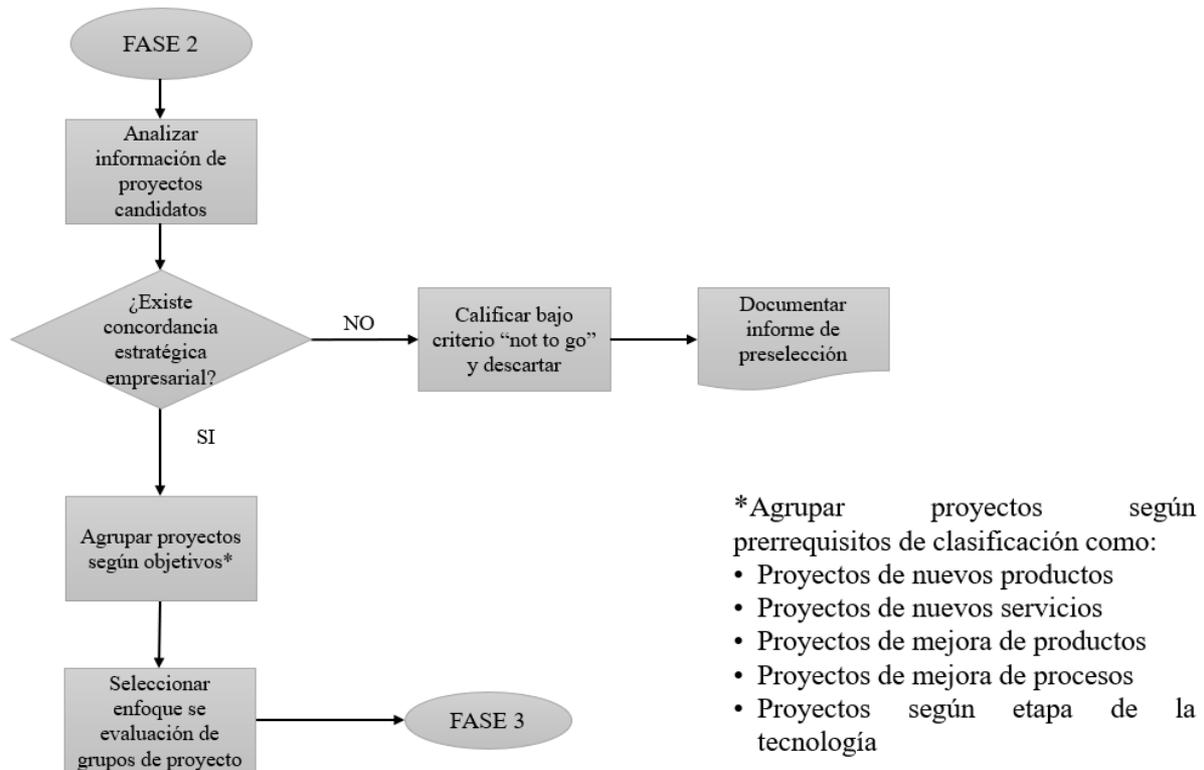


Gráfico 11 Diagrama de Flujo de la fase 2 de metodología de evaluación de proyectos de I+D

Fuente: Elaboración propia

En esta fase, como se evidencia claramente en el gráfico anterior, es necesario evaluar el nivel de concordancia y afinidad con los objetivos estratégicos de la empresa y realizar un primer filtro de proyectos, los cuales se etiquetan con “no go” (o “no ir”) aquellos proyectos que no compartan estratégicamente objetivos con la empresa o bien, con los intereses del portafolio. Durante este proceso, se recomienda documentar las razones y argumentos sobre los cuales se descartaron dichos proyectos con el fin de generar futuros aprendizajes internos, es decir, para la equipo de trabajo o la empresa, como en el caso de los formatos de solicitud de información, los cuales pueden ser más específicos para facilitar la decisión; así como también para los candidatos participantes, ya sean internos como colaboradores externos, como clientes o propuestas independientes de manera que tengan una respuesta sólida, clara y justa que demuestre la transparencia de proceso de evaluación y puedan contar con un informe de preselección para que puedan corregir detalles o cambiar aspectos importantes del proyecto para una futura evaluación.

Siguiente a ello, se deben agrupar los proyectos de acuerdo con el enfoque de evaluación, pero también teniendo en cuenta sus objetivos. Por ejemplo, pueden agruparse los proyectos que prestan un servicio relacionado con la I+D, otros que incluyan una mejora de procesos, otros con la creación y fabricación de nuevas tecnologías e innovaciones radicales, o se pueden clasificar según la etapa de la tecnología. Es importante formar grupos para luego establecer el enfoque de evaluación, teniendo en cuenta que hay aspectos cualitativos y cuantitativos a tratar y, por ende, requieren enfoques de evaluación diferenciados o integrados.

Fase 3. Desarrollar y validar un modelo de evaluación

En la propuesta metodológica de Lee et al. (2017) se utilizan perspectivas, criterios y dimensiones para la evaluación de proyectos teniendo en cuenta las siguientes dimensiones:

- Dimensión 1: Ajuste tecnológico.
- Dimensión 2: Potencial tecnológico.
- Dimensión 3: Encaje corporativo.
- Dimensión 4: Mercado potencial.

A cada dimensión le corresponde una serie de criterios que pueden ser medidos interna o externamente, como se demuestra en la siguiente matriz:

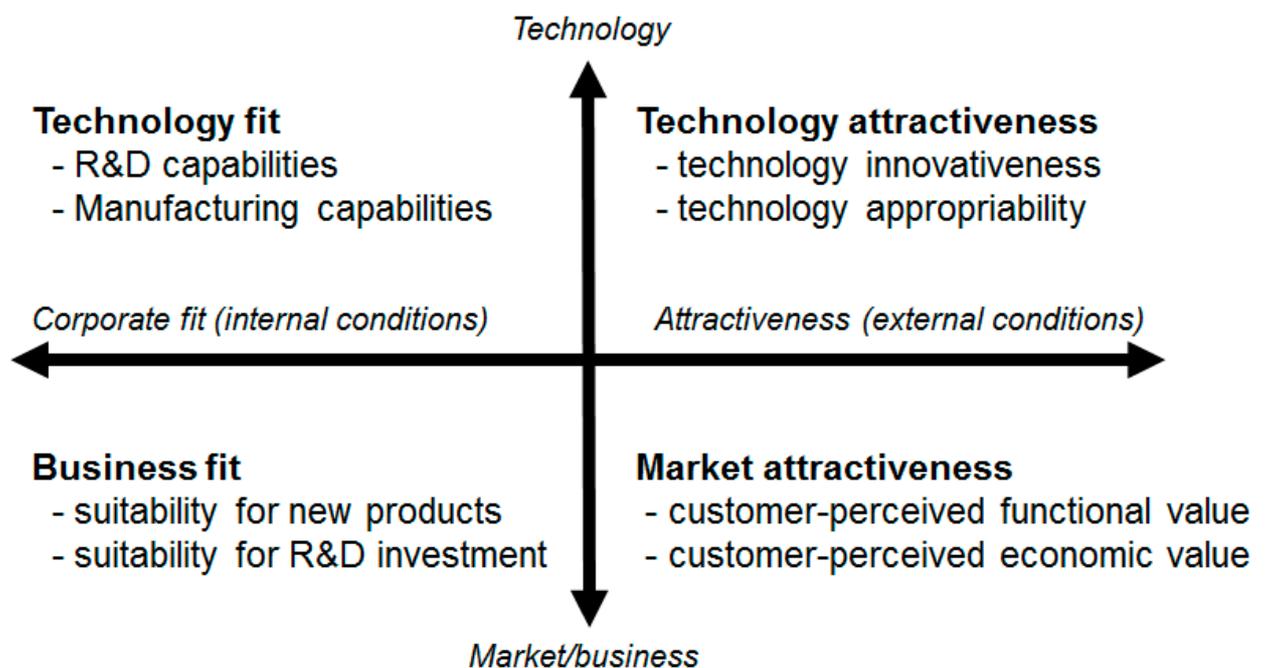


Gráfico 12 Matriz de perspectivas y criterios de evaluación

Fuente: Tomada de (Lee et al., 2017)

Lo anterior, se realiza para organizar los criterios y asignar su nivel de impacto a través de un modelo AHP. Éste, introducido por (Saaty, 2014), es un sistema multicriterio con enfoque de toma de decisiones que se aplica ampliamente en el cálculo del peso de diferentes criterios para que cambie el análisis cualitativo complejo en un análisis cuantitativo simple y transparente.

Finalmente, se debe probar la viabilidad del modelo de selección de proyectos de I + D sugerido. En este caso, se puede emplear un panel de expertos o bien un análisis del árbol o la utilización de la metodología de marco lógico para la desagregación de los proyectos, riesgos, características y criterios (Lee et al., 2017).

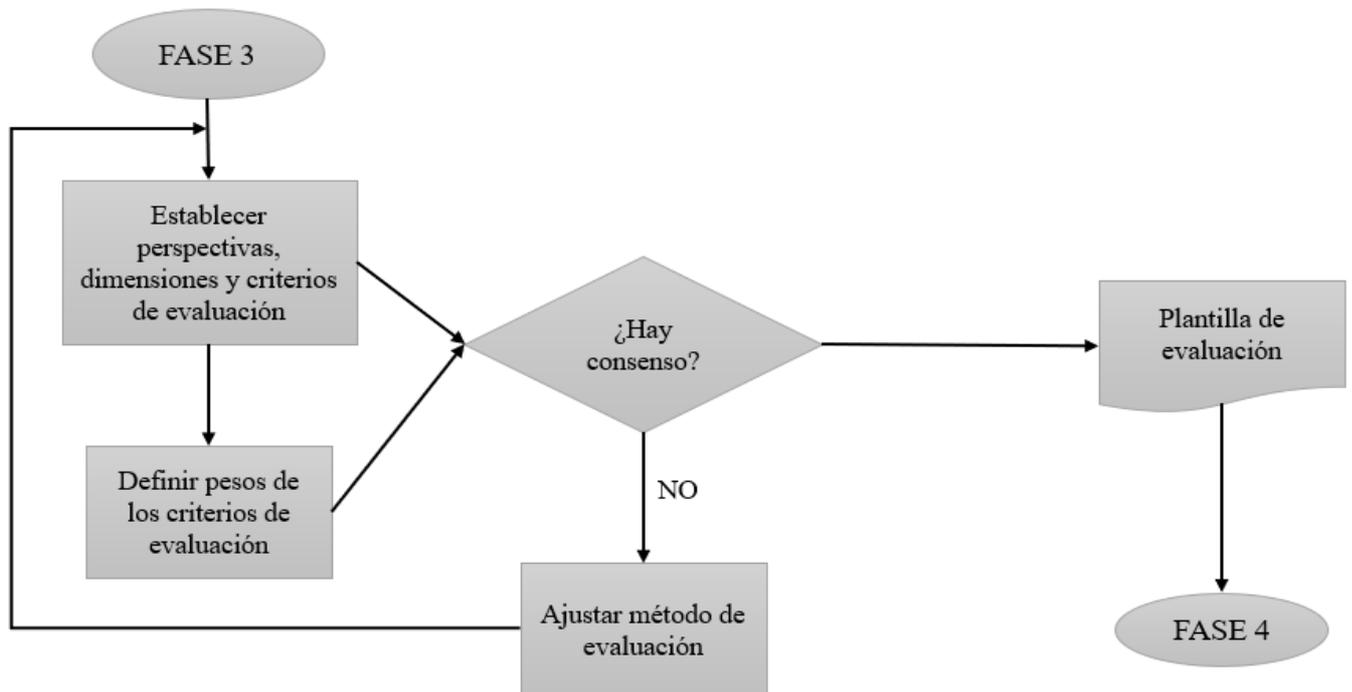


Gráfico 13 Diagrama de Flujo de la fase 3 de metodología de evaluación de proyectos de I+D

Fuente: Elaboración propia

En síntesis, en esta fase se realizan dos actividades importantes (ver gráfico): establecer criterios de evaluación según las perspectivas y dimensiones y estimar los pesos para la evaluación bajo un modelo multicriterio AHP. El documento que sale de esta fase es la planilla sintetizada de evaluación en la que se encuentran los criterios (con sus pesos determinados de manera oculta para los pares evaluadores con el fin de asegurar transparencia y responsabilidad en el tratamiento de datos) que, una vez más, se sugiere que sea digital haciendo uso de alguna herramienta de tratamiento de datos que ofrece las nuevas tecnologías de información.

Fase 4. Desarrollar el proceso de evaluación

Esta fase corresponde al proceso de evaluación en su esencia, que se evidencia a continuación en el diagrama de flujo, en el que al final de dicho proceso de evaluación, se obtienen los proyectos priorizados para un portafolio de acuerdo con los criterios mínimos o los límites de mínimo viable para que sean parte de la cartera y así poder filtrar hasta la etapa de selección aquellos proyectos que hagan la cartera óptima (Lee et al., 2017).

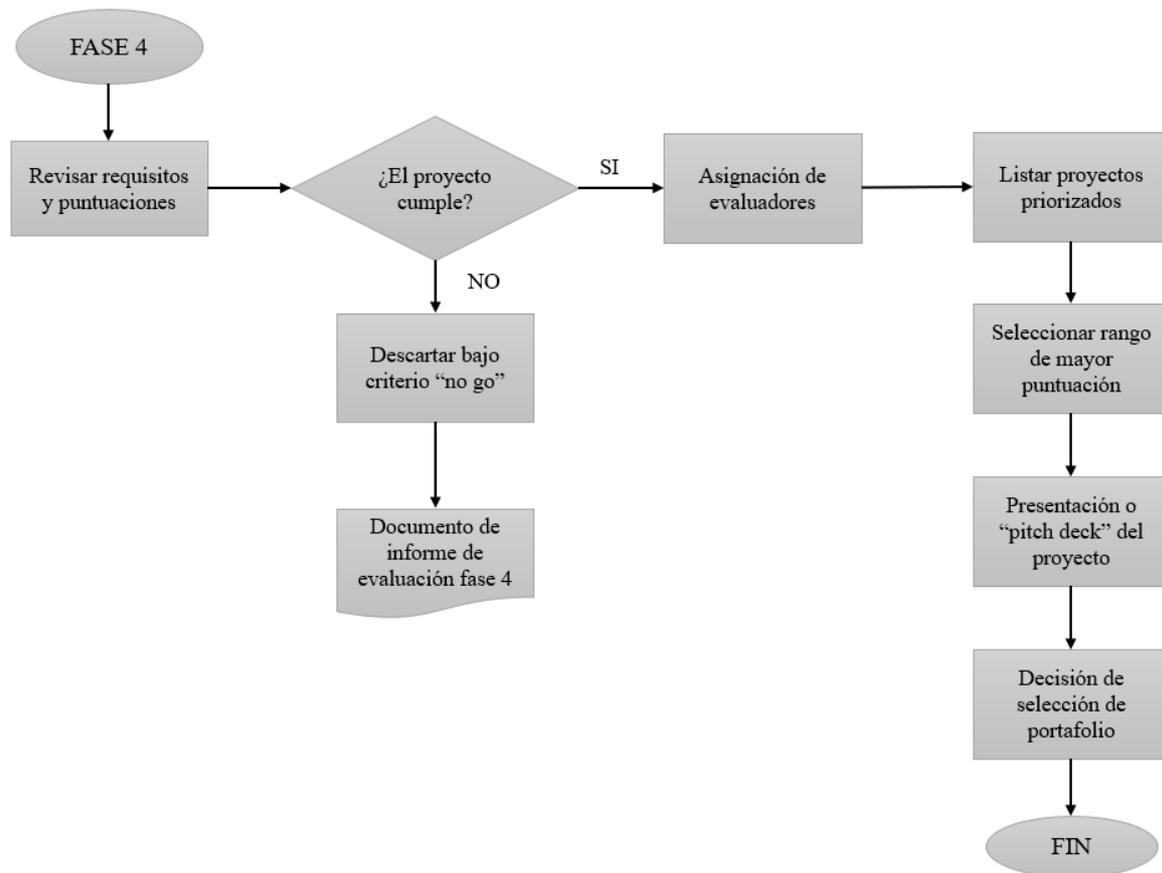


Gráfico 14 Diagrama de Flujo de la fase 4 de metodología de evaluación de proyectos de I+D

Fuente: Elaboración propia

En este punto es importante aclarar que, si bien el objetivo de la propuesta metodológica es acercarse a la sistematización del proceso de evaluación y selección de proyectos de I+D, no se puede dejar a un lado la importancia de las relaciones humanas, la escucha y la persuasión de los proyectos candidatos. Por tal motivo, es incluido el “pitch deck” o la presentación de los proyectos seleccionados a la junta directiva de manera que también sea incluida la alta dirección en su totalidad, en la toma de decisiones acerca del portafolio de proyectos dado que por más que sean proyectos de investigación y desarrollo, gestión tecnológica o innovación, son al final proyectos de inversión para la empresa.

De esta fase saldrán los proyectos a los que se les dará prioridad en la iniciación cronológica o la asignación de recursos.

Fase 5. Diseño de un sistema de apoyo para la evaluación

La última fase consiste en crear un sistema de apoyo para incrementar la eficiencia de la evaluación al recopilar datos de varios evaluadores diferentes, sintetizándolos y visualizando los resultados de la evaluación.

Por tanto, en el paso final, se diseña un sistema de apoyo para la evaluación de proyectos de I + D + i, ya sea en WEB en caso de que se use ANP con la metodología propuesta en la sección anterior, o un análisis gráfico de los cuadrantes y clasificación de los proyectos o la construcción de matrices como el caso japonés de Mikkola. El sistema será particularmente útil cuando en la evaluación participan expertos o clientes de diferentes áreas.

Esta fase también puede estar diseñada para una reevaluación de los proyectos en caso de que no hayan sido aprobados en la última fase o bien, cuando se requiera dar mayor rigidez y robustez al proceso. El sistema de apoyo es elegido conforme al enfoque de evaluación en la fase 2.

5.2. Dimensiones, perspectivas y criterios sugeridos

Para desarrollar un modelo de evaluación, se deben considerar perspectivas, dimensiones y criterios. Después de esta investigación, en la siguiente tabla se proponen desarrollar una serie de índices y subíndices a destacar al momento de hacer la evaluación de los proyectos.

Lo anterior con el fin de desglosar las dimensiones y las perspectivas amplias y poder llegar a datos concretos, simples y fáciles de medir.

Es importante resaltar que, independiente de estos criterios, en todos los casos se debe tener en cuenta un análisis con instrumentos financieros que determinen el aspecto de viabilidad económica para que la inversión sea rentable en el tiempo.

Tabla 6 Dimensiones, perspectivas y criterios propuestos para metodología

Dimensiones	Perspectivas	Criterios	Subíndices
Gestión tecnológica e innovación	Potencial en Tecnología	Capacidad de innovación	Nivel de novedad
			Nivel de diferenciación
			Dificultad temática
			Nivel de contribución a usuarios
			Nivel de contribución técnica
		Apropiabilidad Científico-Tecnológica	Facilidad de mantenimiento o recambio
			Tiempo de ejecución
			Madurez tecnológica
			Nivel de contribución nacional o internacional
			Abundante material
	Atractivo de tecnología	Capacidades de I+D	Gestión de conocimiento (Patentes, publicaciones, citaciones, propiedad intelectual)
			Concordancia con estándares internacionales
		Capacidades de fabricación	Vida útil
			Porcentaje de mejora en tiempo de producción
Porcentaje de reducción de carga laboral			
Atractivo de mercado y encaje corporativo	Atractivo del mercado	Percepción del cliente del valor funcional	Potencial de beneficios no económicos
			Crecimiento
			Mercadeo (cuota mercado)
			Facilidad acceso
		Valor económico percibido por el cliente	Capacidad de exportación de producto
			Potencial de beneficios económicos
	Ajuste comercial	Idoneidad para nuevos productos	Nivel de idoneidad para producto nuevo
		Idoneidad para inversión en I+D	Capital Disponible
			Tipo de financiación
	Económica y estratégica	Productividad	Utilidad respecto a inversión
			Índice de productividad
			Porcentaje de reducción de costos
			Payback
Mejora de la calidad del producto			
% Crecimiento comercial			
Concordancia con la estrategia empresarial			

Fuente: Elaboración propia basado en (Lee et al., 2017)

6. APLICACIÓN DE METODOLOGÍA A STARTUP SAAS

En esta sección se utilizó la metodología investigada en la sección anterior y trató de adaptarse a los datos existentes, actuales y reales de un grupo de empresas emergentes de tecnología tipo SaaS de Bilbao, Vizcaya. En este capítulo se sintetiza la investigación llevada a cabo de cara a tres (3) proyectos de I+D+i propuestos en una de las empresas tipo SaaS.

Para la recolección de datos e información relevante para la aplicación del modelo se efectuaron entrevistas con gerentes, CEO(s), o en algunos casos, responsables de áreas de la empresa. Este proceso fue sencillo, dado que es una empresa conformada por pocas personas, de manera que se incluyó a un 73% de la plantilla corporativa a través de encuestas y reuniones dentro de la empresa.

En el presente capítulo, se desarrolla el paso a paso de la metodología de Sungjoo Lee, Chanwoo Cho, Jaehong Choi y Byungun Yoon, adaptando significados, criterios, modelos y planteamientos propios de una Startup.

6.1. Metodología AHP aplicada a Startup para priorizar proyectos teniendo en cuenta el valor percibido por el cliente

6.1.1. Fase 1: Analizar el contexto de la evaluación

En esta fase, se analizaron los proyectos a tratar: tres proyectos propuestos en los que se sintetiza la información acerca de cada uno, relacionado con diversos aspectos como impactos en la producción, en la mano de obra, análisis de inversiones y rentabilidad, cronograma y presupuesto, alcance, compatibilidad con la organización, entre otras.

Lo anterior, se hace de manera escrita a través de un informe de anteproyecto y también de un “pitch deck” a cargo de los responsables de proyecto dentro del startup, la cual dio completa libertad de presentar cuantos proyectos creativos surgieran en un periodo de 2 meses.

Nombre del proyecto	Descripción de propuesta	Cronograma	Presupuesto
NightAPP	Creación de una App de CMR para el ocio nocturno de manera que se pueda optimizar el aforo de las discotecas de la ciudad de Bilbao, permitiendo entrar a los usuarios que más consumen, con mejor comportamiento y otros criterios. Asimismo, permite crear herramientas para conocer el usuario y crear servicios y productos customizados y más acordes con la personalidad, gustos y comportamientos de los consumidores.	9 meses	27.480 €
Silver	Creación de una App para el ocio de las personas mayores, que funciona como una red social en la que se puede organizar eventos, conocer personas con gustos comunes, conocer colectivos, etc., exclusivamente para gente mayor. Es una app de gestión de actividades para el adulto mayor.	6 meses	23.700 €
ANFBM4Banks	Creación de servicio al proyecto de Software de sostenibilidad que consiste en la medición y gestión de la huella de carbono y creación y seguimiento del plan de movilidad empresarial de los usuarios de las entidades bancarias.	4 meses	19.750 €

Fuente: Elaboración propia basada en Pitch Deck y entrevistas con participantes (G. Muñekas, 2022)

En la tabla anterior, se presenta un breve resumen de las características de cada idea de proyecto. En esta fase fue llevada a cabo una reunión en la que cada líder de proyecto hizo la presentación formal de la idea bajo una serie de directrices y parámetros preestablecidos por la organización objeto de este estudio.

6.1.2. Fase 2: Selección de enfoque de evaluación

En esta fase se seleccionaron las herramientas a utilizar durante el proceso de evaluación de proyectos de I+D. Se decidió utilizar sistemas de puntuación por parte de expertos internos y externos considerando aspectos de mercado, clientes y aspectos financieros, así:

- **Modelo de evaluación:** se tuvieron en cuenta modelos de puntuación con pesos, modelos financieros, evaluación combinada.
- **Participantes:** en esta sección participaron tanto expertos internos en la empresa, como expertos externos sobre temas específicos para cada proyecto, además expertos en movilidad sostenible, desarrolladores de software, expertos en planeación estratégica de empresas emergentes. También se incluyeron clientes actuales de la empresa, así como clientes potenciales para nuevos mercados, nichos de mercado y competencia.

- **Tipo de datos para la evaluación:** Datos cualitativos, cuantitativos y métricas SaaS.
- **Métodos de evaluación:** Puntuación guiada, puntuación ponderada, entre otros.

De esta manera, se observó que todos los proyectos participantes, por la naturaleza de tecnología hacían parte de un producto SaaS (Software as a Service) por lo que se agruparon bajo este mismo concepto. Sin embargo, uno de los proyectos se trataba de una mejora incremental del producto y los otros dos, de la creación de uno nuevo.

En este punto es importante aclarar que un producto SaaS implica un modelo de negocio en el que se desarrolla un producto de tecnología (software) y se pone a disposición de los clientes a través de internet, como si fuera una plataforma. Por consiguiente, los clientes ingresan de forma fácil a través de internet y pagan por una suscripción o licencia de manera mensual, anual, entre otros.

6.1.3. Fase 3: Desarrollar y validar un modelo de evaluación

Después de analizar todas las propuestas participantes y con ayuda de un experto en la empresa sobre métricas SaaS, se plantean una serie de perspectivas, dimensiones, criterios y subcriterios para ser utilizados en el modelo de evaluación como se puede observar a continuación:

Tabla 7 Dimensiones, criterios y subcriterios de evaluación de proyectos en Startup

DIMENSIONES, CRITERIOS Y SUBCRITERIOS DE EVALUACIÓN					
DIMENSIÓN	POTENCIAL TECNOLÓGICO				
CRITERIO	CAPACIDAD DE INNOVACIÓN			APROPIABILIDAD CIENTÍFICO TECNOLÓGICA	
SUBCRITERIO	NIVEL DE NOVEDAD	NIVEL DE DIFERENCIACIÓN	UTILIDAD	EXCLUSIVIDAD	CICLO DE VIDA
DIMENSIÓN	ATRACTIVO TECNOLÓGICO				
CRITERIO	CAPACIDAD DE I+D			CAPACIDAD DE FABRICACIÓN	
SUBCRITERIO	DIFICULTADES EN I+D	RIESGO EN I+D	DOMINIO DE APLICACIÓN	COSTO ADICIONAL DE PCC	TIEMPO ADICIONAL DE PCC
DIMENSIÓN	MERCADO POTENCIAL				
CRITERIO	VALOR FUNCIONAL PERCIBIDO CLIENTE		VALOR ECONÓMICO PERCIBIDO CLIENTE		
SUBCRITERIO	CONCIENCIA FUNCIONAL	IMPORTANCIA FUNCIONAL	CONOCIMIENTO MARCA	INTENCIÓN DE PAGO	
DIMENSIÓN	ATRACTIVO DE MERCADO				
CRITERIO	AJUSTE COMERCIAL		AJUSTE AL NEGOCIO		
SUBCRITERIO	APLICABILIDAD	IMPACTOS EN EL DESEMPEÑO	COSTO INVERSIÓN	ROI	TIEMPO Y RECURSOS HUMANOS

Fuente: Evaluación propia basado en (Lee et al., 2017)

De acuerdo con los criterios e índices investigado y aplicados por Sungjoo Lee, Chanwoo Cho, Jaehong Choi y Byungun Yoon en su estudio, se desarrollaron algunos de los criterios propuestos alineados hacia las métricas SaaS e interpretados en función de las necesidades de una empresa emergente en tecnología. Por esta razón, se tuvieron en cuenta varios aspectos a la hora de medir un solo criterio. Incluso se realizaron análisis cualitativos y consenso de paneles de expertos para dar valor a algunos de los criterios a continuación. Pese a que el proceso de medición fue largo y tedioso para ser explicado en esta sección, se explica brevemente el alcance de cada índice utilizado dentro del modelo AHP:

6.1.3.1. Criterio Capacidad de innovación (CI)

- Nivel de novedad (NV): La novedad de la tecnología propuesta, ya sea que existan tecnologías similares o no.
- Nivel de diferenciación (ND): Los aspectos diferenciadores e innovadores con respecto a otras tecnologías o productos existentes.
- Utilidad (UT): Los beneficios identificables que proporciona la tecnología propuesta y la capacidad de su uso en la industria. (Lee et al., 2017)

6.1.3.2. Criterio Apropiabilidad Científico-Tecnológica (ACT)

- Exclusividad (EXC): Las posibilidades de obtener derechos de propiedad intelectual para la tecnología propuesta.
- Ciclo de vida (CV): El ciclo de vida de la tecnología, el nivel de obsolescencia. También se tiene en cuenta el ciclo de vida del producto comparado con la métrica SaaS Life Time Value. (Lee et al., 2017)

6.1.3.3. Criterio Capacidad de I+D (CID)

- Dificultades en I+D (DID): Las dificultades para desarrollar la tecnología propuesta, problemas y obstáculos para los desarrollos de software a nivel de programación e inteligencia artificial.
- Riesgo de I+D (RID): Riesgo técnico para la finalización del proyecto de I+D por ejemplo riesgos de uso de patentes, capacidad tecnológica, marco legal, límite de recursos, riesgo de cambio de intereses de inversionistas, etc.
- Dominio en la aplicación (DAP): La gama de productos o servicios a los que se puede aplicar la tecnología propuesta. Por ejemplo, si se puede unir a otras aplicaciones de la empresa o como valor añadido o de mejora a otros productos, o potencial de crecimiento de la capacidad productiva tecnológica, etc. (Lee et al., 2017)

6.1.3.4. Criterio Capacidad de fabricación (CFB)

- Costo adicional en la cadena productiva (CPCC): Se refiere al costo adicional requerido para comercializar la tecnología propuesta en nuevos productos o servicios y la capacidad para implementar la producción o el proceso de oferta de servicios. Se valora la disponibilidad de los desarrolladores existentes y su conocimiento.
- Tiempo adicional en la cadena productiva (TPCC): Tiempo adicional requerido para comercializar la tecnología propuesta en nuevos productos o servicios. (Lee et al., 2017)

6.1.3.5. Criterio Valor funcional percibido por el cliente (VFPC)

- Conciencia funcional (CF): Es el nivel de reconocimiento de la función que ofrece la tecnología propuesta: la facilidad de conocimiento por parte de los usuarios.
- Importancia funcional (IF): Es el grado de importancia percibida para la función que ofrece la tecnología propuesta. Se puede tener conciencia sobre las funciones que tiene un producto, pero la importancia es el grado de utilidad que le da un cliente a dicho producto. (Lee et al., 2017)

6.1.3.6. Criterio Valor económico percibido por el cliente (VEPC)

- Conocimiento de marca (CM): Las posibilidades de mejorar el conocimiento, reconocimiento y expansión de marca a través de la tecnología propuesta.
- Intención de pago (IPA): Son las posibilidades de evaluar el mercado potencial sobre la intención de suscribirse a la función ofrecida por la tecnología propuesta. (Lee et al., 2017)

6.1.3.7. Criterio Ajuste comercial (ACOM)

- Aplicabilidad (APD): Que tan aplicable es dicha propuesta tecnológica a los nuevos productos o servicios que son desarrollados en la empresa.
- Impactos en el desempeño (ID): Los impactos negativos o positivos de insertar la tecnología propuesta a los productos o servicios en su desempeño principal. (Lee et al., 2017)

6.1.3.8. Criterio Ajuste al negocio (AAN)

- Costo de inversión (CI): Disponibilidad de costos de inversión y financiación. Que estén dentro de los estándares previamente estipulados por los inversores de los proyectos.
- ROI (ROI): Retorno sobre la inversión y también se tiene en consideración el tiempo de recuperación.
- Tiempo y RRHH (TRH): Idoneidad del cronograma del proyecto y la planificación de los recursos humanos. (Lee et al., 2017)

6.1.4. Fase 4: Desarrollar proceso de evaluación

En esta fase se desarrolló el proceso de evaluación a través del modelo AHP propuesto anteriormente en este trabajo de investigación. Se construyeron las matrices de criterios, subcriterios y proyectos de acuerdo con los tres evaluadores según la escala de Saaty. A cada uno fue entregado un manual en el que se explicaba detalladamente el significado e interpretación de cada criterio previamente analizado en panel de expertos, en el que se llegó a un consenso sobre esto. De esta manera, los evaluadores conocían los proyectos y cada criterio para determinar el impacto y priorización de cada uno. El desglose del proceso de análisis jerárquico se muestra a continuación con un total de 8 criterios, 19 subcriterios y tres alternativas:

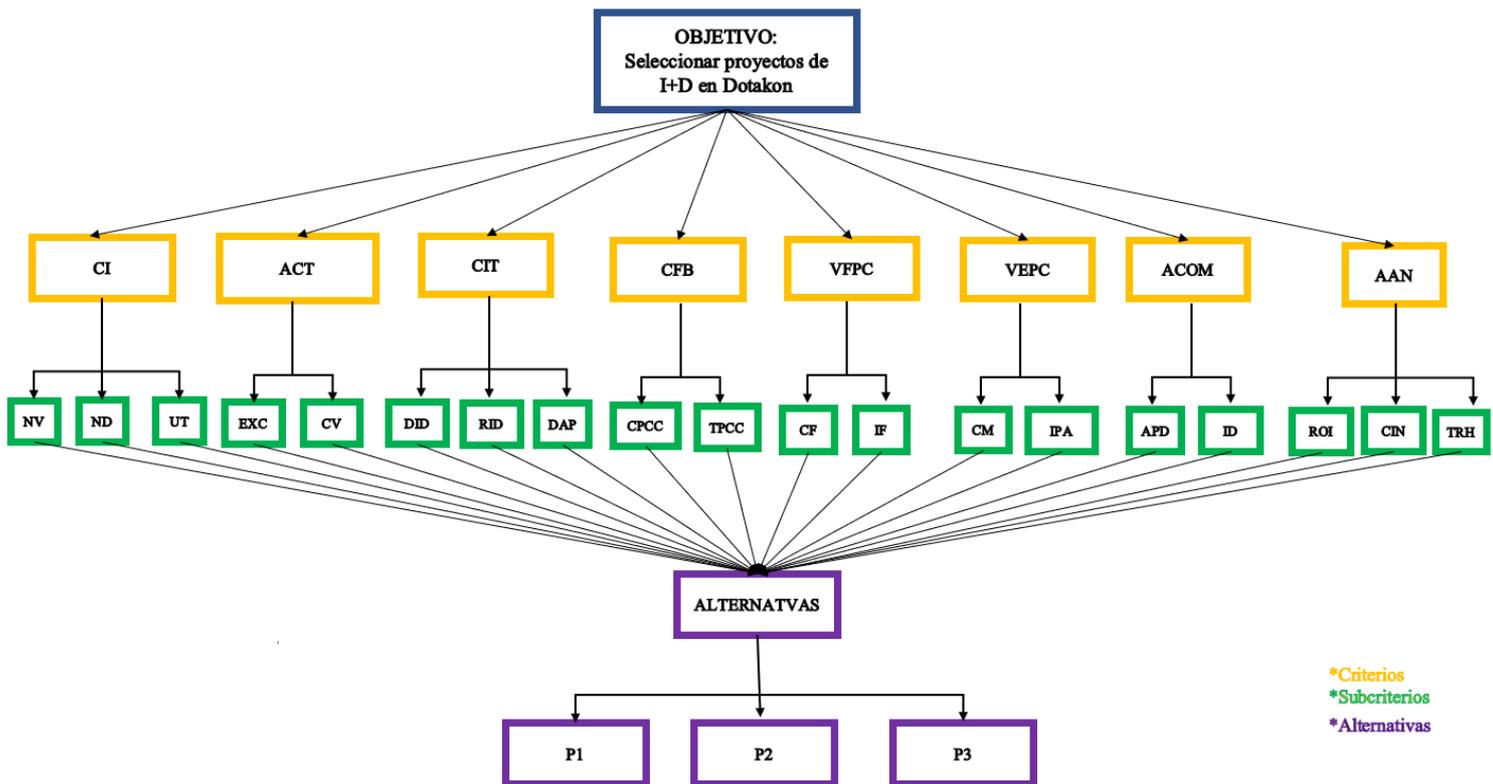


Gráfico 15 Representación gráfica de proceso de análisis jerárquico

Fuente: Elaboración propia

Para la calificación de los criterios fue utilizado el complemento de Excel XLSTAT para realizar el diseño del modelo AHP para la decisión con el objetivo de facilitar el análisis, la construcción de matrices y evitar los errores en la ponderación y síntesis de los resultados.

Una vez identificados los criterios, cada evaluador analiza la influencia entre los elementos del sistema de manera que se construye las siguientes matrices:

Tabla 8 Matriz de comparación de criterios

CRITERIOS	CAPACIDAD DE INNOVACIÓN	APROPIABILIDAD CIENTÍFICO TECNOLÓGICA	CAPACIDAD DE I+D	CAPACIDAD DE FABRICACIÓN	VALOR FUNCIONAL PERCIBIDO CLIENTE	VALOR ECONÓMICO PERCIBIDO CLIENTE	AJUSTE COMERCIAL	AJUSTE AL NEGOCIO
CAPACIDAD DE INNOVACIÓN	1,00	3,00	2,00	1,00	1,00	1,00	5,00	5,00
APROPIABILIDAD CIENTÍFICO TECNOLÓGICA	0,33	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00	3,00
CAPACIDAD DE I+D	0,50	0,50	1,00	1,00	1,00	2,00	3,00	3,00
CAPACIDAD DE FABRICACIÓN	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	5,00	7,00
VALOR FUNCIONAL PERCIBIDO CLIENTE	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	4,00	9,00	9,00
VALOR ECONÓMICO PERCIBIDO CLIENTE	1,00	1,00	0,50	0,50	0,25	1,00	9,00	9,00
AJUSTE COMERCIAL	0,20	0,50	0,33	0,20	0,11	0,11	1,00	1,00
AJUSTE AL NEGOCIO	0,20	0,33	0,33	0,14	0,11	0,11	1,00	1,00

Fuente: Elaboración propia

Esta matriz corresponde a la evaluación comparativa de los evaluadores con los criterios. Cada evaluador realizó la suya de manera independiente y posteriormente fueron consolidadas. Asimismo, se realizaron matrices de manera dinámica para la comparación de los subcriterios y de las alternativas, como se evidencia a continuación:

Tabla 9 Matrices de comparación de subcriterios

CRITERIO CAPACIDAD DE INNOVACIÓN			
Subcriterios	NIVEL DE NOVEDAD	NIVEL DE DIFERENCIACIÓN	UTILIDAD
NIVEL DE NOVEDAD	1,00	2,00	1,00
NIVEL DE DIFERENCIACIÓN	0,50	1,00	1,00
UTILIDAD	1,00	1,00	1,00

CRITERIO APROPIABILIDAD CIENTIFICO-TECNOLÓGICA		
Subcriterios	EXCLUSIVIDAD	CICLO DE VIDA
EXCLUSIVIDAD	1,00	1,00
CICLO DE VIDA	1,00	1,00

CRITERIO CAPACIDAD EN I + D E INNOVACIÓN			
Subcriterios	DIFICULTADES EN I+D	RIESGO EN I+D	DOMINIO DE APLICACIÓN
DIFICULTADES EN I+D	1,00	2,00	2,00
RIESGO EN I+D	0,50	1,00	3,00
DOMINIO DE APLICACIÓN	0,50	0,33	1,00

CRITERIO CAPACIDAD DE FABRICACIÓN		
Subcriterios	COSTO ADICIONAL DE PCC	TIEMPO ADICIONAL DE PCC
COSTO ADICIONAL DE PCC	1,00	1,00
TIEMPO ADICIONAL DE PCC	1,00	1,00

CRITERIO VALOR FUNCIONAL PERCIBIDO POR EL CLIENTE		
Subcriterios	CONCIENCIA FUNCIONAL	IMPORTANCIA FUNCIONAL
CONCIENCIA FUNCIONAL	1,00	2,00
IMPORTANCIA FUNCIONAL	0,50	1,00

CRITERIO VALOR ECONÓMICO PERCIBIDO POR EL CLIENTE		
Subcriterios	CONOCIMIENTO MARCA	INTENCION DE PAGO
CONOCIMIENTO MARCA	1,00	2,00
INTENCION DE PAGO	0,50	1,00

CRITERIO AJUSTE AL NEGOCIO			
Subcriterios	COSTO INVERSIÓN	ROI	TIEMPO Y RECURSOS HUMANOS
COSTO INVERSIÓN	1,00	1,00	9,00
ROI	1,00	1,00	9,00
TIEMPO Y RECURSOS HUMANOS	0,11	0,11	1,00

CRITERIO AJUSTE COMERCIAL		
Subcriterios	APLICABILIDAD	IMPACTOS EN EL DESEMPEÑO
APLICABILIDAD	1,00	2,00
IMPACTOS EN EL DESEMPEÑO	0,50	1,00

Fuente: Elaboración propia con datos extraídos de XLSTAT

Luego de evaluar la importancia e influencia de los subcriterios de manera pareada, se realiza el mismo procedimiento con las alternativas, teniendo en cuenta que anteriormente cada evaluador sabía con exactitud toda la información de las propuestas.

Tabla 10 Matrices de comparación entre alternativas

ALTERNATIVAS PARA CADA SUBCRITERIO

SUBCRITERIO NIVEL DE NOVEDAD:			
Alternativas	P1	P2	P3
P1	1,00	5,00	3,00
P2	0,20	1,00	2,00
P3	0,33	0,50	1,00

SUBCRITERIO NIVEL DE DIFERENCIACIÓN:			
Alternativas	P1	P2	P3
P1	1,00	7,00	7,00
P2	0,14	1,00	2,00
P3	0,14	0,50	1,00

SUBCRITERIO UTILIDAD:			
Alternativas	P1	P2	P3
P1	1,00	8,00	7,00
P2	0,13	1,00	3,00
P3	0,14	0,33	1,00

SUBCRITERIO EXCLUSIVIDAD:			
Alternativas	P1	P2	P3
P1	1,00	7,00	7,00
P2	0,14	1,00	2,00
P3	0,14	0,50	1,00

SUBCRITERIO CICLO DE VIDA:			
Alternativas	P1	P2	P3
P1	1,00	5,00	5,00
P2	0,20	1,00	5,00
P3	0,20	0,20	1,00

SUBCRITERIO DIFICULTADES EN I+D:			
Alternativas	P1	P2	P3
P1	1,00	7,00	3,00
P2	0,14	1,00	4,00
P3	0,33	0,25	1,00

SUBCRITERIO RIESGO EN I+D:			
Alternativas	P1	P2	P3
P1	1,00	2,00	3,00
P2	0,50	1,00	3,00
P3	0,33	0,33	1,00

SUBCRITERIO DOMINIO DE APLICACIÓN:			
Alternativas	P1	P2	P3
P1	1,00	7,00	5,00
P2	0,14	1,00	3,00
P3	0,20	0,33	1,00

SUBCRITERIO COSTO ADICIONAL DE PCC:			
Alternativas	P1	P2	P3
P1	1,00	8,00	9,00
P2	0,13	1,00	5,00
P3	0,11	0,20	1,00

SUBCRITERIO TIEMPO ADICIONAL DE PCC:			
Alternativas	P1	P2	P3
P1	1,00	7,00	6,00
P2	0,14	1,00	4,00
P3	0,17	0,25	1,00

SUBCRITERIO CONCIENCIA FUNCIONAL:			
Alternativas	P1	P2	P3
P1	1,00	4,00	3,00
P2	0,25	1,00	2,00
P3	0,33	0,50	1,00

SUBCRITERIO IMPORTANCIA FUNCIONAL:			
Alternativas	P1	P2	P3
P1	1,00	7,00	5,00
P2	0,14	1,00	5,00
P3	0,20	0,20	1,00

SUBCRITERIO CONOCIMIENTO MARCA:			
Alternativas	P1	P2	P3
P1	1,00	2,00	2,00
P2	0,50	1,00	3,00
P3	0,50	0,33	1,00

SUBCRITERIO INTENCION DE PAGO:			
Alternativas	P1	P2	P3
P1	1,00	7,00	5,00
P2	0,14	1,00	4,00
P3	0,20	0,25	1,00

SUBCRITERIO APLICABILIDAD:			
Alternativas	P1	P2	P3
P1	1,00	5,00	2,00
P2	0,20	1,00	3,00
P3	0,50	0,33	1,00

SUBCRITERIO IMPACTOS EN EL DESEMPEÑO:			
Alternativas	P1	P2	P3
P1	1,00	4,00	3,00
P2	0,25	1,00	2,00
P3	0,33	0,50	1,00

SUBCRITERIO COSTO INVERSIÓN:			
Alternativas	P1	P2	P3
P1	1,00	6,00	7,00
P2	0,17	1,00	3,00
P3	0,14	0,33	1,00

SUBCRITERIO ROI:			
Alternativas	P1	P2	P3
P1	1,00	7,00	6,00
P2	0,14	1,00	3,00
P3	0,17	0,33	1,00

SUBCRITERIO TIEMPO Y RECURSOS HUMANOS:			
Alternativas	P1	P2	P3
P1	1,00	7,00	6,00
P2	0,14	1,00	2,00
P3	0,17	0,50	1,00

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente a esta fase inicial de evaluación de pares entre criterios, subcriterios y alternativas por parte de los tres evaluadores, se implementa el modelo AHP en el que se normalizan las matrices, se extraen los pesos correspondientes según los resultados, haciendo un cálculo de la consistencia de las matrices. De esta manera, podemos obtener, gracias al complemento XSLAT, las prioridades medias en función de los criterios y subcriterios con cada alternativa.

Tabla 11 Priorización media de criterios

PRIORIDADES MEDIAS POR CRITERIO	
Criterios	%W
CAPACIDAD DE INNOVACIÓN	19,16
APROPIABILIDAD CIENTÍFICO TECNOLÓGICA	13,45
CAPACIDAD DE I+D	11,61
CAPACIDAD DE FABRICACIÓN	16,16
VALOR FUNCIONAL PERCIBIDO CLIENTE	18,49
VALOR ECONÓMICO PERCIBIDO CLIENTE	14,99
AJUSTE COMERCIAL	3,17
AJUSTE AL NEGOCIO	2,98

Fuente: Elaboración propia con datos extraídos de XLSTAT

Gracias a esta priorización y con ayuda del gráfico de barras, puede observarse que la capacidad de producción, relacionada con el potencial tecnológico y el valor funcional percibido por los clientes fueron los criterios con mayor peso. De esta manera, queda reafirmada que se adapta la metodología propuesta en este trabajo al obtener resultados esperados con respecto a estos dos criterios y la inclusión de los mismos en la metodología.

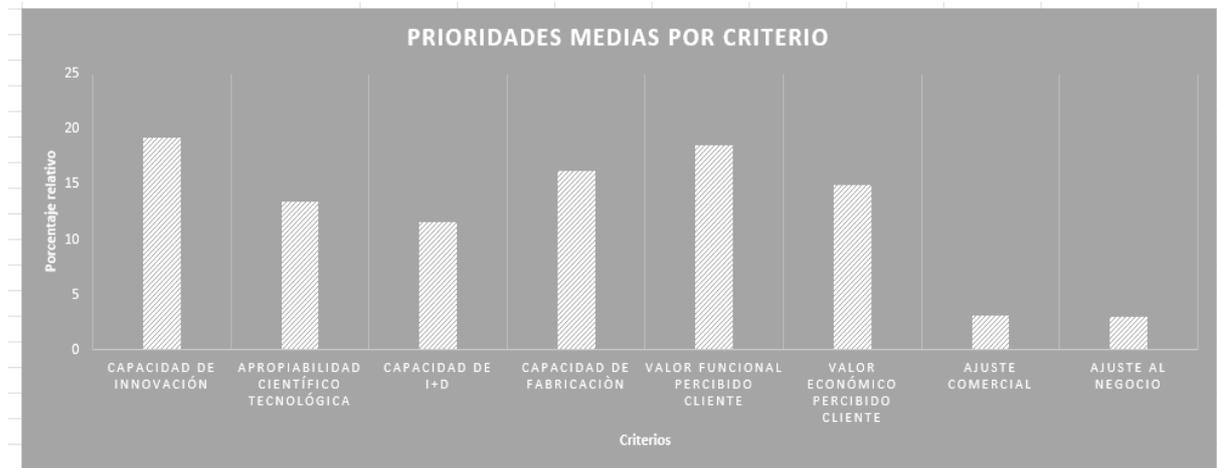


Gráfico 16 Prioridades medias por criterio

Fuente: Elaboración propia

El ajuste comercial y el ajuste al negocio fueron los subcriterios que menos influencia tuvieron, dado que inicialmente la empresa solo los valoraba económicamente, y lo siguen haciendo así en un proceso previo a la selección y evaluación de proyectos. La empresa continúa implementando esta estrategia, pero ahora, producto de este proyecto, la empresa utiliza una metodología específica y adaptada a las necesidades y no simplemente un análisis de viabilidad económica y financiera de las propuestas de solución. Sin embargo, este proceso es complementario y fundamental para la priorización y ordenación de los proyectos de I+D.

Dentro de los criterios, también se analizaron los aspectos de mayor influencia. Gráficamente se puede observar los de un evaluador en los diagramas. Por ejemplo, en la capacidad de fabricación se le dio mayor importancia al costo adicional de la producción y creación de nuevos productos, que al tiempo adicional que conlleve este proceso.

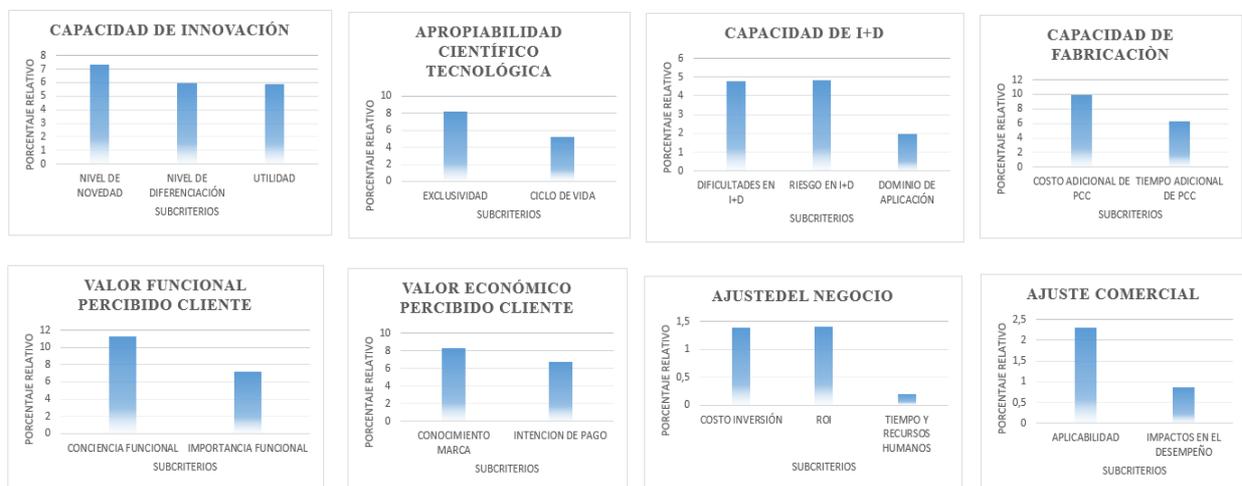


Gráfico 17 Prioridades por subcriterios

Fuente: Elaboración propia con datos de XLSTAT

Por otro lado, en el criterio valor económico percibido que mostró una importancia media aproximada del 15% se obtuvo un mayor grado al aspecto conocimiento de marca. Esto debido a que una de las estrategias de la empresa de acuerdo con la fase de crecimiento en la que está y luego de pasar por el denominado “valle de la muerte” es el reconocimiento y la recordación de la marca a través de tácticas de marketing que son complementarias a los proyectos participantes.

Finalmente, se logra obtener los porcentajes de priorización de cada uno de los criterios y subcriterios con respecto a cada una de las tres alternativas propuestas de solución, como se puede observar a continuación:

Tabla 12 Prioridades globales por alternativa

PRIORIDADES POR ALTERNATIVA				
CRITERIO/ALTERNATIVA	ABREVIATURA	NIGHTAPP	XILVER	ANFBM4BANKS
CAPACIDAD DE INNOVACIÓN	CI	13,72	3,55	1,89
NIVEL DE NOVEDAD	NV	5,09	1,47	0,80
NIVEL DE DIFERENCIACIÓN	ND	4,35	0,99	0,61
UTILIDAD	UT	4,29	1,09	0,49
APROPIABILIDAD CIENTÍFICO TECNOLÓGICA	ACT	9,62	2,61	1,22
EXCLUSIVIDAD	EXC	6,18	1,36	0,73
CICLO DE VIDA	CV	3,44	1,25	0,49
CAPACIDAD DE I+D	CID	6,73	3,28	1,59
DIFICULTADES EN I+D	DID	3,05	1,10	0,64
RIESGO EN I+D	RID	2,30	1,81	0,74
DOMINIO DE APLICACIÓN	DAP	1,38	0,38	0,22
CAPACIDAD DE FABRICACIÓN	CFB	12,07	2,91	1,17
COSTO ADICIONAL DE PCC	CPCC	7,42	1,78	0,67
TIEMPO ADICIONAL DE PCC	TPCC	4,66	1,13	0,50
VALOR FUNCIONAL PERCIBIDO CLIENTE	CFPC	11,91	4,23	2,35
CONCIENCIA FUNCIONAL	CF	6,93	2,67	1,71
IMPORTANCIA FUNCIONAL	IF	4,99	1,56	0,64
VALOR ECONÓMICO PERCIBIDO CLIENTE	VEPC	8,07	4,17	2,75
CONOCIMIENTO MARCA	CM	3,37	2,79	2,09
INTENCION DE PAGO	IPA	4,70	1,38	0,65
AJUSTE COMERCIAL	ACOM	1,92	0,69	0,56
APLICABILIDAD	APD	1,41	0,47	0,41
IMPACTOS EN EL DESEMPEÑO	ID	0,51	0,22	0,15
AJUSTE AL NEGOCIO	AAN	2,26	0,46	0,27
COSTO INVERSIÓN	CIN	1,08	0,19	0,11
ROI	ROI	1,03	0,23	0,14
TIEMPO Y RECURSOS HUMANOS	TRH	0,15	0,03	0,01

Fuente: Elaboración propia con datos extraídos de XLSTAT

Para una mayor comprensión de los datos y utilizando los gráficos como herramientas de análisis, se puede evidenciar que el proyecto de NightApp, representado en color naranja, muestra una mayor aceptación en la mayoría de los criterios y subcriterios. En segundo lugar, el proyecto Xilver y el último lugar el proyecto de mejora de producto ANFBM4BANKS.

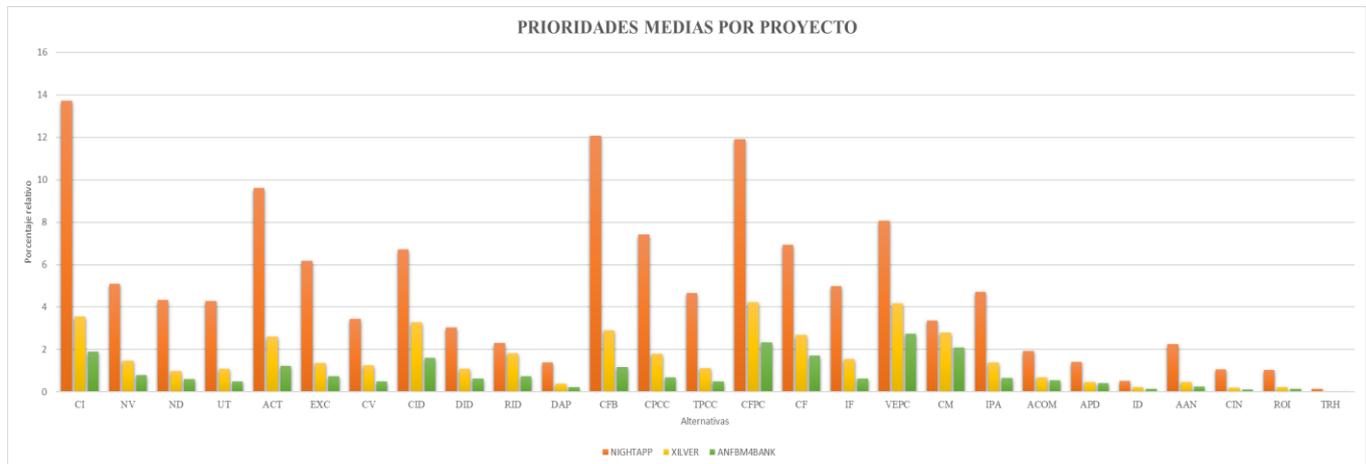


Gráfico 18 Prioridades medias por alternativas

Fuente: Elaboración propia con datos extraídos de XLSTAT

6.1.5. Fase 5: Sistema de apoyo para la evaluación

En la fase 5 se muestran los resultados de la evaluación de múltiples proyectos de I+D. Cuando dos o más proyectos son viables y el resultado de la evaluación del portafolio arroja que requieren alta capacidad tecnológica pero también alto costo adicional de fabricación, se puede evaluar los proyectos en sí mismos o comparando con los que comparten características o difieren de ellas. Es decir, se puede hacer el proceso de evaluación de manera iterativa entre las propuestas de solución según la agrupación estratégica. Por ejemplo, la cartera puede ser evaluada parcialmente, a través de la selección y priorización de aquellos proyectos a largo o corto plazo, de alto o bajo riesgo, de alta o baja inversión, entre otros según el contexto de ese momento en la empresa.

De esta manera, usando el sistema de apoyo a la evaluación, es posible desarrollar varios mapas de cartera combinando dos índices, criterios o perspectivas.

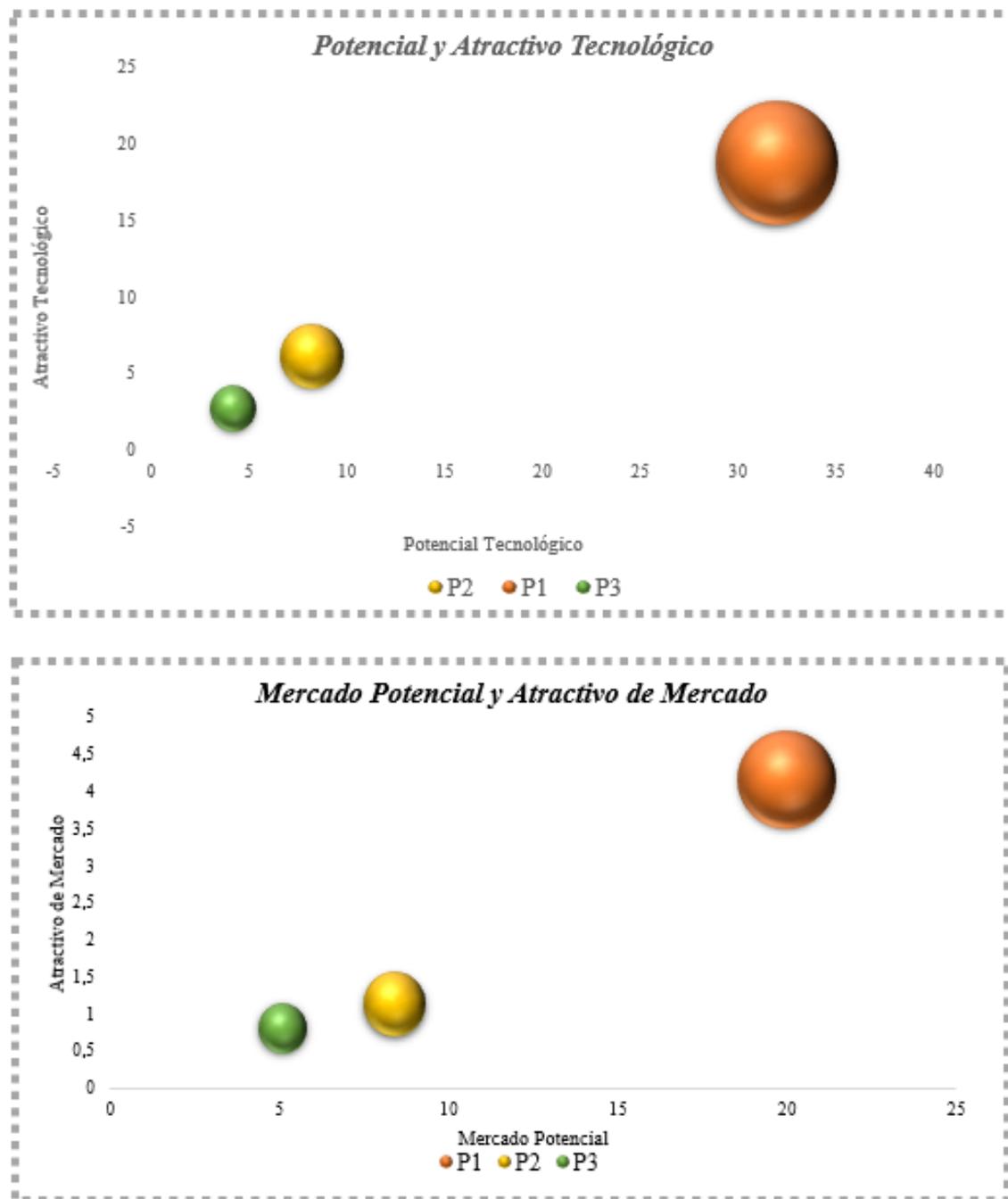


Gráfico 19 Sistema de apoyo para la evaluación de dimensiones

Fuente: Elaboración propia

Los gráficos anteriores muestran la relación entre las cuatro dimensiones: potencial tecnológico y atractivo tecnológico, y mercado potencial y atractivo del mercado.

También puede ser necesario observar la interacción entre dos criterios. En el siguiente gráfico se muestran los criterios con mayor influencia: capacidad de innovación y valor funcional percibido por el cliente.

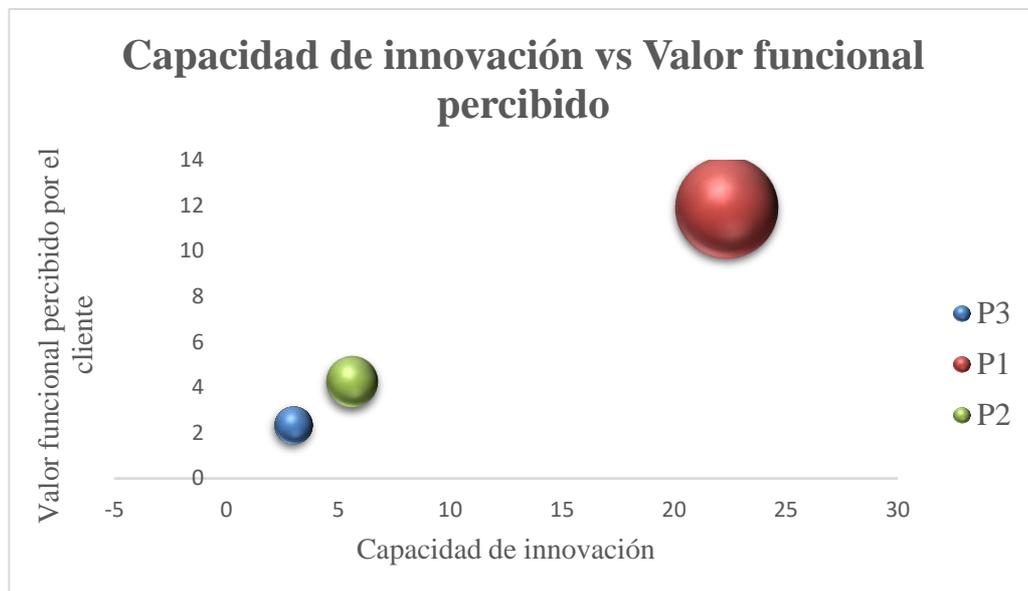


Gráfico 20 Sistema de apoyo para la evaluación de dos criterios

Fuente: Elaboración propia

Por ejemplo, en este caso, aunque el proyecto 1 presenta una capacidad de innovación y potencial tecnológico, lo que lo hace el más idóneo con respecto al proyecto 3, si se analiza el ajuste al negocio que incluye aspectos de la estrategia empresarial, económicos y de finanzas, el proyecto 3 presenta mejores aspectos que el proyecto 1. Aquí la importancia de la evaluación no solo de la cartera de proyectos a nivel general, sino también de grupos más pequeños para facilitar el proceso de toma de decisiones teniendo en cuenta diversas dimensiones y la planificación estratégica empresarial.

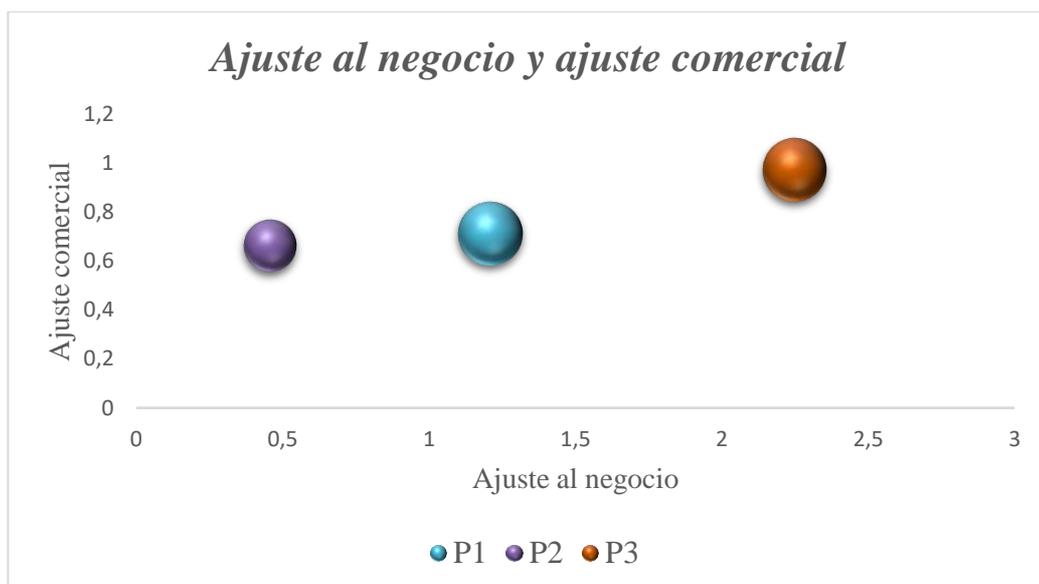


Gráfico 21 Sistema de apoyo para la evaluación para ajuste al negocio y ajuste comercial

Fuente: Elaboración propia

6.2. Análisis de resultados del AHP en Startup

Como se ha mencionado anteriormente, los proyectos utilizados para este caso son reales y han sido establecidos por los empleados de la empresa en un ejercicio de gestión creativa y creación de proyectos de innovación tecnológica basado en productos SaaS en el año 2022. La información recolectada y analizada proviene de diversas reuniones, entrevistas con todos los empleados del grupo empresarial impulsor de Startups vascas.

6.2.1. Criterios seleccionados por parte de la empresa.

Cuando se expuso el análisis de cómo se había llevado a cabo la selección de los proyectos, se descubrió que se hacían a prueba y error, invirtiendo tiempo y recursos. Los estudiaban los CEO de los diversos startups y presentaban un informe a los inversionistas. Partiendo de la poca información escrita que disponían, se evidenció que se centraron en el factor de capacidad de innovación por ser su actividad principal el desarrollo de softwares y soluciones digitales para la empresa.

Otro criterio que fue bastante importante a la hora de priorizar proyectos fue el valor funcional de la tecnología, así como el valor económico percibido por el cliente. La cartera de clientes de la empresa solo cuenta con 11 clientes, esto es bastante bajo, pero considerando que es una empresa emergente, es una cifra importante para su primer año de funcionamiento, dado que el producto que se ofrece tiene un tiempo de ciclo de vida largo para los usuarios, tiene poca inversión en la producción y es de recaudación anual. Por lo tanto, el proceso para incluir en esta ocasión a los clientes para su análisis del valor percibido, así como la participación de expertos externos, competencia y mercado potencial fue una tarea sencilla pero muy útil.

Como se trató en la teoría de la metodología, el potencial tecnológico el valor percibido por el cliente juega un papel indispensable para una optimización de un portafolio de proyectos. La empresa dio más importancia al valor funcional con un 3% más que al económico debido a que cuentan con un departamento de marketing poderoso además de que los servicios que se ofrecen son actuales y coyunturales actualmente, por lo que también tienen diversas subvenciones de los gobiernos nacionales, autonómicos y de la Unión Europea en estos temas.

Curiosamente, el ajuste comercial y el ajuste al negocio fueron los aspectos que no presentaron una relevancia alta con un 3% aproximadamente cada uno. Al momento de analizar esta situación, teniendo en cuenta que el ajuste al negocio presentaba algunas cuestiones financieras como el costo de la inversión, la rentabilidad esperada, el costo de mano de obra, entre otros, se concluye que no tiene un valor tan relevante debido a que en la primera fase se hace un pitch deck y se entrega un anteproyecto al grupo evaluador y se realiza, extraoficialmente, un pre-filtrado de los proyectos en el que se descartan aquellos que económicamente no cumple con los requisitos mínimos viables para ser presentado a los inversores. También cabe resaltar que es una empresa que tiene automatizado el proceso de análisis de cada uno de sus clientes, conociendo incluso la cantidad de dinero máximo que pueden pagar por la licencia a lo largo del tiempo.

6.2.2. Priorización de los proyectos.

Los criterios que más han tenido peso son la capacidad de innovación, el valor funcional y la capacidad de fabricación. Dentro de la capacidad de innovación se evaluaron en mayor medida aspectos relacionados con el grado de novedad de las propuestas, el factor diferenciador con respecto a otros productos y la utilidad de los mismos. En la capacidad de fabricación, por su parte, se le otorgó mayor grado de importancia a lo que representa el costo adicional en la cadena productiva de la fabricación como las inversiones en softwares o equipos especializados para llevar a cabo la programación de las plataformas o la compra de dominios en internet, creación de interfaces o desarrollo de nuevas técnicas de diseño de producto.

6.2.3. Ordenación de los proyectos seleccionados por la empresa.

Los proyectos fueron ordenados según los criterios y la priorización que se ha establecido anteriormente. El primer proyecto fue la creación de una aplicación web que permite al mercado del ocio nocturno, más concretamente, a las discotecas ubicadas en Bilbao, a tener un CMR para brindar servicios más acordes con su público y optimizar sus ganancias de acuerdo con el aforo de sus instalaciones. A los usuarios, por su parte, permite conocer eventos personalizados de acuerdo con sus gustos, obtener beneficios, un programa de fidelización y proporcionaba en cierto modo, un entorno nocturno seguro. Actualmente se inició el diseño y desarrollo de producto para presentar propuesta a unos inversionistas de Silicon Valley en el último trimestre del año en curso.

El segundo proyecto, una aplicación para público mayor se encuentra en prueba piloto para ser trabajada simultáneamente con el primer proyecto. En la actualidad existe un piloto de prueba gratuita por parte de algunos departamentos de cultura, deporte y trabajo social de algunos ayuntamientos de Euskadi.

Finalmente, el último proyecto expuesto se presentará nuevamente bajo una reestructuración luego de hacer alianzas estratégicas con bancos importantes como Caixa Bank, quienes proponen otorgar una comisión por cada ítem utilizado por parte de los clientes. Esto con el fin de compartir inversiones dado que el factor económico y comercial presentó la priorización más baja con respecto a los otros proyectos.

7. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Este trabajo de investigación surgió de la motivación sobre la gestión de proyectos y las nuevas tendencias en tecnología e innovación, haciendo una mezcla entre ambas áreas con el fin de analizar información, realizar una vigilancia literaria sobre las metodologías de evaluación de proyectos dado que son procesos complejos para los directores de proyectos. Dichos objetivos se cumplieron obteniendo como resultado alrededor de 8 metodologías utilizadas en diversos campos de aplicación, las cuales fueron descritas y analizadas.

El proceso de evaluación, selección y filtración de proyectos para un portafolio es una decisión complicada debido a que requiere de un riguroso análisis desde diferentes puntos de vista, intervienen varios factores, existen riesgos y, además, se requiere experiencia y capital humano para ello. Por lo tanto, constituye un proceso que se realiza de manera transversal con diferentes proyectos, es decir, se realiza todo el tiempo y se actualiza cada que se obtiene información nueva o algún cambio en un factor importante, de tal forma que es necesaria una mirada holística tanto para los proyectos de manera individual como el conjunto de ellos dentro de la cartera. En consecuencia, la literatura no ofrece mucha información detallada y objetiva sobre la evaluación de los proyectos, siendo éste uno los obstáculos que se halló durante la investigación puesto que si bien se implementan las metodologías de evaluación en proyectos de I+D, éstas hacen parte de un proceso interno y no se evalúan ni se documentan durante el cierre de los proyectos.

Adicionalmente, los modelos que se encontraron en la literatura incluyen diversos métodos de priorización de proyectos de distintas particularidades. Se seleccionaron aquellos que pueden cumplir con ciertas características que sean compatibles con las exigencias de la I+D.

Este trabajo de investigación permitió resaltar que no solamente es necesario contar con una metodología de priorización y selección de proyectos para gestionar portafolios con el fin de optimizar la toma de decisiones; sino que también es de suma importancia la objetivación del proceso, es decir, por un lado es importante tener la metodología establecida y utilizarla, pero a su vez es indispensable analizar y establecer los criterios apropiados y aplicables a la cartera, al mismo tiempo que su estándar de estimación para que el equipo evaluador utilice sus capacidades profesionales y experiencia con el propósito de reducir la brecha de las subjetividades obteniendo decisiones más acertadas.

En este sentido, pese a que los criterios financieros son los más reconocidos e indudablemente los factores económicos son necesarios para tener en cuenta durante el desarrollo de la evaluación global de los proyectos, también es indispensable considerar otros criterios que, según su naturaleza, pueden ser aún más importantes, o tener un peso de evaluación mayor que los económicos. Por ejemplo, en los proyectos de interés social o de financiación pública, uno de los criterios que se debe tener en cuenta con mayor relevancia es el de responsabilidad social o porcentaje de beneficio a la comunidad. En otras palabras, los criterios deben ser elegidos según los intereses, objetivos y el alcance de la cartera de proyectos en cuestión.

Si bien este trabajo propone una metodología que sirve para diversas carteras de inversión, es importante aclarar que se debe adoptar el modelo según las necesidades y exigencias del entorno interno y externo del inversionista o empresa, con el objetivo de seleccionar las herramientas necesarias y suficientes para tomar decisiones exitosas. En primer lugar, necesarias porque la idea es que se considere todo lo que pueda afectar al proyecto en sí mismo y a la cartera, como el tiempo, los recursos, los riesgos, el tipo de financiación, el apalancamiento, entre otros. Pero también, los suficientes porque esta metodología permite reunir diversas herramientas de evaluación y su objetivo es ahorrar tiempo, el recurso más valioso, a la hora de evaluar los portafolios de proyectos.

La mayoría de los enfoques de los modelos estudiados en la investigación están centrados en las actividades tecnológicas y de innovación y no específicamente en el cliente. Por consiguiente, el modelo implementado en este trabajo es de gran utilidad para reflejar las necesidades y expectativas del mercado potencial con antelación. La metodología aplicada utilizando un modelo AHP con criterios de potencial tecnológico y también de los valores percibidos por el cliente fue acertada dado que ofrece la posibilidad de incluir a los usuarios finales como participantes activos de los procesos y actividades de I+D, desarrollando nuevos o mejorados servicios y productos orientados al cliente.

El modelo sugerido en este estudio es bastante simple y por lo tanto práctico, esto permite que cualquier empresa o inversionista pueda adaptarlo a su cartera de proyectos como herramienta para la toma de decisiones sobre la selección y evaluación de proyectos de I+D. También es de suma importancia entender cada fase de la metodología y personalizarla de acuerdo con el contexto organizacional de la empresa, para ello, el seguimiento detallado de los flujogramas en cada fase facilita la comprensión de la metodología para un desarrollo más adecuado de la optimización de la cartera de proyectos.

En cuanto a los conflictos y oportunidades de mejora con respecto a la metodología sugerida, en primer lugar, el modelo de evaluación fue probado en una empresa emergente con poco recorrido a nivel comercial y de desarrollo de tecnología. Los datos fueron extraídos de expertos, usuarios internos y usuarios potenciales. Sin embargo, no ha sido verificado en un entorno organizacional real que tenga en cuenta otros aspectos externos. En segundo lugar, es importante investigar no solamente los aspectos externos que puedan validar el modelo propuesto sino también un análisis sectorial de las empresas emergentes con productos o servicios tipo SaaS.

En tercer lugar, las estrategias para la recolección y medición de datos se deben sofisticar con métodos más elaborados para recopilar información más objetiva y poder convertir idóneamente los criterios de carácter cualitativo en cuantitativos. Además, es importante el “pitch deck” para describir detalladamente los nuevos productos de I+D o las nuevas funciones de la tecnología a los inversores y clientes. Este proceso es difícil realizarlo al detalle debido a que se encuentra en la etapa inicial de la innovación, lo que puede causar sesgo en los resultados por tratarse de funciones, ideas y productos inexistentes de difícil comprensión para nuevos

usuarios. Asimismo, puede existir interpretación subjetiva de los proyectos debido a la confidencialidad de las propuestas.

En cuarto lugar, este modelo corresponde a un prototipo de evaluación de proyectos de I+D, por lo tanto, se debe desarrollar un sistema más elaborado que permita observar, medir y priorizar proyectos de manera más específica con métricas adaptadas a la industria en la que se encuentre la organización o los criterios de actividades de I+D que vayan surgiendo en otras investigaciones.

Para trabajo futuro se pueden utilizar software especializados con el uso de inteligencia artificial y “big data”, a través de formularios estructurados que permitan rápidamente hacer un tratamiento de información ágil, y poder desplazarse rápidamente por los filtros y procesos mostrados en los diagramas de flujo, de manera que se puedan analizar más proyectos y portafolios más densos. Adicionalmente, fortalecer el sistema de apoyo de análisis de manera que sea gráficamente útil y dinámico.

REFERENCIAS

- AENOR. (2006). *Certificación de sistemas de gestión de I+D+i UNE 166002*. Optimizar Los Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación Tecnológica Basándose En Estructuras Conocidas de Sistemas de Gestión. <https://www.aenor.com/certificacion/idi/gestion-idi>
- Alcántara, J. C. (2012, March 11). *PMBOK Universidad Autónoma Ciudad de México*. <http://pmbokuacm.weebly.com/gestioacuten-del-cronograma/entradas-herramientas-y-tnicas-y-salidas-del-edt>
- Álvarez, L. F. (2017). *Modelos de Gestión*. <http://www.areandina.edu.co>
- Arancibia, S., Contreras, E., Mella, S., Torres, P., & Villablanca, I. (n.d.). Evaluación Multicriterio: aplicación para la formulación de proyectos de infraestructura deportiva. In *CEGES Universidad de Chile* (pp. 15–16). Retrieved April 16, 2021, from <http://www.dii.uchile.cl/~ceges/publicaciones/ceges48.pdf>
- Arcos, Á. (2020). *Notas de clase y aprendizaje individual del curso “Instrumentos de gestión empresarial” Máster en organización industrial y gestión de empresas*. Universidad de Sevilla.
- Australian Agency for International Development. (2003). *Logical Framework Approach* (pp. 1–45). <https://www.mande.co.uk/wp-content/uploads/2003/ausguidelines-logical-framework-approach.pdf>
- Barrera, M. V. H. (2009). Diseño de un modelo de Seguimiento y Evaluación de los proyectos de I+D+i para el desarrollo. *INIAP Archivo Historico, X*.
- Bernal, S., & Niño, D. (2018). *Modelo Multicriterio Aplicado a la Toma de Decisiones representables en Diagramas de Ishikawa*. 137. <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/13894/BernalRomeroSergio2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bible, M., & Bivins, S. (2011). *Mastering Project Portfolio Management: A Systems Approach to Achieving Strategic Objectives*. EEUU: (1. ED.). J.ROSS Publishing.
- Bitman, W., & Sharif, N. (2008). A conceptual framework for ranking R&D projects. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 55(2), 267–278. <https://doi.org/10.1109/TEM.2008.919725>
- Bivins, S. S., & Bible, M. J. (2015). Portfolio Decisions to Maximize Strategic Benefits 1. In *PM World Journal Portfolio Decisions to Maximize Strategic Benefits: Vol. IV*. www.pmworldlibrary.net
- Cadenilla, J. F. (2005). *Tecnologías empresariales, paquetes y procesos*. Convenio Andres Bello.
- Castro, R. A. (2002). *Ganadería de carne: gestión empresarial*.
- Chquisengo, V. O. (2007). *Gestión de riesgos en Ancash* (Soluciones Practicas (ed.); Ilustrada).
- Cohen, E., & Franco, R. (2000). *Evaluación de proyectos sociales*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/1915/S3092C678E_es.pdf
- Drucker, P. F. (2002). *La gerencia: Tareas, responsabilidades y prácticas*. El Ateneo.
- Dye, L. D., & Pennypacker, J. S. (2000). Project portfolio management and managing multiple projects: two sides of the same coin? . *Project Management Institute Annual Seminars & Symposium*.
- Escobar, P. B. (2005). *Fusiones y adquisiciones de empresas. Su impacto sobre los sistemas de control*. . Universidad de Sevilla.
- Espejo Cantero, M. J. (2015). *Análisis de Riesgos en la Construcción de un Hotel Enoturístico*. Universidad de Sevilla.
- Esterkin, J. D. (2007). *La administración de proyectos en un ámbito competitivo*. Cengage Learning Latin America.

- Estrada, J. N. (2015). Análisis de la gestión de proyectos a nivel mundial. *Palermo Business Review* #12, 61–62.
- Francés, A. (2006). *Estrategia y planes para la empresa: con el cuadro de mando integral* (M. F. Castillo (ed.)). Pearson Educación. <https://books.google.es/books?id=yAmLG-Vr8BkC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Fuentes Pujol, E., & Arguimbau Vivó, L. (2008). I+D+I: Una perspectiva documental [Universidad Autónoma de Barcelona]. In *Anales de documentacion* (Vol. 11). <http://www.ocde.org/>
- García, M. J. V. (2016). *Innovar en la era del conocimiento: Claves para construir una organización innovadora*. <https://www.researchgate.net/publication/305640313>
- González, A. A. (2007). *Cómo Implantar una Oficina de Gestión de Proyectos (OGP) en su Organización: Una Guía para mejorar el Rendimiento de su Organización* (Vision Libros).
- Henriksen, A. D., & Traynor, A. J. (1999). A practical R&D project-selection scoring tool. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 46(2), 158–170. <https://doi.org/10.1109/17.759144>
- Hope, J. (2012). *Mejores prácticas de gestión empresarial*. Profit Editorial.
- IDIPYME. (2001). *Guía básica de gestión de proyectos de I+D+I: IDIPYME 2001*. . Secretaría Xeral de Investigación e Desenvolvemento, Xunta de Galicia.
- Jiménez, B., & Villalobos, A. (2016). Guía metodológica para la gestión de la cartera de proyectos del Centro de Servicios de Investigación y Desarrollo, Instituto Costarricense de Electricidad: . In *Instituto costarricense de Electricidad*. Biblioteca José Figueres Ferrer | TEC Digital. <http://repositoriotec.tec.ac.cr/>
- Jordy, M., Medellín, E., Hidalgo, A., & Jasso, J. (2008). *Conocimiento e innovación: retos de la gestión empresarial*. : , 2008. UAM, UNAM, Plaza y Valdés, Altec, México.
- Kendall, K. E. (2005). *Análisis y diseño de sistemas*. . Pearson Educación.
- Kodukula, P. (2014). *Organizational project portfolio management: a practitioner's guide*. . Ross Publishing, Inc. [https://books.google.es/books?id=4o7hCgAAQBAJ&lpq=PR5&ots=9gYwKgdP_X&dq=Kodukula%2C P. \(2014\). Organizational project portfolio management%3A a practitioner's guide. Plantation%2C FL.%3A J. Ross Publishing%2C Inc.&hl=es&pg=PR5#v=onepage&q=Kodukula, P. \(2014\). Organizational project portfolio management: a practitioner's guide. Plantation, FL.: J. Ross Publishing, Inc.&f=false](https://books.google.es/books?id=4o7hCgAAQBAJ&lpq=PR5&ots=9gYwKgdP_X&dq=Kodukula%2C%20P.%20(2014).%20Organizational%20project%20portfolio%20management%3A%20a%20practitioner%27s%20guide.%20Plantation%2C%20FL.%20J.%20Ross%20Publishing%20Inc.&hl=es&pg=PR5#v=onepage&q=Kodukula,%20P.%20(2014).%20Organizational%20project%20portfolio%20management%3A%20a%20practitioner%27s%20guide.%20Plantation,%20FL.:%20J.%20Ross%20Publishing,%20Inc.&f=false)
- Lee, S., Cho, C., Choi, J., & Yoon, B. (2017). R & D project selection incorporating customer-perceived value and technology potential: The case of the automobile industry. *Sustainability (Switzerland)*, 9(10). <https://doi.org/10.3390/su9101918>
- López, R. V. (2008). *Gestión eficaz de los procesos productivos*. Especial Directivos.
- Martínez, G. M. del C. (2013). *Gestión del cambio: La gestión empresarial*. Ediciones Díaz de Santos.
- Martinez G, L. (2006). *Gestión Del Cambio Y la Innovación en la Empresa*. Ediciones Díaz de Santos.
- Másmela, R. (2014). *Como implementar Sistemas para la Gestión de Proyectos en Organizaciones de Desarrollo de Software, guiados por un Modelo de Mejora Continua*.
- Meade, L. M., & Presley, A. (2002). R&D project selection using the analytic network process. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 49 #1(doi: 10.1109/17.985748.), 59–66.
- Mete, M. R. (2014). Valor actual neto y tasa de retorno: Su utilidad como herramientas para el análisis de y evaluación de proyectos de inversión. *FIDES ET RATIO*, 13(ISSN 2071-081X), 67–85. http://www.scielo.org.bo/pdf/rfer/v7n7/v7n7_a06.pdf
- Mikkola, J. H. (2001). Portfolio management of R&D projects: implications for innovation management. In *Technovation* (Vol. 21). www.elsevier.com/locate/technovation

- Mir, M. M., & Casadesús Fa, M. (2008). UNE 166002:2006: Estandarizar y sistematizar la i+d+ila norma y la importancia de las tic en su implementación. *DYNA Ingeniería e Industria*, 83, 127–131.
- Montero, G. (2020). *Notas de clase de curso “Gestión Avanzada de Proyectos” 2020 MOIGE, Universidad de Sevilla*.
- Muñoz, F., & Oteo, L. Á. (2013). *Análisis de Rentabilidad de una Inversión*. http://espacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:500856/n11.11_An_lisis_de_rentabilidad_de_una_inversi_n.pdf
- OCDE. (2003). *Manual de Frascati, 2002 : medición de las actividades científicas y tecnológicas : propuesta de norma práctica para encuestas de investigación y desarrollo experimental*. Fundación Española Ciencia y Tecnología.
- Ortegón, E., Pacheco, J. F., & Prieto, A. (2005). Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas. *CEPAL, Latin American and Caribbean Institute for Economic and Social Planning. Projects and Investment Programming Division.*, 13-undefined.
- Osorio, J. C., & Orejuela, J. P. (2008). Analític hierarchic process and multicriteria decisión making. Application example. *Scientia et Technica Año XIV, No 39, Universidad Tecnológica de Pereira. ISSN 0122-1701, 248–250*. <https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/3217>
- PMI. (2005). *PMBOK Guia de los Fundamentos de la Direccion de Proyectos*. Project Management Institute.
- PMI. (2017). *Guía PMBOK*. GlobalStandar.
- Pomeroy, R. S., Parks, J. E., Watson, L. M., & Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources. Protected Areas Programme. (2007). *Cómo evaluar una AMP: manual de indicadores naturales y sociales para evaluar la efectividad de la gestión de áreas marinas protegidas*. UICN, Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza.
- Rokou, E., Dimitra, V., & Konstantinos, K. (2011). *R&D Project Selection Using Web Anp Solver*. <https://doi.org/10.13033/isahp.y2011.047>
- Saaty, T. L. (2014). *Toma de decisiones para líderes. El proceso de analítico jerárquico la toma de decisiones en un mundo complejo*. (RWS (ed.); Spanish Edition). RWS Publications (1997). <https://books.google.es/books?id=-UwSBAAAQBAJ&lpg=PT64&hl=es&pg=PT64#v=onepage&q&f=false>
- Salazar, A. (2020). *Propuesta metodológica para la selección de proyectos de I+D para distribuir recursos de confinanciación*. Universidad Pontificia Bolivariana.
- Sanchez Hernández, M. (2017). *Propuesta de una guía metodológica para la selección, priorización y evaluación de proyectos en Allergan Medical Costa Rica*. INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA.
- Sánchez, M. J. R. (2013). *Indicadores De Gestión Empresarial: De La Estrategia a Los Resultados*. Palibrio.
- Sapag, N., Sapag, R., & Sapag, J. M. (2014). *Preparación y evaluación de proyectos* (Sexta Edic). Mc Graw Hill Education.
- Seclen, L. J. P. (2019). *Gestión de la innovación empresarial: conceptos, modelos y sistemas*. Fondo Editorial de la PUCP.,
- Silvia, V., & Villegas, S. (2011). Modelo de priorización de proyectos de inversión pública con enfoque multicriterio: caso SEMAPA. *Revista Perspectivas* (28), 14, 68–69.
- Wang, K., Wang, C. K., & Hu, C. (2005). Analytic hierarchy process with fuzzy scoring in evaluating multidisciplinary R&D projects in China. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 52(1), 119–129. <https://doi.org/10.1109/TEM.2004.839964>
- Wysocki, R., Beck, R., & Crane, D. (2013). Definición de un proyecto. *IEEM Revista de Negocios, Universidad de Montevideo*, 31–35.

