

(01-037) - Development of a Multi-Criteria Model for Sustainable Project Portfolio Selection and Optimization

Paneque De La Torre, Ángela ¹; Bastante-Ceca, María José ²; Capuz-Rizo, Salvador F. ²

¹ Asociación Española de Dirección e Ingeniería de Proyectos (AEIPRO), ² Universitat Politècnica de València

Currently, sustainability and the Sustainable Development Goals have become a source of inspiration for defining the strategic objectives of many organizations. The selection of a sustainable project portfolio implies an increase in the difficulty of an already complex process, such as selecting projects to be included in the project portfolio of the organization.

This work addresses the development of a model that takes into account multiple criteria for the selection and optimization of project portfolios with a sustainable focus. The proposed model aims to provide professionals with a tool to evaluate and select projects efficiently, considering not only economic aspects but also the environmental and social impacts of the projects. The primary goal of this model is to ensure that the project portfolio is balanced and aligned with the strategic objectives of the organization.

Keywords: sustainability; project portfolio selection; optimization

Desarrollo de un modelo multicriterio para la selección y optimización de una cartera sostenible de proyectos

En la actualidad la sostenibilidad y los Objetivos de Desarrollo Sostenible se han convertido en inspiración para la definición de los objetivos estratégicos de muchas organizaciones. La selección de una cartera sostenible de proyectos implica un aumento en la dificultad de un proceso ya de por sí complejo como es la selección de los proyectos que deben formar parte de la cartera de proyectos de la organización.

El presente trabajo aborda el desarrollo de un modelo que tiene en cuenta múltiples criterios para la selección y optimización de carteras de proyectos con un enfoque sostenible. El modelo propuesto trata de proporcionar a los profesionales una herramienta para evaluar y seleccionar proyectos de manera eficiente, considerando no solo los aspectos económicos, sino también los impactos ambientales y sociales de los proyectos. El fin principal de este modelo es asegurar que la cartera de proyectos sea equilibrada y esté alineada con los objetivos estratégicos de la organización.

Palabras clave: sostenibilidad; selección de cartera de proyectos; optimización

Correspondencia: Ángela Paneque de la Torre anpade@doctor.upv.es



1. Introducción

La dirección de proyectos es una disciplina de gran importancia para llevar a cabo una gestión correcta de los proyectos en las organizaciones. Para ello se utilizan metodologías, buenas prácticas reconocidas por asociaciones profesionales y se aplican estándares que apoyan a las personas encargadas de la dirección y gestión de los proyectos en su objetivo de llevar a cabo los proyectos de la forma más eficiente y eficaz posible. Sin embargo, una gestión eficiente y eficaz de los proyectos no es garantía de éxito si los proyectos que se realizan no son los proyectos correctos desde el punto de vista estratégico de la organización. La selección de los proyectos correctos para la organización es la principal misión de la gestión de carteras de proyectos.

La gestión de carteras de proyectos se define según IPMA (IPMA, 2015) como "un proceso dinámico de toma de decisiones en el cual se evalúan, seleccionan, priorizan y equilibran nuevos proyectos y programas en el contexto de los proyectos y programas existentes dentro de la cartera. El objetivo de la gestión de carteras es alinear los proyectos con la estrategia, mantener un equilibrio de diversos tipos de proyectos dentro de la cartera y asegurar que la cartera se ajuste a la capacidad de recursos para que la organización pueda obtener el máximo valor de las inversiones en proyectos".

La selección de la cartera de proyectos se considera como un problema de optimización complejo que implica criterios a menudo subjetivos que en ocasiones entran en conflicto y que son difíciles de comparar (Cruz-Reyes et al., 2013). De acuerdo con (Saiz et al., 2022), el hecho de que la gran mayoría de los autores busquen metodologías que integren varios criterios de toma de decisiones muestra que, a pesar de su importancia, un criterio económico como el Valor Actual Neto (VAN) no es lo suficientemente potente como para capturar todos los factores que deben considerarse. La inclusión de otros conceptos respalda esta afirmación. De ahí que los autores aborden el proceso de toma de decisiones según diferentes enfoques, que dependen del tipo de industria, el contexto específico de cada proyecto, el tipo de organización y las restricciones en el uso de sus recursos. A pesar de su dificultad, el proceso de selección de la cartera es esencial ya que una selección de proyectos inapropiados puede resultar en pérdidas económicas y de tiempo significativas, desperdicio de recursos humanos, oportunidades desaprovechadas y agotamiento de otros recursos valiosos dentro de la organización (Ebnerasoul et al., 2022).

La gestión de carteras de proyectos es crucial para garantizar que la organización utilice sus escasos recursos en trabajos valiosos y minimice los riesgos, maximice los recursos y proporcione una base para repetir éxitos pasados, lo que conduce a una mejor toma de decisiones (Ghannadpour et al., 2020).

Por otra parte, en términos de sostenibilidad, la gestión de carteras de proyectos permite a las organizaciones asegurarse de que sus proyectos estén alineados con sus objetivos de sostenibilidad, como la reducción de emisiones de carbono o la mejora de la eficiencia energética (Tong et al., 2023). Además, la consideración de la sostenibilidad en la estrategia empresarial se espera que aumente la complejidad (Engert et al., 2016), a lo que se añade la incertidumbre por la falta de información completa de los tomadores de decisiones en el momento de seleccionar los proyectos (Hannach et al., 2016), por lo que gestionar la complejidad y la incertidumbre mediante la gestión de carteras de proyectos es un gran apoyo en este contexto.

Varios autores han realizado sus propuestas para definir la sostenibilidad en relación con la dirección de carteras de proyectos. Schipper y Silvius (2018), por ejemplo, proponen una nueva formulación del objetivo de la gestión de carteras sostenible como: "la maximización del valor económico, ambiental y social de la cartera a corto y largo plazo para todos los

interesados afectados, mediante el equilibrio de los proyectos dentro de la cartera teniendo en cuenta las capacidades de la empresa y, en consecuencia, creando un modelo de negocio sostenible de manera transparente y ética".

Por otro lado, Mohammad y Pan (2021) definen la gestión de carteras sostenible como "un proceso para la selección y gestión de todos los proyectos de una organización para maximizar el valor, constituir una cartera optimizada, alinearse con los objetivos estratégicos y de sostenibilidad de la organización y ofrecer transparencia y responsabilidad con entregables sostenibles".

Tal como se deduce de las definiciones anteriores, para llevar a cabo una gestión de carteras sostenible es esencial que la sostenibilidad se encuentre presente en la estrategia de la organización. Una vez que la sostenibilidad forma parte de los objetivos a cubrir por la cartera de proyectos, debe diseñarse el procedimiento de selección de componentes para la cartera de forma que el resultado obtenido sea un conjunto de proyectos alineados con la estrategia de la organización (incluyendo la sostenibilidad), equilibrado en relación al riesgo, tamaño y tipo de los proyectos, y que maximice el valor para la organización.

De las definiciones anteriormente expuestas se infiere que un procedimiento para la selección de carteras sostenible debe cumplir lo siguiente:

- Los proyectos seleccionados deben maximizar el valor económico, ambiental y social para la organización.
- La cartera seleccionada debe estar alineada con los objetivos estratégicos y de sostenibilidad de la organización.
- Los proyectos seleccionados deben constituir una cartera equilibrada y optimizada teniendo en cuenta las capacidades de la organización.

El presente trabajo pretende desarrollar un procedimiento para la selección y optimización de carteras de proyectos con un enfoque sostenible teniendo en consideración múltiples criterios. Para ello se va a realizar en primer lugar una revisión sobre distintos modelos diseñados para la selección de carteras de proyectos y a continuación se realizará la propuesta de procedimiento para la selección de carteras sostenibles de proyectos.

2. Revisión de literatura sobre selección de carteras de proyectos

La selección de carteras de proyectos es un proceso que realizan las organizaciones, y por lo tanto cualquier herramienta que se proponga para realizar este proceso debe tener en cuenta los requisitos de sus usuarios. Según Brook y Pagnanelli (2014), los requisitos que las organizaciones piden a las herramientas para seleccionar carteras de proyectos son los siguientes: Facilidad para que los altos directivos acepten su implementación (fácil adquisición de la gerencia); Usabilidad en las operaciones diarias del negocio; Control de la complejidad; Calidad en la clasificación de proyectos; Sostenibilidad en cuanto al mantenimiento de la herramienta.

En la literatura se pueden encontrar diversos enfoques para la priorización de los proyectos en las carteras, con ventajas y desventajas de diversa índole.

Kandakoglu et al. (2023) identifican dos enfoques comunes para determinar una cartera óptima tras su revisión de la literatura. En un primer enfoque se determina una cartera óptima evaluando proyectos individualmente y luego generando la mejor cartera posible. Este enfoque es útil cuando se tienen datos cualitativos específicos de cada proyecto, ya que permite evaluar individualmente cada proyecto y tomar decisiones basadas en sus méritos individuales. Además, al evaluar los proyectos de forma individual, se puede observar claramente cómo cada proyecto contribuye al conjunto general de la cartera. Esto puede ayudar a comprender mejor la distribución del riesgo y el retorno en la cartera. Sin embargo,

este enfoque tiende a favorecer la selección de proyectos de bajo costo, lo que puede llevar a decisiones que no sean óptimas si se priorizan los costos sobre otros factores importantes, como el valor o el impacto estratégico de los proyectos. En el segundo enfoque se logra una cartera óptima evaluando carteras completas. Para ello se generan todas las posibles combinaciones de proyectos y posteriormente se evalúan estas carteras para seleccionar la mejor. Este enfoque es útil cuando hay interacciones complejas entre los proyectos, ya que evalúa carteras completas en lugar de proyectos individuales. Esto permite considerar sinergias y efectos de red entre los proyectos, lo que puede llevar a decisiones más informadas y estratégicas. Por otra parte, al generar y evaluar múltiples carteras, es más fácil comparar y entender las diferencias entre ellas. Esto facilita la identificación de la cartera óptima en función de diversos criterios y restricciones. Entre las desventajas que presenta este segundo enfoque se puede mencionar que cuando hay una gran cantidad de proyectos, el espacio de búsqueda de carteras se vuelve muy grande, lo que puede dificultar la exploración exhaustiva de todas las posibles combinaciones. Esto puede llevar a un aumento en el tiempo y los recursos computacionales necesarios para encontrar la solución óptima, lo que puede resultar en una limitación en situaciones en las que se requieren resultados rápidos.

Saiz et al. (2022) se centran en el análisis de la literatura existente sobre la optimización de carteras de proyectos, con el objetivo de identificar agrupaciones de investigación y tendencias. La gestión de carteras de proyectos es un campo de estudio complejo y desafiante en el que se han empleado diversos métodos para estudiar y analizar las carteras de proyectos, incluyendo enfoques descriptivos, cualitativos, de puntuación, análisis multicriterio, programación matemática e híbridos. Las metodologías basadas en la clasificación de proyectos (como AHP, ANP, ELECTRE, VIKOR, etc.) parecen ser lo suficientemente buenas para proyectos mutuamente excluyentes que no comparten recursos. Tales enfoques tienden a clasificar los proyectos basándose en una consolidación de los criterios de decisión en un parámetro, como la contribución al valor, la alineación con la estrategia o la desviación de la situación ideal. Los casos en los que otros factores se vuelven críticos, como posibles recursos compartidos dentro de la misma empresa, tienden a obtener el conjunto de Pareto de carteras no dominadas y clasificar las carteras en lugar de los proyectos. Desde una perspectiva computacional, este es un enfoque más desafiante, pero ofrece varias ventajas. En primer lugar, estos enfoques permiten incluir restricciones más realistas, como posibles conflictos de recursos, sinergias entre diferentes proyectos e inclusión de matrices de habilidades de recursos. Otra ventaja importante es la disponibilidad de varias soluciones casi óptimas, que enriquecen las interacciones de revisión con los tomadores de decisiones. Esto es especialmente interesante en casos donde las preferencias entre diferentes criterios pueden cambiar rápidamente debido a la modificación de las condiciones laborales. En este trabajo la revisión muestra cómo algunos autores se centran en mejorar la interacción con los tomadores de decisiones, mientras que otros se concentran en proporcionar mejores soluciones en tiempos de computación reducidos mediante el empleo de algoritmos metaheurísticos.

En relación con la sostenibilidad, Mohagheghi et al. (2022) llevan a cabo una revisión rápida de los artículos más recientes sobre la selección de carteras de proyectos y observan que, aunque la sostenibilidad apenas se aborda en estos estudios, cada vez es más crítico considerar aspectos como los sociales y ambientales, debido a las condiciones globales, y la mayoría de estos estudios se apoyan en métodos de toma de decisiones multicriterio para evaluar los aspectos sostenibles.

Algunos trabajos (Cluzel et al., 2016; Salehi et al., 2022) muestran procesos de selección de carteras sostenibles basados en sencillos métodos de puntuación. De acuerdo con Cluzel et al. (2016), los modelos de puntuación son herramientas simples, directas, efectivas y flexibles que se utilizan para evaluar y clasificar proyectos según ciertos criterios. Estos modelos permiten encontrar un equilibrio entre el rigor necesario en la evaluación y el tiempo dedicado

al estudio. La evaluación de los proyectos se realiza mediante la asignación de valores, ya sea cualitativos o cuantitativos, en función de diversos indicadores. Esta asignación de valores tiene como objetivo clasificar los proyectos y determinar su posición relativa en relación con los criterios establecidos. La ponderación de estos criterios permite adaptar el modelo a necesidades específicas, lo que facilita su aplicación en diversos contextos y áreas de investigación. Por lo tanto, los modelos de puntuación son herramientas valiosas para la toma de decisiones en la selección y priorización de proyectos, ya que ofrecen una forma sistemática y estructurada de evaluar y comparar diferentes opciones.

Algunos autores (Dobrovolskienė & Tamošiūnienė, 2016a; Siew, 2016) han desarrollado el concepto de frontera eficiente en referencia a una línea que facilita la selección de una cartera de proyectos óptima desde una perspectiva de sostenibilidad. La frontera eficiente de la cartera desarrollada por Markowitz, se refiere a un conjunto de niveles de rendimiento y riesgo de cartera factibles que ofrecen el riesgo más bajo para cualquier nivel de rendimiento dado o el rendimiento más alto para cualquier nivel de riesgo, conociéndose las carteras que se encuentran en esta línea como carteras eficientes u óptimas. Los autores han sustituido las variables de Markowitz por un índice compuesto de sostenibilidad de los proyectos. Este método se ha propuesto para medir la sostenibilidad de un proyecto empresarial en la industria de la construcción. Un valor más alto significa un nivel más alto de sostenibilidad del proyecto. Para ello solo seleccionaron 15 criterios de sostenibilidad, incluyendo cuatro criterios económicos, cinco criterios sociales y seis criterios ambientales, como importantes para los profesionales en la industria de la construcción.

3. Propuesta en tres etapas para la selección de una cartera de proyectos sostenible

La propuesta presentada se estructura en tres etapas diseñadas para la selección de una cartera de proyectos sostenible. En la primera etapa se lleva a cabo una evaluación inicial del impacto en la sostenibilidad de las propuestas de proyectos mediante el uso de un índice compuesto, específicamente el Análisis de Impacto P5 (P5IA) desarrollado por GPM en su estándar para la sostenibilidad en la dirección de proyectos (GPM, 2019). El principal objetivo de P5 es identificar los impactos potenciales en la sostenibilidad, tanto positivos como negativos, para apoyar decisiones informadas y una asignación efectiva de recursos. La Figura 1 resume la ontología de P5, que es un conjunto de conceptos y categorías en el área temática que muestra sus propiedades y relaciones. La ontología P5 ayuda a gestionar la complejidad al organizar la información de manera coherente.

Esta valoración inicial actúa como filtro, descartando las propuestas de proyectos que no alcanzan un valor mínimo definido en el Índice de Sostenibilidad, asegurando así que solo las propuestas con un nivel aceptable de sostenibilidad avancen a la siguiente etapa. De esta forma se consigue que los entregables de los proyectos seleccionados sean sostenibles y no se trabaja valorando proyectos que finalmente deban ser desechados por su falta de sostenibilidad.

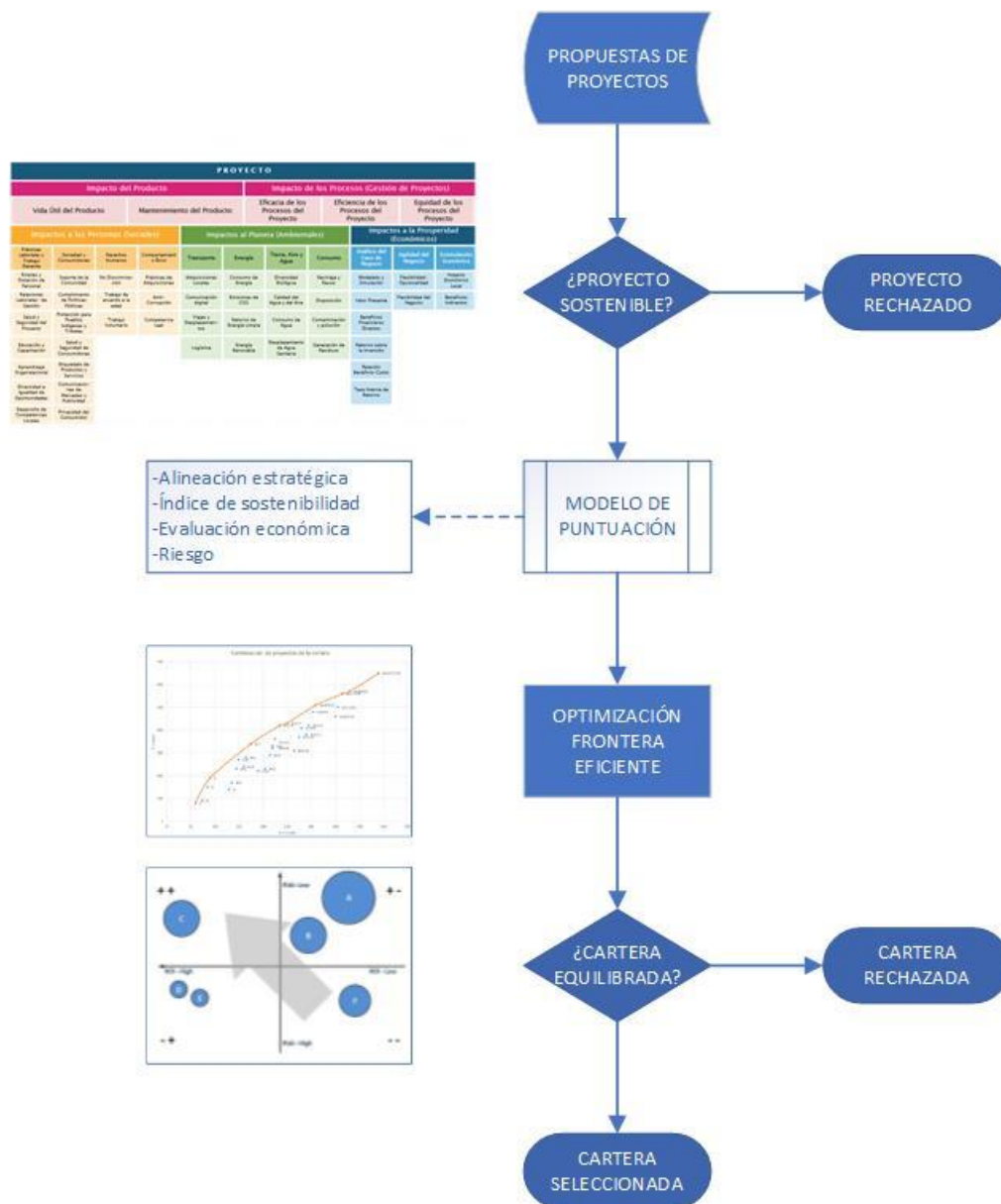
Figura 1. La ontología de P5. Fuente: (GPM, 2019)

PROYECTO										
Impacto del Producto				Impacto de los procesos (Gestión de Proyectos)						
Vida útil del producto		Mantenimiento del Producto		Eficacia de los Procesos del Proyecto		Eficiencia de los Procesos del Proyecto		Equidad de los Procesos del Proyecto		
Impactos a las Personas (Sociales)				Impactos al Planeta (Ambientales)				Impactos a la Prosperidad (Económicos)		
Prácticas Laborales y Trabajo Decente	Sociedad y Consumidores	Derechos Humanos	Comportamiento Ético	Transporte	Energía	Tierra, Aire y Agua	Consumo	Análisis del Caso de Negocio	Agilidad del Negocio	Estimulación Económica
Empleo y Dotación de Personal	Soporte de la comunidad	No Discriminación	Prácticas de Adquisiciones	Adquisiciones Locales	Consumo De Energía	Diversidad Biológica	Reciclaje Y Reutilización	Modelado Y Simulación	Flexibilidad/Opcionalidad	Impacto Económico Local
Relaciones Laborales /de Gestión	Cumplimiento de Políticas Públicas	Trabajo de Acuerdo a la Edad	Anticorrupción	Comunicación Digital	Emisiones De CO2	Calidad Del Agua Y Del Aire	Disposición	Valor Presente	Flexibilidad del Negocio	Beneficios Indirectos
Salud y Seguridad del Proyecto	Protección para Pueblos Indígenas y Tribales	Trabajo Voluntario	Competencia Leal	Viajes Y Desplazamientos	Retorno De Energía Limpia	Consumo De Agua	Contaminación	Beneficios Financieros Directos		
Educación y Capacitación	Salud y Seguridad de Consumidores			Logística	Energía Renovable	Desplazamiento De Agua Sanitaria	Generación De Residuos	Retorno Sobre La Inversión		
Aprendizaje Organizacional	Etiquetado de Productos y Servicios							Relación Beneficio-costos		
Diversidad e Igualdad de Oportunidades	Comunicaciones de Publicidad							Tasa Interna De Retorno		
Desarrollo de competencias Locales	Privacidad del Consumidor									

En la segunda etapa, las propuestas de proyectos que han superado el filtro de sostenibilidad pasan a una evaluación más detallada, considerando aspectos como la alineación estratégica de los proyectos, el índice de sostenibilidad, la viabilidad económica y el riesgo. Se propone la implementación de un modelo de puntuación para esta evaluación. Una de las ventajas de los modelos de puntuación es su fácil implementación para las organizaciones (Cluzel et al., 2016). Este modelo de puntuación proporcionará un listado de proyectos junto con sus valoraciones respectivas, facilitando así la comparación y selección informada de proyectos. La elección de los diferentes criterios (alineación estratégica, índice de sostenibilidad, viabilidad económica y riesgo) garantizará una cartera que se encuentre alineada con los objetivos estratégicos y de sostenibilidad de la organización.

El objetivo final de la selección de la cartera de proyectos es maximizar el valor económico, ambiental y social para la organización. Por lo tanto, en la tercera etapa se utilizará la frontera eficiente para determinar la combinación óptima de proyectos que maximice el valor de la cartera dentro del presupuesto disponible, es decir, teniendo en cuenta las capacidades de la organización.

Figura 2. Propuesta en tres etapas para la selección de una cartera de proyectos sostenible



Por último, debe comprobarse que el conjunto de proyectos seleccionado conforma una cartera equilibrada. Para ello debe considerarse tres dimensiones para verificar que la combinación de proyectos esté bien equilibrada. Primero se considera la dimensión del horizonte temporal, ya que una cartera ideal incluye proyectos a corto, medio y largo plazo. En segundo lugar, se examina la naturaleza del proyecto, con el objetivo de comprobar que la distribución de la relación riesgo-recompensa sea equilibrada. Finalmente, se observa la proporción de los proyectos según los tipos de proyectos definidos por la estrategia de la organización. Para ello pueden aplicarse los cubos estratégicos, en los que la organización decide qué porcentaje de su presupuesto se dirige a cada tipo de proyecto. Para cada dimensión, es necesario preguntarse si la cartera está equilibrada o no. Se asume que esta pregunta depende claramente del posicionamiento estratégico de la empresa y que no hay una respuesta correcta de forma general, por lo que no se propone una regla general.

En la Figura 2 se muestra de forma gráfica la propuesta en tres etapas para la selección de una cartera de proyectos sostenible. Esta metodología proporciona un enfoque sistemático y estructurado para la selección de proyectos, asegurando que la cartera final no solo sea sostenible, sino también estratégicamente alineada, optimizada para generar el máximo valor para la organización y equilibrada.

4. Conclusiones

La gestión de carteras de proyectos emerge como una disciplina fundamental para la alineación estratégica y la optimización de los recursos en las organizaciones. Además, la integración de la sostenibilidad como un componente esencial en la estrategia de selección de proyectos garantiza que los proyectos seleccionados maximicen el valor económico, ambiental y social para las organizaciones, de forma que estas pueden no solo mejorar su desempeño a corto plazo, sino también asegurar su relevancia y éxito a largo plazo en un entorno empresarial cada vez más complejo y exigente.

La propuesta de un procedimiento en tres etapas para la selección de una cartera sostenible proporciona un marco robusto y estructurado. Este marco no solo filtra los proyectos en función de su impacto en la sostenibilidad, sino que también asegura una alineación estratégica y una evaluación detallada de riesgos y viabilidad económica. La aplicación de la frontera eficiente en la última etapa garantiza la optimización del valor de la cartera dentro de las capacidades de la organización, promoviendo una distribución equilibrada y estratégica de los proyectos.

En relación con la literatura existente sobre gestión de carteras de proyectos, la metodología propuesta combina los dos enfoques identificados por Kandakoglu et al. (2023). En primer lugar, evalúa los proyectos de forma individual, lo que permite observar claramente cómo cada proyecto contribuye al conjunto general de la cartera. Posteriormente, se selecciona la mejor cartera evaluando tanto el valor como el equilibrio de carteras completas a partir de todas las posibles combinaciones de proyectos. La metodología propuesta reduce el número de proyectos a combinar al haber realizado una preselección previa de aquellos proyectos que cumplen el requisito de sostenibilidad.

Por otra parte, de los diversos métodos utilizados en la literatura para estudiar y analizar las carteras de proyectos, los modelos empleados en la metodología propuesta, como el método de puntuación, son de los más sencillos a implementar por las organizaciones. Para el uso de estos métodos se necesitan herramientas informáticas sencillas como una hoja de cálculo.

Por último, la utilización de un índice de sostenibilidad general, compuesto por una serie de criterios que cubre todo el espectro de la sostenibilidad independientemente del sector al que pertenezca la organización, garantiza el equilibrio entre factores económicos, ambientales y sociales. En algunos casos mostrados en la literatura, este equilibrio no se mantiene al utilizar el juicio de expertos del sector específico de la organización. Estos expertos en muchas ocasiones realizan concesiones entre diferentes factores o criterios para determinar los criterios a valorar y sus pesos, de forma que el peso de uno de los factores (sociales, ambientales o económicos) prevalece sobre los otros dos (Brook & Pagnanelli, 2014; Dobrovolskienė & Tamošiūnienė, 2016b; Ghannadpour et al., 2021; Khalili-Damghani & Tavana, 2014; Ma et al., 2020; Mohagheghi & Mousavi, 2021; RezaHoseini et al., 2020; Wu et al., 2019).

Se puede concluir que la implementación de la metodología propuesta para la selección de una cartera de proyectos sostenible proporciona una base sólida para la toma de decisiones, minimizando riesgos y maximizando oportunidades para el crecimiento sostenible de la organización.

5. Referencias

- Brook, J. W., & Pagnanelli, F. (2014). Integrating sustainability into innovation project portfolio management - A strategic perspective. *Journal of Engineering and Technology Management - JET-M*, 34, 46–62. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2013.11.004>
- Cluzel, F., Yannou, B., Millet, D., & Leroy, Y. (2016). Eco-ideation and eco-selection of R&D projects portfolio in complex systems industries. *Journal of Cleaner Production*, 112, 4329–4343. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.08.002>
- Cruz-Reyes, L., Balderas J., F. A., Medina T., C., López I., F., Gómez S., C. G., & Morales R., M. L. (2013). An interactive decision support system framework for social project portfolio selection. *Studies in Computational Intelligence*, 451, 377–391. https://doi.org/10.1007/978-3-642-33021-6_30
- Dobrovolskienė, N., & Tamošiūnienė, R. (2016a). An index to measure sustainability of a business project in the construction industry: Lithuanian case. *Sustainability (Switzerland)*, 8(1), 1–14. <https://doi.org/10.3390/su8010014>
- Dobrovolskienė, N., & Tamošiūnienė, R. (2016b). Sustainability-Oriented financial resource allocation in a project portfolio through multi-criteria decision-making. *Sustainability (Switzerland)*, 8(5), 1–18. <https://doi.org/10.3390/su8050485>
- Ebnerasoul, M., Farid, S., & Abdolrahman, G. (2022). A collective efficacy - based approach for bi - objective sustainable project portfolio selection using interdependency network model between projects. *Environment, Development and Sustainability*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02638-3>
- Engert, S., Rauter, R., & Baumgartner, R. J. (2016). Exploring the integration of corporate sustainability into strategic management: A literature review. *Journal of Cleaner Production*, 112, 2833–2850. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.08.031>
- Ghannadpour, S. F., Hoseini, A. R., Bagherpour, M., & Ahmadi, E. (2020). Appraising the triple bottom line utility of sustainable project portfolio selection using a novel multi-criteria house of portfolio. In *Environment, Development and Sustainability* (Issue 0123456789). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/s10668-020-00724-y>
- Ghannadpour, S. F., Hoseini, A. R., Bagherpour, M., & Ahmadi, E. (2021). Appraising the triple bottom line utility of sustainable project portfolio selection using a novel multi-criteria house of portfolio. *Environment, Development and Sustainability*, 23(3), 3396–3437. <https://doi.org/10.1007/s10668-020-00724-y>
- GPM. (2019). *El Estándar P5™ de GPM para La Sostenibilidad en la Dirección de Proyectos GPM Global Versión 2.0* (Versión 2.). www.greenprojectmanagement.org
- Hannach, D. El, Marghoubi, R., & Dahchour, M. (2016). Project portfolio management Towards a new project prioritization process. *2016 International Conference on Information Technology for Organizations Development, IT4OD 2016*. <https://doi.org/10.1109/IT4OD.2016.7479281>
- IPMA. (2015). Individual Competence Baseline for Project Management. In *International Project Management Association*.
- Kandakoglu, M., Walther, G., & Ben Amor, S. (2023). The use of multi-criteria decision-making methods in project portfolio selection: a literature review and future research directions. *Annals of Operations Research*. <https://doi.org/10.1007/s10479-023-05564-3>
- Khalili-Damghani, K., & Tavana, M. (2014). A Comprehensive Framework for Sustainable Project Portfolio Selection Based on Structural Equation Modeling. *Project Management Journal*, 45, 83–97. <https://doi.org/10.1002/pmj.21404>

- Ma, J., Harstvedt, J. D., Jaradat, R., & Smith, B. (2020). Sustainability driven multi-criteria project portfolio selection under uncertain decision-making environment. *Computers and Industrial Engineering*, 140(August 2019), 106236. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106236>
- Mohagheghi, V., & Mousavi, S. M. (2021). A new multi-period optimization model for resilient-sustainable project portfolio evaluation under interval-valued Pythagorean fuzzy sets with a case study. *International Journal of Machine Learning and Cybernetics*, 12(12), 3541–3560. <https://doi.org/10.1007/s13042-021-01403-8>
- Mohagheghi, V., Mousavi, S. M., & Shahabi-Shahmiri, R. (2022). Sustainable project portfolio selection and optimization with considerations of outsourcing decisions, financing options and staff assignment under interval type-2 fuzzy uncertainty. *Neural Computing and Applications*, 34(17), 14577–14598. <https://doi.org/10.1007/s00521-022-07207-3>
- Mohammad, J., & Pan, Y. C. (2021). Sustainability, the Fourth Pillar of Project Portfolio Management – a Holistic Approach. *Journal of Modern Project Management*, 10(1), 199–215. <https://doi.org/10.19255/JMPM02714>
- RezaHoseini, A., Ghannadpour, S. F., & Hemmati, M. (2020). A comprehensive mathematical model for resource-constrained multi-objective project portfolio selection and scheduling considering sustainability and projects splitting. *Journal of Cleaner Production*, 269, 122073. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122073>
- Saiz, M., Lostumbo, M. A., Juan, A. A., & Lopez-Lopez, D. (2022). A clustering-based review on project portfolio optimization methods. *International Transactions in Operational Research*, 29(1), 172–199. <https://doi.org/10.1111/itor.12933>
- Salehi, F., Mirzapour Al-e-Hashem, S. M. J., & Moattar Hussein, S. M. (2022). A 2-phase interdependent methodology for sustainable project portfolio planning in the pharmaceutical industry. *Computers & Industrial Engineering*, 174(August), 108794. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108794>
- Schipper, R. P. J. R., & Silvius, A. J. G. (2018). Towards a conceptual framework for sustainable project portfolio management. *International Journal of Project Organisation and Management*, 10(3), 191–221. <https://doi.org/10.1504/IJPOM.2018.093977>
- Siew, R. Y. J. (2016). Integrating sustainability into construction project portfolio management. *KSCSE Journal of Civil Engineering*, 20(1), 101–108. <https://doi.org/10.1007/s12205-015-0520-z>
- Tong, X., Linderman, K., & Zhu, Q. (2023). Managing a portfolio of environmental projects: Focus, balance, and environmental management capabilities. *Journal of Operations Management*, 69(1), 127–158. <https://doi.org/10.1002/joom.1201>
- Wu, Y., Xu, C., Ke, Y., Tao, Y., & Li, X. (2019). Portfolio optimization of renewable energy projects under type-2 fuzzy environment with sustainability perspective. *Computers and Industrial Engineering*, 133(November 2018), 69–82. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.04.050>

**Comunicación alineada con los
Objetivos de Desarrollo Sostenible**

