



Desarrollo de herramienta metodológica para priorización  
y selección de proyectos de innovación.

26/11/23

## Resumen ejecutivo (español).

El presente trabajo consistirá en la aplicación de una metodología multicriterio sobre la cartera de proyectos de la empresa INPPA radiadores. El trabajo demuestra lo realizado durante el periodo de pasantía segundo semestre 2023 en dicha empresa.

La gestión de proyectos es un pilar fundamental en las empresas actuales y cada vez va tomando más importancia por lo que tener una gestión tanto de priorización como de selección de proyectos de una cartera en base a las capacidades de la empresa es clave para poder mantener el orden, fomentar en desarrollo de los proyectos y minimizar riesgos.

INPPA es una empresa proveedora del sector minero la cual busca liderar en diferenciación dentro de su acotado mercado debido a su menor tamaño en comparación a la competencia. Es por esto que buscan constantemente proyectos con un grado de innovación ya sea en términos de mejora de procesos, nuevos productos o incluso nuevas líneas de negocio. La empresa actualmente trata de realizar todos sus proyectos de forma simultánea, lo que resulta en una sobreexplotación de recursos tanto financieros como humanos, que no permite que se puedan desarrollar de manera correcta los proyectos. Esta situación históricamente ha resultado en problemas de cuellos de botella debido a la mala asignación de recursos lo que se traduce directamente en que hay proyectos que han sido desechados a mitad de camino o que no han cumplido con sus objetivos y planificación. Es por esto que el objetivo general del trabajo es mejorar la tasa de realización de los proyectos seleccionados, aumentarla del actual 35% a por lo menos un 70%, logrando evitar pérdidas de recursos debido a malas gestiones y priorizaciones de la cartera.

En base a esto, se aplicó la técnica AHP (Analytic Hierarchy Process) para gestionar una mejor forma de tomar decisiones sobre la cartera de proyectos en base a criterios alineados con los objetivos de la empresa. Esto entregó un orden de ejecución de proyectos que asegura el cumplimiento de las restricciones de recursos. Lo que se tradujo directamente en un aumento a futuro en la tasa de realización del proyecto. Para la selección del proyecto a ejecutar se analiza el atractivo de cada uno, tomando en cuenta criterios que cumplen con las necesidades de la empresa y se encuentran alineados con los objetivos de esta. Se busca que los resultados de la solución sirvan como guía para la empresa al momento de tener que tomar decisiones sobre su cartera de proyectos, tomando en cuenta la mayor cantidad de información posible y considerando criterios que la propia compañía considere útiles para la selección de alternativas.

Resumen ejecutivo (inglés).

This work involves the application of a multicriteria methodology to the project portfolio of INPPA Radiadores. The study showcases the activities undertaken during the internship period in the second semester of 2023 at the company.

Project management is a fundamental in current industry and is increasingly gaining importance. Therefore, having a management system for both prioritizing and selecting projects from a portfolio based on the company's capabilities is key to maintaining order, promoting project development, and minimizing risks.

INPPA is a supplier company in the mining industry that aims to lead in differentiation within its limited market due to its smaller size compared to the competition. Consequently, the company constantly seeks innovative projects, whether in terms of process improvement, new products, or even new business lines. Currently, the company attempts to carry out all its projects simultaneously, resulting in overexploitation of both financial and human resources, hindering the proper development of projects. Historically, this situation has led to bottleneck problems due to poor resource allocation, resulting in projects being abandoned halfway or failing to achieve their objectives and initial planning. Therefore, the overall objective of this work is to improve the project completion rate, increasing it from the current 35% to at least 70%, thus avoiding losses of resources due to poor management and prioritization of the portfolio.

In light of this, the Analytic Hierarchy Process (AHP) technique was applied to manage a better decision-making process regarding the project portfolio based on criteria aligned with the company's objectives. This provided a project execution order that ensures compliance with resource constraints, directly translating into a future increase in the project completion rate. For the selection of the project to be executed, the attractiveness of each project is analyzed, considering criteria that meet the company's needs and align with its objectives. The goal is for the solution's results to serve as a guide for the company when making decisions about its project portfolio, considering the maximum amount of information possible and taking into account criteria that the company itself deems useful for alternative selection.

## Tabla de contenido

<b>Introducción. ....</b>	<b>5</b>
<b>Identificación y explicación del problema.....</b>	<b>14</b>
<b>Objetivos .....</b>	<b>19</b>
<b>Estado del arte. ....</b>	<b>20</b>
<b>Solución.....</b>	<b>25</b>
<b>Metodología.....</b>	<b>31</b>
<b>Desarrollo e implementación. ....</b>	<b>38</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>42</b>
<b>Conclusión .....</b>	<b>44</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>47</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>49</b>

## **Introducción.**

La gestión eficiente de proyectos es esencial para el desarrollo sostenido de las empresas, especialmente en un mercado que evoluciona rápidamente debido a las innovaciones tecnológicas. La correcta administración de una cartera de proyectos, considerando los recursos disponibles y los objetivos de la empresa, se vuelve crucial para lograr este desarrollo. La selección y priorización de proyectos dentro de la cartera se convierte en un desafío multicriterio que requiere una metodología que permita gestionar los recursos de manera eficaz, priorizando aquellos que maximizan los beneficios según criterios definidos por la empresa.

INPPA radiadores tiene clara la importancia de una correcta gestión de la cartera o portafolio de proyectos de innovación por lo que pasa a ser relevante contar con herramientas capaces de priorizar y seleccionar proyectos en base a criterios que la misma empresa define como aquellos que generen un mayor impacto en los objetivos que se busca alcanzar.

Por lo anterior, se busca entregar una herramienta que le permita gestionar su cartera de proyectos de manera eficiente, tomando en cuenta los recursos disponibles y los criterios seleccionados por la empresa en base a sus necesidades.

### **1.2. Contexto de empresa.**

#### **1.2.1. Descripción de la empresa.**

INPPA radiadores es una empresa perteneciente al grupo INPPA, conglomerado conformado en 1949 y subdividida en INPPA radiadores, Metal Mecánica Silva e INPPA servicios industriales. Cada una con su propia infraestructura ubicada en las regiones de Antofagasta y Metropolitana. Su unidad de negocios gira en torno a los intercambiadores de calor, área sobre la cual tienen vasta experiencia lo que les permite ajustarse a condiciones de operación variadas dependientes del proyecto. INPPA radiadores es la subdivisión especializada en la mantención, reparación y fabricación de intercambiadores de calor industriales, generalmente radiadores de equipos mineros, por lo que confeccionan productos de calidad tales como intercoolers, enfriadores de aceite, radiadores, tubos disipadores, radiadores y cambios de tubos, placas y carcasas. La empresa ha mantenido participación en una variedad de industrias, tales como la construcción,

alimentos, minería, transporte y vivienda, gracias a sus avances tecnológicos propios tanto en procesos como servicios. INPPA presenta con orgullo el hecho de que opera con todas las normativas tanto ambientales como operacionales que requiere el rubro, existe paridad de género y está liderada por mujeres. Se rigen mediante políticas de alta calidad tanto en la gestión de calidad (ISO9001), gestión de salud y seguridad (ISO 45001) y alta calificación en la certificación Sicep de proveedores de grandes industrias. Por un lado, la sede de Santiago tiene 56 empleados, 37 forman parte de INPPA radiadores y 19 de Metal Mecánica Silva mientras que la de Antofagasta tiene 39 trabajadores.

Este proyecto se realizó dentro del área de operaciones de la empresa, específicamente en el área de innovación, la cual es una rama paralela que se encuentra bajo el mando de operaciones. El equipo de trabajo de operaciones cumple el rol de gestionar y planificar la innovación. En cuanto a la estructura organizacional de INPPA radiadores, se divide de la siguiente manera:

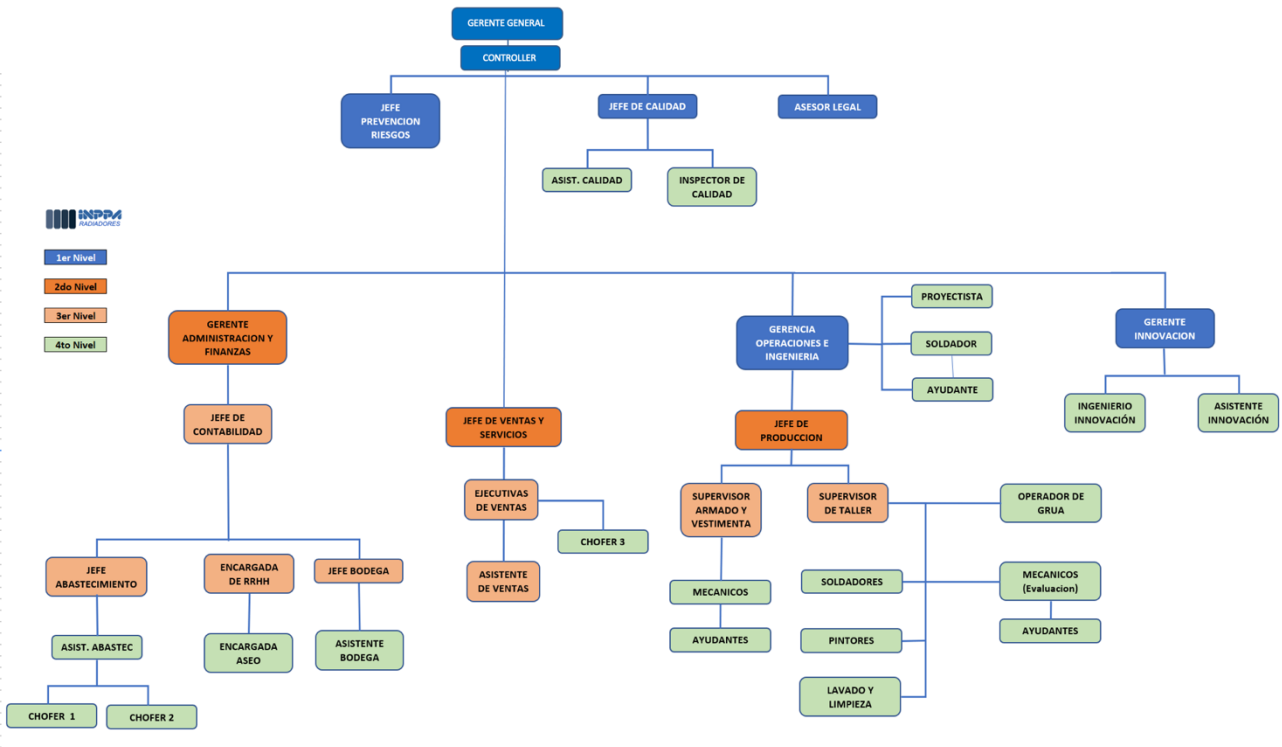


Figura 1: Organigrama INPPA radiadores

Fuente: “Informe oficial INPPA radiadores 2020”

El supervisor de este proyecto es el gerente de operaciones e ingeniería. Se puede ver que existe una estructura organizacional jerárquica.

#### 1.2.2. Mercado.

En cuanto al mercado de reparación de radiadores, INPPA captura alrededor del 30% de la cuota de mercado, siendo Radiadores Gómez su principal competencia.

Mercado reparación de radiadores

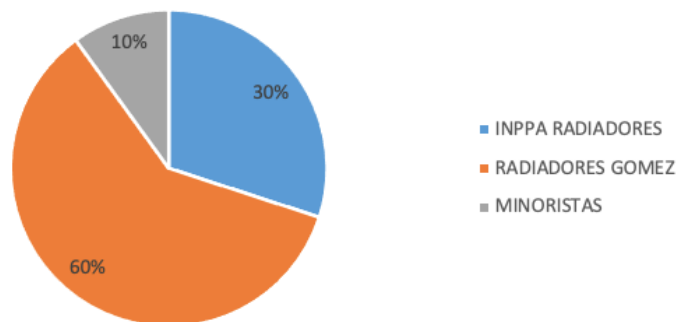


Figura 2: Gráfico mercado INPPA radiadores

Fuente: Elaboración propia

Los principales clientes de INPPA son CODELCO, Antofagasta Minerals, BHP y SQM, formando relaciones directas con faenas como Sierra Gorda, minera Meridian, Zaldívar y Escondida.

La empresa le llama proyectos de innovación a todo aquel trabajo, a pedido por un cliente o proveniente de una iniciativa propia de la empresa que suponga la creación de una nueva línea de negocio, una mejora en algún proceso actual y un nuevo producto dentro de la misma línea de negocios de la empresa (por ejemplo, un radiador con componentes nuevos que le permitan alargar su vida útil).

### 1.2.3. Subsidios.

INPPA para todos sus proyectos busca postular a fondos subvencionados para poder financiar parte de sus proyectos de innovación, apoyándose en la Ley I+D la cual permite rebajar impuestos mediante gastos en innovación y desarrollo y postulando a los fondos concursables de CORFO asociados a innovación y desarrollo empresarial.

Estos fondos, financian el 50% del proyecto, el restante debe ser financiado por el beneficiario, dividido entre aportes pecuniarios y valorados. En el caso de los aportes pecuniarios, estos corresponden al desembolso de recursos monetarios efectuados por la empresa participante en la ejecución del proyecto. Por otro lado, los aportes valorados, corresponden en el uso de bienes, RRHH, infraestructura e instalaciones existentes de la propia empresa que sean empleados en la realización del proyecto.

### 1.3. Metodología actual de selección de proyectos.

Actualmente la empresa sigue una serie de pasos para decidir si un proyecto será parte de su cartera, este diagrama de proceso difiere completamente del utilizado para la producción de partes, piezas y reparaciones (ver anexo 1). A continuación, se puede observar el proceso de selección de proyectos:



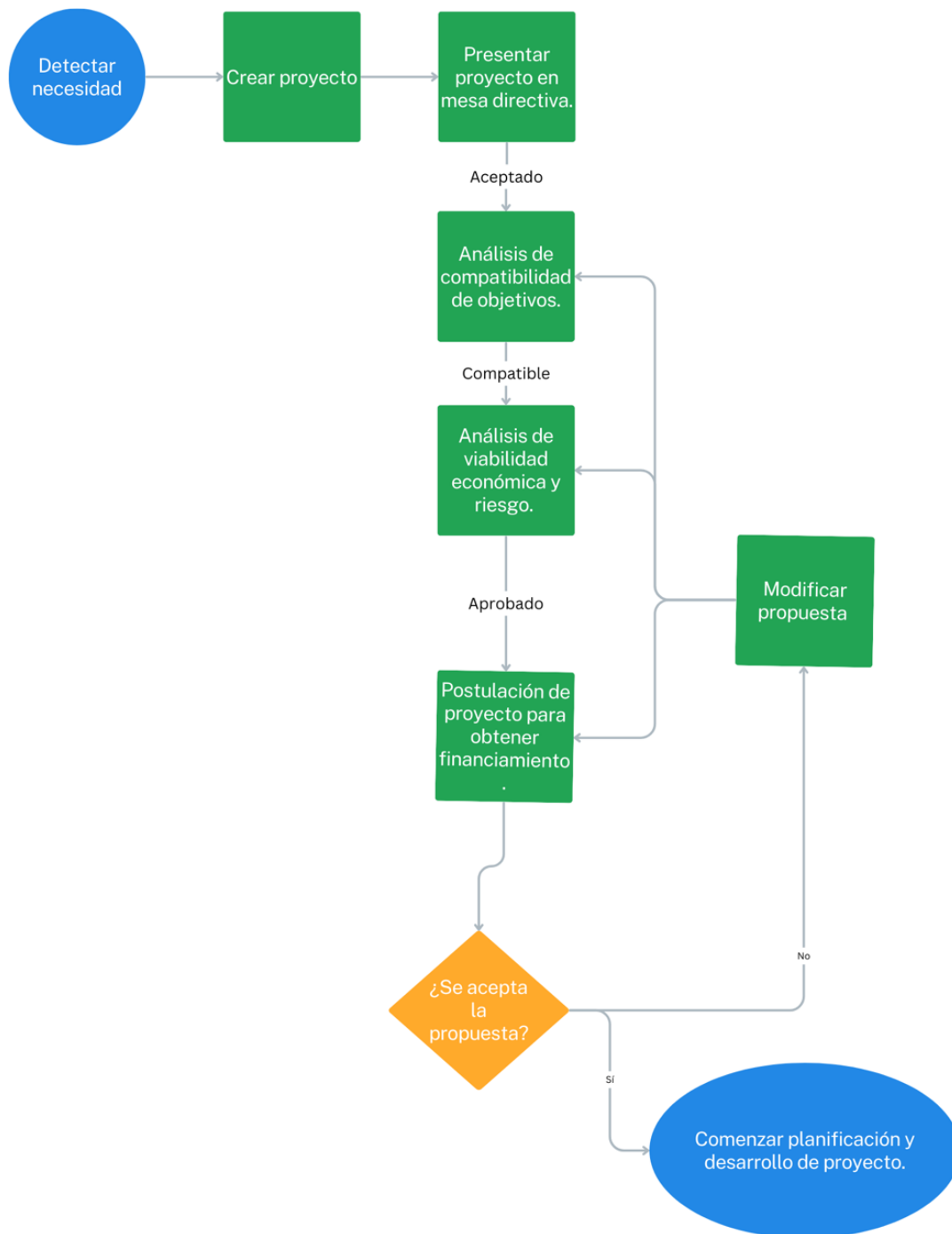


Figura 3: Diagrama general selección de proyectos

Fuente: elaboración propia.

### 1. Detección de oportunidad o necesidad.

La empresa suele recibir pedidos a medida de clientes, por lo que se deben buscar alternativas para poder entregar una modificación específica al producto. Por otro lado, la empresa puede detectar falencias en su proceso productivos, lo que se traduce en la búsqueda de una posible mejora. También puede ser que la empresa detectó una nueva oportunidad de negocios que le

permite aplicar sus conocimientos en un área distinta a la habitual, en donde se puede ampliar la gama de productos o adentrarse en nuevos mercados. Al detectar esta necesidad u oportunidad, el proyecto es presentado en el comité directivo.

## 2. Ajuste de objetivos de empresa y proyecto.

El panel directivo es el encargado de definir de manera específica los objetivos del proyecto para poder analizarlos y ver si son compatibles con el objetivo general de la empresa y el objetivo que ellos le asignan al área de desarrollo de proyectos de innovación. En caso de que exista compatibilidad, el proyecto avanza.

## 3. Análisis de viabilidad económica y de riesgo.

Cuando el proyecto pasa la primera etapa de selección, se realiza un breve estudio económico, junto con un análisis de mercado en el caso de que se trate de un nuevo producto o línea de negocio. En cuanto a indicadores económicos se hace una estimación de retornos y de valor actual neto para analizar la viabilidad económica del proyecto. En cuanto a los riesgos, basta con que el proyecto tenga viabilidad económica y existan los recursos para llevarlo a cabo.

## 4. Crear borrador de proyecto para buscar financiamiento.

En esta etapa, la empresa crea un borrador con todo lo necesario para poder postularlo a un subsidio, esto significa que se debe tener un panorama general del proyecto en cuanto a objetivos, mercado objetivo, detección de oportunidad, solución, capacidades de empresa, presupuesto y plan de trabajo. En caso de no obtener financiamiento externo, INPPA hace una reevaluación económica de la inversión.

## 5. Conformar equipo y asignar recursos.

Cuando el proyecto ya fue aprobado, se asignan los encargados específicos y el área de la empresa que va a estar encargada de la planeación y ejecución del proyecto.

## 6. Comenzar planificación.

Para la planificación del proyecto, INPPA designa un encargado de la planificación y gestión del proyecto, quien estará a cargo de designar los recursos y monitorear estados de avance.

#### 1.4. Cartera de proyectos actual.

INPPA actualmente cuenta con 6 proyectos de innovación en etapas de prefactibilidad, de los cuales 3 son nuevos productos, 1 es una mejora en proceso y 2 son nuevas líneas de negocio.

Proyecto 1: Nueva línea de negocios: Proyecto “Solar Steel” para recuperación de agua en faenas mineras.

Este proyecto corresponde a una nueva línea de negocio. Se detectó que debido a la gran superficie que cubren las piscinas de relave en el norte del país, sumado con las altas temperaturas de la zona, existe una alta tasa de evaporación de agua por lo que las mineras deben estar constantemente proveyendo agua a las piscinas para poder continuar sus procesos. Frente a esta oportunidad, INPPA se encuentra desarrollando un sistema de filtrado y recuperación de agua.

Proyecto 2: Nuevo producto: radiador capaz de equiparar horas de funcionamiento de motor de camión.

Este proyecto fue un pedido de BHP para todos sus proveedores, están en la búsqueda de aumentar el periodo de funcionamiento de los radiadores de los equipos mineros CAT 797F, los cuales actualmente pueden funcionar aproximadamente 10.000 hrs antes de necesitar ser parados para realizar las mantenciones pertinentes. El problema que encuentra la minera es que los motores duran aproximadamente 30.000 hrs sin necesitar mantención, por lo que dentro de ese periodo, ya han tenido que detener la producción 3 veces debido a las necesidades de mantenimiento de los sistemas de refrigeración del camión. Es por esto que INPPA está desarrollando un radiador con tecnología capaz de aumentar su vida útil mediante mejoras en los puntos críticos del equipo, buscando soluciones para mejorar el sistema de lavado interno y manejo de vibraciones.

Proyecto 3: Nuevo producto: Sistema de lavado en faena.

Este proyecto corresponde a un nuevo producto conforme a la línea de negocios actual de la empresa. INPPA desea desarrollar un sistema de lavado interno automático para radiadores de camiones mineros CAT 797B, el cual sea capaz de mantener el equipo de refrigeración libre de sedimentos y posibles obstrucciones de aire. Actualmente el proceso de lavado de los radiadores requiere que estos sean extraídos del camión, obligando a detener el vehículo por completo, además, estos son lavados con los mismos instrumentos que se utilizan para lavar la carrocería, por lo que las altas presiones de agua suelen dañar los componentes más sensibles de los equipos.

Proyecto 4: Mejora de proceso: desarrollo de pinza de desarme para facilitar proceso de desmantelamiento de tubos de radiadores.

Los trabajadores retiran sellos anti-fugas de cada tubo del sistema de enfriamiento de los camiones a mano, lo que resulta ser poco eficiente tanto en tiempo como en esfuerzo. INPPA se encuentra actualmente desarrollando una pinza capaz de remover y colocar dichos sellos de forma más segura, rápida y eficiente en cuanto a esfuerzo de la mano de obra.

Proyecto 5: Nuevo producto: Recuperación de cobre de tubos desechados.

El proyecto recuperación de cobre consiste en un proceso químico en donde se recupera el cobre de los tubos intercambiadores de calor de los radiadores de equipos mineros que fueron desechados ya sea por fallas, vida útil o equipos completos que fueron dados de baja. El cobre recuperado se quiere utilizar para PARA QUÉ. Este proyecto consiste en un nuevo producto, el cual no solo podría ser una mejora en cuanto a la imagen de la empresa con relación a la sustentabilidad, sino que podría los costos de desechar tubos que fueron dados de baja. Este proyecto de innovación corresponde a un nuevo producto conforme a la línea de trabajo actual, el cual podría ser aplicado al final del proceso de producción de la empresa.

Proyecto 6: Nueva línea de negocio: Cámara de vapor.

Este proyecto supone una línea de negocio completamente nueva para la empresa, en donde se busca innovar en la industria de tinas de masaje personal. El proyecto nace a partir de una

propuesta de una empresa alemana para implementar intercambiadores de calor y un cuerpo de cobre en tinas de masajes individuales. Esto significa ser parte de un nuevo mercado e incorporar la experiencia de INPPA y sus productos en una industria creciente totalmente distinta a la situación actual de la empresa.

INPPA para el año 2024 tiene un presupuesto para proyectos de innovación de \$160.000.000 de pesos chilenos, por lo que la cartera se debe adaptar a este valor y si se quieren realizar proyectos simultáneos, se debe tomar en cuenta la limitante económica. A su vez, la empresa tiene un tope de horas hombre destinadas a dichos proyectos, ya que los encargados del área de innovación también trabajan en otras áreas de la empresa y tienen tareas indispensables para la producción. Por esto, la cantidad máxima de horas hombre por parte del departamento de innovación, junto con aquellos participantes pertenecientes al área de operaciones y la mano de obra que se puede destinar a los proyectos, es de 130 horas semanales, es decir, aproximadamente 1/3 de su jornada laboral.

En base a las cartas Gantt de cada proyecto, se confeccionó una estimación del tiempo total de desarrollo de cada proyecto

*Tabla 1: Duración estimada por proyecto.*

Proyecto	Duración estimada (horas)
Recuperación de agua	6000
30.000 hrs	7000
Sistema de lavado	4000
Pinza de desarme	1500
Recuperación de cobre	4750
Cámara de vapor	6500

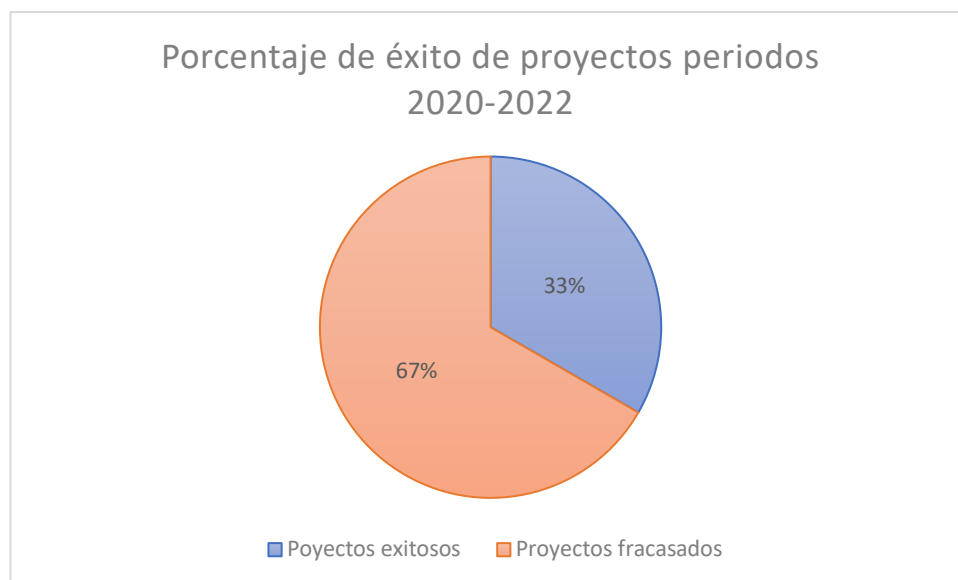
Fuente: elaboración propia en base a “Cartas Gantt proyectos innovación 2024”.

## Identificación y explicación del problema.

La metodología de filtración de proyectos actual es que no toma en cuenta el hecho de que la empresa tiene recursos limitados, por lo que cuando el proyecto es aprobado en cuanto a factibilidad, su realización comienza de forma casi inmediata, sin tomar en cuenta si es que hay más proyectos llevándose a cabo al mismo tiempo que también requieran de recursos técnicos y humanos.

Debido a que la producción siempre será prioridad frente a la innovación, cuando hay escasez de recursos, los proyectos de innovación van a ser los primeros en sufrir las consecuencias. El hecho de estar desarrollando varios proyectos al mismo tiempo obliga a la empresa a tener que dividir sus recursos tanto financieros como humanos entre los distintos proyectos, lo que aumenta su probabilidad de fracaso.

Con el fin de contextualizar el escenario actual, se realizó un análisis histórico de los últimos 3 años en cuanto a los proyectos de innovación realizados:



*Figura 4: Inversión privada y pérdidas.*

Fuente: elaboración propia.

En los periodos 2020-2022 la empresa realizó 3 proyectos de innovación. Estos fueron 1) Aceleración de proceso de soldadura, 2) Banco de desarme, 3) Banco de vibración. Los 3 proyectos seguían la línea de mejora de procesos de la empresa. En primer lugar, el proyecto 1) consistía en invertir en un robot soldador Panasonic TM-1400 y en la capacitación de un operario

para que lo manejara. El objetivo del proyecto era acelerar la etapa de soldado del proceso de reparación de radiadores, junto con aumentar la calidad y reducir los costos de mano de obra. En segundo lugar, el proyecto 2) se diseñó para desmontar radiadores de manera automática con la finalidad de aumentar la seguridad, eficiencia y calidad. Por último, el proyecto 3) se realizó con la finalidad de ser una nueva medida de calidad la cual permitiera simular el comportamiento de un radiador bajo distintas frecuencias de vibración, junto con tener una certificación de durabilidad en terreno para los equipos reparados.

Tanto el proyecto 2) como 3) lograron optar a subsidios de CORFO para cofinanciamiento, mientras que el proyecto 1) fue en su totalidad una inversión de la empresa. A continuación, se puede observar la inversión financiera, junto con sus correspondientes subsidios para cada uno de los proyectos.

*Tabla 2: Inversión y financiamiento cartera de proyectos.*

	Proyecto	Costo total	Subsidio	Aporte pecuniario	Aporte valorado	Aporte beneficiario
1	Adquisición robot de soldadura	\$ 20.000.000	-	\$ 17.000.000	\$ 3.000.000	\$ 20.000.000
2	Banco de desarme	\$ 120.000.000	\$ 60.000.000	\$ 32.400.000	\$ 27.600.000	\$ 60.000.000
3	Banco de vibración	\$ 70.000.000	\$ 35.000.000	\$ 18.900.000	\$ 16.100.000	\$ 35.000.000

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar, la inversión privada asciende a \$115.000.000 de pesos, de los cuales \$80.000.000 resultaron en una pérdida para la empresa, estos proyectos no vieron la luz debido a que existían problemas de asignación de recursos ya que desarrollarlos a la vez requería una capacidad mayor de lo presupuestado tanto en inversión como en capital humano. Es decir, casi un 69% del capital privado invertido en proyectos de innovación se tradujeron en pérdidas para INPPA, lo que en términos de impacto económico asciende a un 2% de los gastos totales de la empresa y un 10% de las utilidades en cada periodo. La tasa efectiva de realización de proyectos no superó el 33% debido a que 2 de ellos tuvieron que ser postergados o cancelados para priorizar el que traía más beneficios a la empresa.

INPPA busca por lo menos duplicar la tasa de realización de los proyectos, es decir, lograr aproximadamente un 70%, esto no quiere decir que se logre asegurar el éxito de los proyectos, sino que tanto el desarrollo como la planificación inicial se cumplan en el periodo determinado.

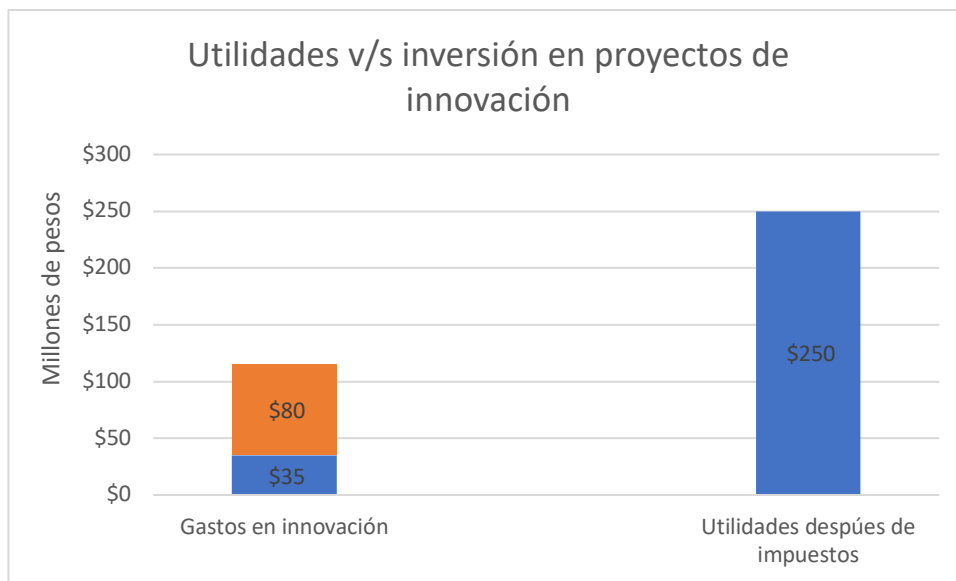


Figura 5: Gráfico utilidades empresa vs gastos y pérdidas periodos 2020-2022.

Fuente: elaboración propia.

Se puede observar que los gastos realizados para desarrollar los 3 proyectos representan un 46% del total de las utilidades de un periodo, asumiendo que las inversiones se realizaron a principio del año contable 1 y sus efectos se ven reflejados en los años 1, 2 y 3. Entonces, en promedio, las utilidades anuales se vieron reducidas en un 10% debido a pérdidas por proyectos de innovación. Por lo que el impacto económico de la mala selección y desarrollo de proyectos de innovación es considerable.

El fracaso de los proyectos se debe principalmente a que se tomaron en cuenta solo los recursos financieros al momento de decidir si realizar los proyectos de forma simultánea. No se realizó un estudio contabilizando las restricciones de recursos tangibles como infraestructura y mano de obra disponible. Esto se tradujo en atrasos, inversión en horas extras y finalmente el abandono de los proyectos. Aceleración del proceso de soldadura y Banco de desarme.

Los antecedentes sugieren que la empresa solo está tomando en cuenta sus límites financieros para realizar proyectos de innovación de manera simultánea por lo que requieren de una herramienta que, en base a los criterios de preferencia de la empresa, logre ayudar a seleccionar y priorizar proyectos para poder concentrar los recursos disponibles en aquellos proyectos que tengan mayores beneficios para la empresa, restringiendo la realización de varios proyectos en caso de ser necesario. A continuación, se presentan las restricciones de recursos a los que la empresa se debe apegar al momento de seleccionar los proyectos.



Tabla 3: Recursos disponibles para periodo.

Recursos disponibles	
Presupuesto	\$160.000.000
Horas hombre semanal	130

Fuente: elaboración propia en base a restricciones de INPPA.

En cuanto al presupuesto, este fue asignado por el departamento financiero en base a las utilidades del periodo anterior, es decir tomando en cuenta el flujo actual, índice de endeudamiento y proyección de ingresos. Por otro lado, las horas hombre fueron ponderadas entre trabajadores de planta y gerentes tanto de innovación como de operaciones.

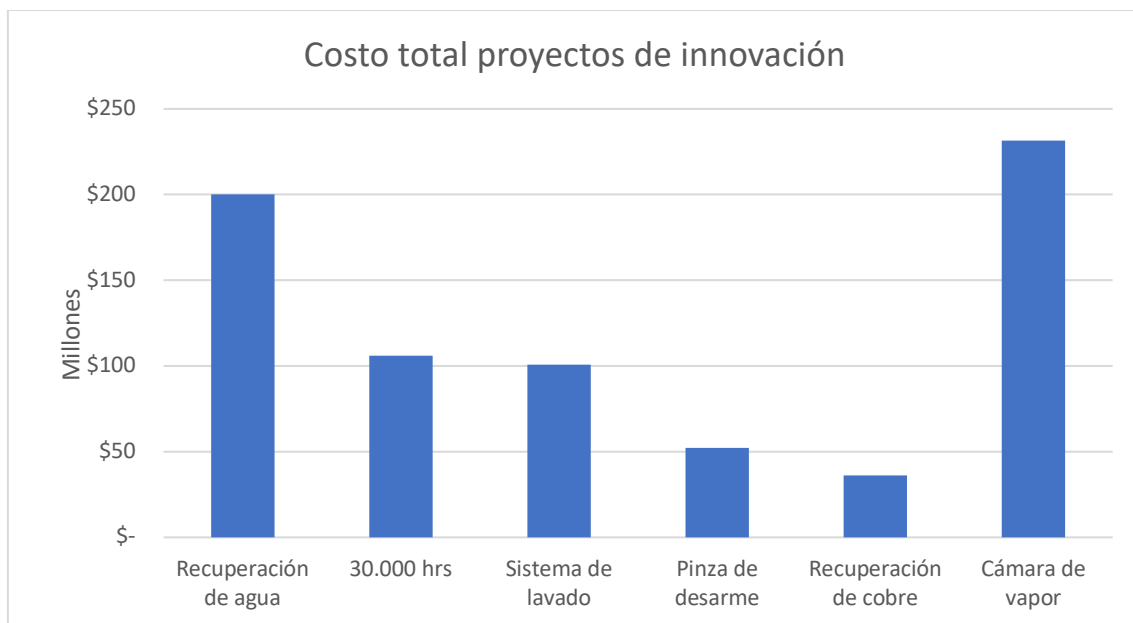


Figura 6: Gráfico costos de cada proyecto de la cartera.

Fuente: elaboración propia.

Se puede ver que los costos totales de los proyectos de la cartera ascienden a los \$480.000.000 millones de pesos, lo que se escapa ampliamente del presupuesto anual y demuestra que se requiere algún tipo de priorización. Esto se puede ver reflejado en el siguiente gráfico.

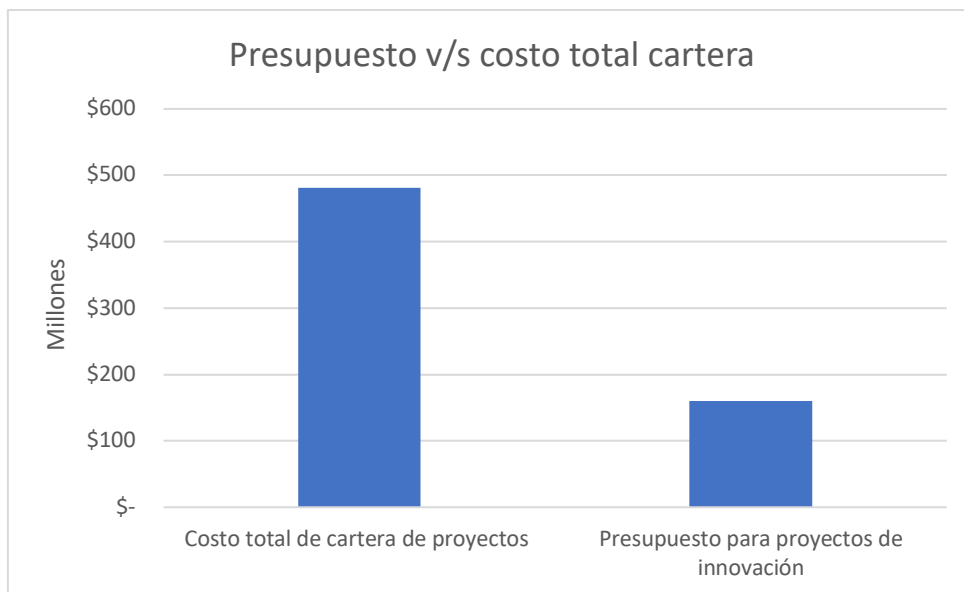


Figura 7: Gráfico presupuesto innovación vs costo total de cartera.

Fuente: elaboración propia.

Se puede observar que debido a la diferencia de presupuesto e inversión necesaria para desarrollar la cartera en su totalidad se necesitan aproximadamente 3 años.

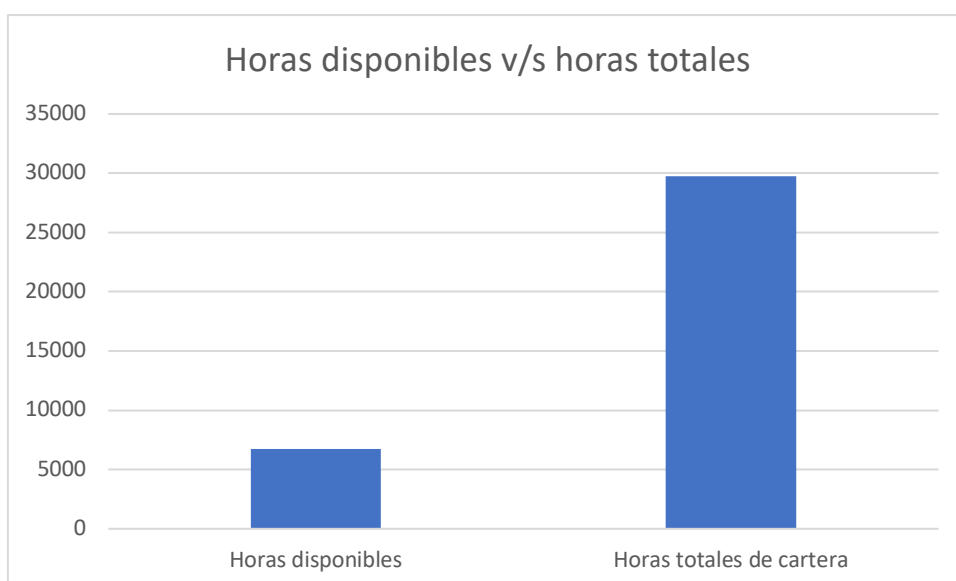


Figura 8: Gráfico horas hombre disponibles vs necesarias para desarrollar toda la cartera.

Fuente: elaboración propia en base a "Gantt proyectos innovación 2024" y restricciones INPPA.

En cuanto a la restricción de recursos humanos, la diferencia entre lo presupuestado de forma anual vs lo necesario para desarrollar la totalidad de los proyectos demuestra que para desarrollar la cartera en su totalidad se requieren aproximadamente 4,2 años.

## **Objetivos**

### **1.5. Objetivo general.**

Aumentar la tasa de realización de los proyectos de un 33% a un 70% ajustándose a los recursos financieros y humanos destinados a la cartera de proyectos en un periodo anual.

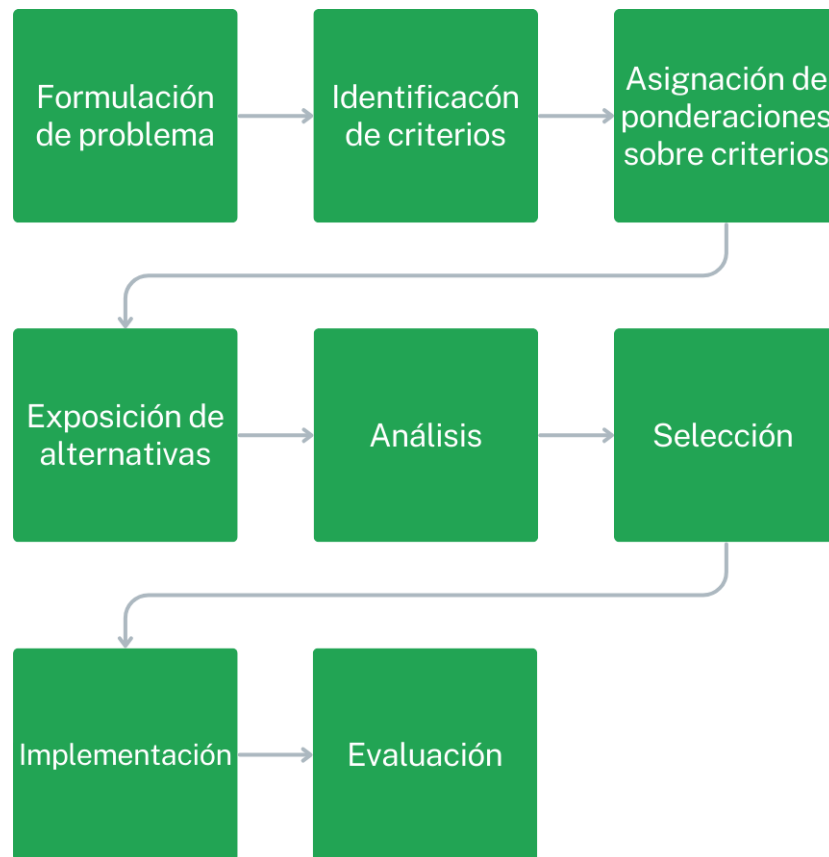
### **1.6. Objetivos específicos.**

1. Análisis de factibilidad de realizar más de un proyecto de manera simultánea.
2. Establecer métricas que permitan a la compañía la generación de valor a corto mediano y largo plazo.
3. Evaluar y proponer ajustes en la cartera de proyectos que se adapten a las necesidades de la empresa.

Se entiende la realización de un proyecto como el desarrollo de principio a fin, es decir, aquellos proyectos que afectan negativamente la tasa de realización son aquellos que se deben abandonar debido a falta de recursos.

## Estado del arte.

La toma de decisiones es un reto que las organizaciones enfrentan tanto de manera cotidiana como en casos específicos. Para poder obtener buenos resultados de estas decisiones se deben tomar en cuenta la mayor cantidad de factores y criterios que pueden dictar el curso de la decisión. Normalmente las etapas necesarias para tomar una decisión son las siguientes:

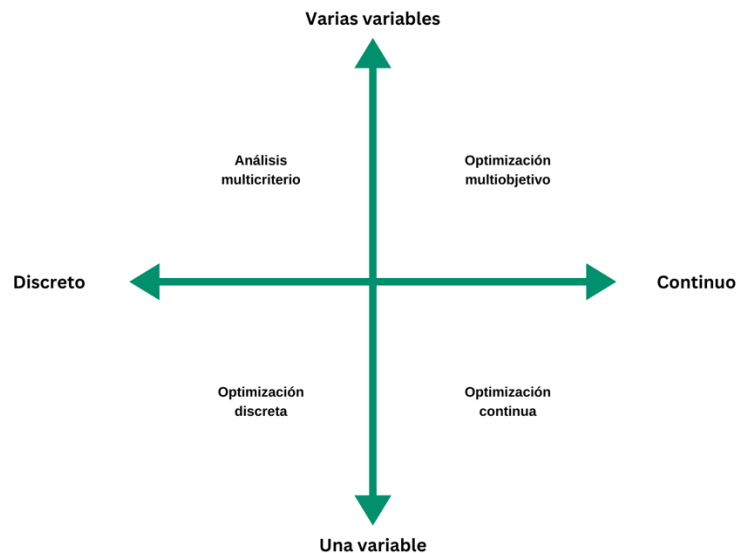


*Figura 9: Etapas de la toma de decisiones*

Fuente: elaboración propia en base a Stephen P. Robbins 1994. Comportamiento Organizacional.

Las decisiones empresariales suelen estar asociadas a un problema por lo que para poder resolverlas se necesitan técnicas de resolución de problemas pertinentes al contexto.

Comúnmente las técnicas de resolución de problemas se deciden a partir de la cantidad de variables y la naturaleza del problema. Esto se puede observar en la figura 10, siendo las clásicas técnicas de resolución, la optimización continua, optimización discreta, optimización multiobjetivo y análisis multicriterio discreto.



*Figura 10: Metodos de resolución de problemas*

Fuente: elaboración propia.

**Optimización:** Usada en problemas que buscan optimizar en base a una variable y función objetivo ya sea discreta o continua.

**Optimización multiobjetivo:** Se utiliza en soluciones múltiples continuas.

**Análisis multicriterio:** Se usa en problemas que utilizan al menos dos variables, pueden ser tanto cualitativas como cuantitativas.

En el caso de las decisiones de inversión y gestión de carteras de proyectos, se suele utilizar el análisis multicriterio ya que existen muchos criterios para poder analizar la viabilidad, beneficios y relevancia de proyectos. Por lo anterior, los tipos de técnicas a tomar en cuenta en este caso serán de esta naturaleza. Dentro de los métodos más utilizados, que serán las posibles soluciones para enfrentar la problemática de INPPA se encuentran:

1. Metodología PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation).
2. MAUT (Teoría de la utilidad multiatributo).
3. Metodología AHP (analytic Hierarchy Process).

En casos prácticos, la metodología PROMETHEE ha generado buenos resultados en selecciones de alternativas en contextos empresariales tales como decisión de proveedores, priorización de

órdenes de pedidos y selección de mejores empresas según el trabajador promedio. Para estudiar la factibilidad de la técnica en el caso de INPPA se estudiaron variados papers relacionados a la aplicación del método como toma de decisiones sobre carteras de proyectos se encontró el caso la aplicación de este modelo en gestión de cartera de proyectos públicos en Ecuador. El método actuó como guía para el estado para poder entender en qué área se necesitaba invertir más en función a las necesidades y criterios que ellos mismos asignaban. La representación gráfica de un modelo multicriterio integrado en el proceso de toma de decisiones de la empresa constituye un gran aporte metodológico. Los reportes que fueron realizados mediante la herramienta presentaron menores índices de error. Por lo que la herramienta PROMETHEE, la cual tiene muchas similitudes con la metodología AHP entrega resultados que brindan ayuda y simplifican el proceso de toma de decisiones de inversiones en proyectos. *Ponce, L 2021. Decisión multicriterio en la selección de proyectos de desarrollo local para fortalecer la toma de decisiones.*

Por otro lado, se encontró un caso práctico en donde se analizaban los efectos de alterar el proceso de toma de decisiones de la cartera de proyectos de Esval S.A. En dicho estudio, se utilizaba la técnica AHP para priorizar proyectos de la abultada cartera de la compañía. El problema de Esval es que existía una subutilización de presupuesto, ya que se realizaban proyectos que utilizaban muchos recursos no financieros, por lo que el presupuesto que la empresa le daba al área de proyectos no se estaba aprovechando al máximo. El estudio, utiliza la técnica AHP para ordenar todas las alternativas en base a los criterios de crecimiento, mejoramiento y reposición, los cuales constituyen a los tipos de proyectos de la empresa. Cada criterio contaba con sus subcriterios asociados a índices económicos y de riesgo para poder cuantificar el impacto de cada alternativa y ponderar la importancia de los criterios en base a los objetivos de la empresa. Como resultado del ejercicio, se comparó la situación actual con la mejorada, en donde se mejoraron índices de riesgo y económicos en base a una priorización de proyectos, incluso se pudo aumentar la cantidad de proyectos presupuestados para el periodo, aprovechando la totalidad del presupuesto destinado al área. *Tapia. Cecilia 2017, Propuesta para un modelo multicriterio para la priorización de inversión de la cartera de proyectos de Esval S.A.*

Finalmente, otro caso en donde se aplicó la metodología AHP fue en una tesis destinada en optimizar la cartera de proyectos de una empresa del sector de las energías renovables, la cual tenía actualmente 4 proyectos en etapa de prefactibilidad y necesitaba priorizarlos en función de los beneficios de cada alternativa. En este caso se utilizó la herramienta para crear

ponderaciones entre criterios económicos, comerciales, técnicos, estratégicos y medioambientales. Para esto, se planteó el problema y seleccionaron expertos para realizar las evaluaciones en relación con los criterios y la importancia de cada alternativa dentro del plan de negocios de la empresa. En conclusión, se descubrió que la situación actual y con la aplicación de la metodología arrojaban resultados similares, sin embargo, ocurrían diferencias en cuanto a la priorización de ciertos proyectos. La herramienta le decía a la empresa que uno de los proyectos no debería ser realizado debido a sus bajos beneficios en índices y criterios propuestos por los mismos expertos, esto debido a que esa alternativa no constituía un proyecto alineado con los objetivos de la empresa, por lo que su peso dentro de la priorización era muy bajo. Esto debido a que el proyecto debía ser catalogado de forma diferente ya que consistía en la obtención de una certificación, por lo que sus beneficios económicos eran nulos. A partir de este estudio, se puede ver que la técnica AHP es apta para priorizar y seleccionar proyectos en base a criterios útiles para la empresa, los cuales están alineados con sus objetivos principales.

***Casabán, Planells. Aplicación de la técnica de proceso analítico jerárquico (AHP) de análisis de decisión multicriterio a la selección de carteras de proyectos de una empresa del sector de las energías renovables. (2020). riunet.upv.es.***

### 3.1. Posibles soluciones

#### 3.1.1. Metodología PROMETHEE.

Consiste en generar una preferencia dentro de las distintas alternativas en base a criterios, asignando pesos y entregando funciones que permiten restringir preferencias dentro de cada criterio, lo que permite realizar un ranking de las alternativas. El método fue desarrollado por Jean-Pierre Brans y Bertrand Mareschal. Se utiliza en campos como la gestión, ingeniería y economía.

Sus pasos para seguir son los siguientes (ver anexo 2 para descripción de etapas):

1. Identificación de alternativas.
2. Identificación de criterios.
3. Evaluación de alternativas.
4. Generación de matrices de preferencias.
5. Cálculo de índices de PROMETHEE.
6. Clasificación de alternativas.

### 7. Análisis de sensibilidad.

Entonces, esta metodología permite a los tomadores de decisiones poder gestionar la incertidumbre y considerar aspectos cualitativos y cuantitativos en la toma de decisiones. Es compatible con la idea de que las preferencias humanas son razonables cuando se expresan en términos de orden en lugar de cuantificarlas de manera numérica.

#### 3.1.2. Metodología MAUT.

Es una metodología de agregación directa enfocada en las decisiones multicriterio, elige los atributos importantes de cada involucrado y genera un árbol de valor. Mediante este se genera una ponderación para cada uno y se identifica el desempeño de cada atributo dentro de cada alternativa. Finalmente se realiza una ponderación entre la cantidad total de atributos, aquella alternativa con el valor más alto es la seleccionada.

Los pasos de esta metodología son los siguientes (ver anexo 3 para descripción de etapas):

1. Definir objetivos.
2. Definir alternativas.
3. Definir criterios.
4. Desarrollar funciones de utilidad.
5. Ponderar criterios.
6. Evaluar alternativas.
7. Cálculo de utilidades totales.
8. Comparación y elección.
9. Análisis de consistencia y confiabilidad.

#### 3.1.3. Metodología AHP

Esta metodología consiste en simplificar y los problemas mediante el desarrollo de jerarquías. Comenzando con la definición clara de un objetivo general para la aplicación del modelo, para luego definir los criterios y subcriterios. Para cada uno de estos se les compara cada alternativa. Este modelo es apto en muchas áreas debido a que además de ser simple, permite involucrar todos los atributos que pueden hacer destacar un proyecto, tanto cualitativos como cuantitativos, y permite compararlos en una estructura jerarquizada en donde se utiliza una escala de preferencias entre cada subcriterio. A partir de esta jerarquía, se confecciona una



matriz con los pesos ponderados que se aplica sobre las alternativas, encontrando la más beneficiosa según los criterios de la misma empresa en busca del objetivo general.

### 3.2. Selección solución

*Tabla 4: Ventajas y desventajas de las metodologías multicriterio.*

Metodología	Ventajas	Desventajas
PROMETHEE	Permite realizar tanto ranking parcial como global, es fácil de implementar y permite	No se arma una estructura del problema, asume que experto puede seleccionar pesos en base a juicio simple.
MAUT	Considera riesgos y es flexible.	Es complejo debido a la alta cantidad de datos necesarios para realizar juicios de valor, lo que podría traducirse en una inconsistencia.
AHP	De simple entendimiento, incluye análisis de coherencia, permite descomponer problema de forma visual y fácil comparación entre datos cuantitativos y cualitativos.	La definición de la escala de preferencias puede ser subjetiva dependiendo la cantidad de expertos involucrados. En caso de existir inconsistencias, alterar los parámetros para eliminarlas es un proceso que requiere mucho tiempo.

Fuente: elaboración propia.

En base a las ventajas y desventajas mostradas, se llegó a la conclusión de que la metodología que más se adapta a la empresa es AHP debido a la diversidad de criterios que INPPA debe abarcar para formular un juicio completo. Tanto variables cuantitativas como cualitativas son relevantes. Además, es importante para la empresa tener una herramienta visual y sencilla.

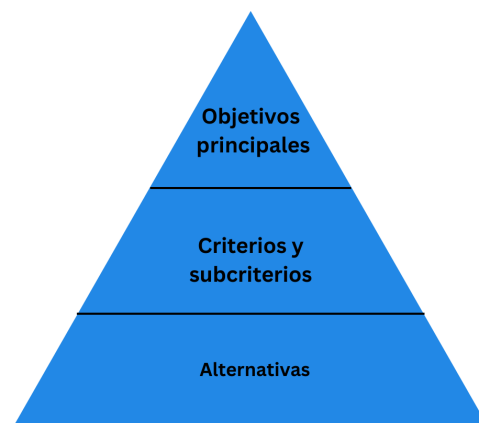
## Solución

### Priorización y selección de proyectos con AHP

La técnica AHP fue creada por Thomas Saaty en la década del 70 y está basada en descomponer un problema complejo en partes pequeñas mediante una jerarquización.

#### 1. Primera etapa metodología AHP

La primera etapa consiste en construir una jerarquía en forma de cascada, árbol o pirámide con la finalidad de organizar en distintos niveles los componentes del problema. Estos componentes son los objetivos principales, criterios y las alternativas. Este árbol tiene una finalidad visual para tener una perspectiva global del problema



*Figura 11: Ejemplo jerarquía AHP*

Se puede ver que la estructura se compone de tres niveles, siendo el primero las alternativas concretas que serán tomadas en cuenta en el proceso, el segundo nivel siendo los criterios y subcriterios que serán tomados en cuenta para realizar los juicios de valor y finalmente el tercer nivel conformado por los objetivos definidos para formular el problema. Este objetivo es la meta establecida sobre la cual se establecen las métricas de decisión posteriores, es decir, todas las decisiones tomadas en el modelo están sujetas a cumplir dicho objetivo.

#### 2. Segunda etapa metodología AHP.

La segunda etapa consiste en implementar prioridades sobre cada criterio, esto mediante la asociación de un factor de peso a cada criterio, el cual indica el grado de importancia de este para la empresa. Para establecer este valor se utiliza la escala de Saaty para poder comparar criterios y decidir la importancia de cada uno de estos.

Tabla 5: Escala para establecer estimaciones de Saaty.

Valoración cualitativa	Definición
1	Igual importancia
3	Ligeramente más importante
5	Bastante más importante
7	Mucho más importante
9	Absolutamente más importante
2, 4, 6, 8	Acuerdos equitativos entre valoraciones

Fuente: elaboración propia.

Las prioridades se basan en juicios de valor en donde se responde la pregunta de qué tanto más importante es el criterio  $i$  sobre el criterio  $j$  para alcanzar el objetivo general del ejercicio. La cantidad de juicios emitidos es igual a  $N(N - 1)$ ; siendo  $N$  la cantidad de criterios presentes.

Luego de tener las prioridades entre criterios establecidas, se deben expresar las comparaciones en una matriz "A" en donde cada número de la matriz vendrá dado por el valor de la ponderación entre criterios  $a_{i,j}$  entregada en los juicios de valor. Para poder obtener el vector de prioridades  $\vec{a} = (a_1, a_2, a_3, \dots, a_n)$ . La matriz y vector se verán de la siguiente manera:

$$\begin{pmatrix} a_{1/1} & \dots & a_{1/n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n/1} & \dots & a_{n/n} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} a_1 \\ \dots \\ a_n \end{pmatrix} = \mu \times \begin{pmatrix} a_1 \\ \dots \\ a_n \end{pmatrix}$$

Ecuación 1: cálculo de vector de propiedades.

El valor del vector  $\vec{a}$  se obtendrá normalizando la suma de las columnas de la matriz. Esto nos entregará los valores de las ponderaciones de cada criterio  $a$ .

Para corroborar la consistencia de los pesos y evitar errores en el cálculo se debe cumplir la siguiente expresión:

$$\lambda_{max} = V \times C$$

Donde  $\lambda_{max}$  corresponde al valor propio máximo de la matriz obtenido mediante el promedio de la relación entre sumatoria de pesos con pesos de cada criterio. Por otro lado,  $V$  corresponde al vector de prioridades obtenido en la matriz y  $C$  una matriz fila obtenida de la suma de suma de los elementos de cada columna.

El índice de consistencia también se puede obtener mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{\lambda_{max} - N}{N - 1}$$

Ecuación 2: Cálculo de índice de consistencia.

Al tener el valor del índice de consistencia, se debe comparar con el índice de consistencia aleatorio ( $RI$ ), el cual es un valor dado por la escala de Saaty y es dependiente de la cantidad de criterios comparados. Estos valores se pueden ver reflejados en la siguiente tabla:

*Tabla 6: Tabla RI T.L Saaty 1997.*

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0	0	0,525	0,882	1,115	1,252	1,341	1,404	1,452

El ratio de consistencia se obtiene dividiendo el índice de consistencia entre el índice de consistencia aleatorio, si es que este es menor a 0,10, se cumple que el autovector de la matriz es válido y los juicios de valor tienen coherencia.

$$CR = \frac{CI}{RI} \leq 0,1$$

Ecuación 3: Ratio de consistencia

### 3. Tercera etapa metodología AHP.

Luego de tener la matriz de prioridades establecidas la cual da a lugar el peso de cada criterio para la selección de alternativas, se deben establecer las prioridades globales y locales entre los criterios y subcriterios. Para esto se debe realizar el mismo procedimiento pero para cada subcriterio dentro del criterio general.

#### 4. Cuarta etapa metodología AHP.

Teniendo las valoraciones de cada criterio y subcriterio, se valora cada alternativa en base a un juicio de valor. La nueva matriz tiene los valores normalizados del puntaje obtenido de cada alternativa para cada criterio, lo que al multiplicarlo por el peso del criterio, entrega la ponderación final de cada alternativa. Aquella que tenga el mayor valor, será la mejor alternativa para resolver el problema y acercarse lo más posible al objetivo general. Lo anterior se puede ver reflejado en la siguiente tabla:

*Tabla 7: matriz de valoraciones.*

	C1	C2	...	Cn
X1	y11	y12		y1n
X2	y21	y22	...	y2n
...	...	...	...	
Xn	ym1	ym2	...	ymn

Siendo X las alternativas e  $y_{i,j}$  los valores del autovector para la alternativa i en función del criterio j. Teniendo los valores normalizados de cada alternativa para cada criterio, se deben sumar y aquel proyecto que tenga el mayor valor de sumatoria de vectores será la mejor alternativa.

Finalmente, el último paso del ejercicio será adecuarlo a las restricciones del modelo, como pueden ser tope de recursos, inversión o capacidades de la empresa para gestionar uno o más proyectos.

### 3.3. Impacto.

#### 3.3.1. Impacto sobre producción.

La priorización de proyectos puede significar una mejor distribución de los recursos destinados al área de proyectos de innovación por lo que la empresa no debería tener mayores efectos

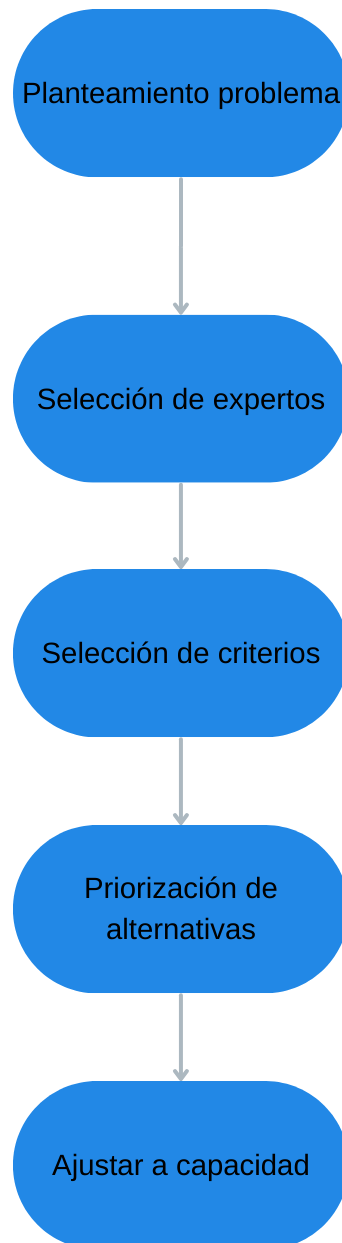
negativos sobre la producción si es que se respetan los topes presupuestarios y de recursos humanos.

### 3.3.2. Otros impactos.

La priorización puede generar efectos negativos propios de tener una cartera de proyectos paralela a la producción común ya que puede distraer recursos y atención a otra área. A su vez, la inversión puede generar una presión financiera especialmente si los resultados no son inmediatos. El hecho de que la cartera de proyectos tenga la naturaleza de ser de innovación, aumenta la cuota de incertidumbre intrínseca de todo proyecto, lo que puede dificultar la medición del retorno de la inversión (ROI). El hecho de que exista una línea paralela puede generar una competencia interna por los recursos por lo que antes de cualquier inversión, el presupuesto del área de innovación debe estar perfectamente definido y con su respectivo impacto asimilado.

## Metodología.

La metodología para implementar esta solución será representada en el siguiente diagrama:



*Figura 12: Diagrama metodología AHP*

Fuente: elaboración propia.

La metodología del trabajo será la misma que entrega la técnica AHP, ya que propone los pasos a seguir para lograr una priorización de la cartera de proyectos en base a los objetivos de la empresa. El plan de implementación constará en los siguientes pasos que serán aplicados de forma paulatina.

## Desarrollo de solución y metodología propuesta

### Paso 1: plantear problema

Como se mencionó en el comienzo de este trabajo, INPPA radiadores tiene la necesidad de generar proyectos de innovación para lograr diferenciarse de su competencia, sin embargo, la experiencia de los últimos años demuestra un mal manejo de la cartera de proyectos. Actualmente se tienen 6 propuestas de proyectos, junto con un presupuesto anual destinado a la innovación limitado y recursos tanto de materiales como humanos que de ser excedidos, pueden generar cuellos de botella en proyectos e incluso el fracaso. Entonces, INPPA tiene una cartera de proyectos, pero no tiene una herramienta para decidir cuál realizar en base a sus objetivos.

Los proyectos para evaluar son los siguientes:

1. Nueva línea de negocio: Recuperación de agua.
2. Proyecto radiador 30.000 hrs.
3. Sistema de lavado inteligente.
4. Pinza de desarme.
5. Recuperación de cobre.
6. Cámara de vapor.

### Paso 2: Selección de expertos

En el organigrama presentado en la figura XXX se puede ver que la empresa tiene un gerente de innovación, quien está a cargo de un ingeniero de innovación y un asistente de innovación, este grupo, junto al gerente de operaciones serán los designados para realizar los juicios de valor relacionados a las importancias de cada criterio debido a que son quienes trabajan de cerca con todos los proyectos de innovación. Entienden sus objetivos, planifican el desarrollo y serán quienes estén a cargo de la gestión correcto funcionamiento de cada etapa del proyecto.



### Paso 3: Selección de criterios

Los criterios fueron seleccionados en base a todo grupo de condiciones capaces de influir de manera significativa en el desarrollo de un proyecto de innovación dentro de INPPA. Estos fueron divididos entre tres criterios, cada uno con sus subcriterios. Los criterios seleccionados son los siguientes:

#### Criterios económicos:

- VAN (valor actual neto).
- TIR (Tasa interna de retorno).
- Costos.
- Financiamiento (CORFO).

#### Criterios técnicos:

- Conocimiento de la empresa.
- Salto tecnológico.
- Alineación con objetivos.
- HH necesarias.
- Gestión conocimiento (patentes, propiedad intelectual).

#### Criterios de riesgo:

- TRL (nivel de madurez tecnológica).
- Madurez proyecto.
- Tipo de innovación.
- Impacto medioambiental.
- Complejidad.

### Paso 4: priorización de alternativas

Para poder priorizar las alternativas, se realizaron dos encuestas. Una con la finalidad de encontrar las preferencias en cuanto a los criterios generales, es decir, económicos, técnicos y riesgos, la cual se le entregó a los expertos para que, mediante un consenso, decidieran qué categorías son más importantes. La encuesta fue entregada en papel y se respondió durante la segunda semana de Noviembre de 2023. (Ver anexo 2)

Por otro lado, la segunda encuesta es una valoración de 1 a 9 para analizar el rendimiento de cada alternativa en cada uno de los subcriterios. La encuesta se realizó a la par de la encuesta de criterios generales (ver anexo 4).

Paso 5: Ajustar alternativas seleccionadas a capacidad de empresa, tanto presupuesto anual como restricción de recursos. Este paso es el más importante en cuanto a planificación ya que dependiendo de la alternativa que la herramienta decida que es la mejor y aquellas que le siguen, se puede ver la opción de desarrollar más de un proyecto a la vez tomando en cuenta el presupuesto destinado a proyectos de innovación y la disponibilidad de recursos.

#### 4.1. Análisis de riesgo

Cada posible solución tiene riesgos con posibles efectos negativos sobre el problema. Buscando la forma de mitigar dichos riesgos, se formula la siguiente tabla:

*Tabla 8: Riesgos e impactos.*

		Impacto				
		Mínimo	Moderado	Serio	Grave	Muy grave
Probabilidad		1	2	3	4	5
Muy baja	1	1	2	3	4	5
Baja	2	2	4	6	8	10
Media	3	3	6	9	12	15
Alta	4	4	8	12	16	20
Muy alta	5	5	10	15	20	25

Tabla 9: Nivel de riesgo y mitigaciones.

Descripción evento	Probabilidad	Impacto	Nivel de riesgo	Mitigación
Inconsistencia de criterios	3	1		Realizar nuevamente juicios de valor con nuevas indicaciones.
Complejidad en recopilación de datos	2	4		Redefinir comparativas cualitativas y cuantitativas adaptadas a disponibilidad.
Deficiente definición de criterios de preferencia	2	4		Redefinir criterios en base a necesidades.
Redundancia entre criterios	2	3		Redefinir criterios en base a necesidades
Bajo nivel de conocimiento de proyecto	1	5		Volver a seleccionar expertos.
Poca incidencia de herramienta sobre situación actual	2	5		Adaptar metodología a necesidades de empresa.

Fuente: elaboración propia.

Analizando la matriz, se puede ver que es un factor clave la correcta definición de criterios y selección de expertos encargados de realizar juicios de valor.

#### 4.2. Evaluación económica

Costos asociados:

Los principales costos asociados son las horas hombre que requiere tanto la implementación como la gestión de la aplicación de esta solución dentro de la empresa. Estos gastos son necesarios para poder aplicar el modelo y se desglosan tanto en las horas de confección del modelo (selección de criterios, definición del problema y aplicación del modelo) como en las horas que entregan los mismos trabajadores de la empresa designados como expertos en cuanto a las necesidades y capacidades de la empresa, quienes son finalmente los que toman las decisiones en cuanto a las preferencias y priorizaciones de criterios.

Para realizar una evaluación económica respecto de los posibles impactos de la solución se utiliza el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR) para tener una percepción de la rentabilidad del proyecto. La tasa de descuento utilizada por la empresa es de un 8%.

En cuanto al VAN, se tienen los valores actuales y esperados

Para realizar un análisis de sensibilidad, se considerarán 3 escenarios, uno pesimista, uno neutro y uno optimista. Estos escenarios están especulados mediante el correcto aprovechamiento de los recursos de la empresa. Ya que se busca utilizar la menor cantidad de presupuesto sin excederse se definen los escenarios en base a este parámetro, siendo el pesimista una utilización del 100% del total de presupuesto, el neutro una utilización del 75% y el optimista la utilización del 50%. No se toma en cuenta una utilización superior al presupuesto debido a que es un escenario que la empresa no puede tener. Si bien la empresa puede destinar este presupuesto al área de innovación, para mitigar los riesgos intrínsecos de la innovación, siempre se buscará gastar el mínimo y a la vez realizar la mayor cantidad de proyectos posibles dentro de las restricciones de recursos. Es por esto que se toma un escenario mejor aquel en el que se gasta menos.

Escenario pesimista.

En este caso, se está utilizando el límite del presupuesto.

*Tabla 10: Escenario pesimista*

Indicador	Situación actual	Situación con Proyecto	Delta
VAN	\$ 58.905.253	\$19.151.794,13	<b>-\$39.753.459,00</b>
TIR	-3%	10%	7%

Fuente: elaboración propia.

Se puede ver que tanto el VAN como el TIR son menores a la situación actual, indicando que en este caso, la rentabilidad es menor, sin embargo, la utilización del total del presupuesto puede ser positiva en el caso de que se estén aprovechando los recursos tanto de inversión como de HH, lo que permitiría enfocar la totalidad de recursos destinados al área de innovación. Se puede ver que el TIR pasa de ser negativo (se estaba invirtiendo más del presupuesto) a mayor a la tasa de descuento, sin embargo el VAN disminuye.

Escenario neutro.

Se está utilizando un 75% del presupuesto asignado.

*Tabla 11: Escenario neutro*

Indicador	Situación actual	Situación con Proyecto	Delta
VAN	\$ 58.905.253	\$59.151.794,13	\$246.541,00
TIR	-3%	14%	11%

Fuente: elaboración propia.

En este caso ambos indicadores económicos, mejoran en relación a la situación actual. El VAN aumenta ligeramente y el TIR supera la tasa de descuento, por lo que bajo este escenario, el proyecto es rentable.

Escenario optimista.

Se está utilizando un 50% del presupuesto asignado.

*Tabla 12: Escenario Optimista*

Indicador	Situación actual	Situación con Proyecto	Delta
VAN	\$ 58.905.253	\$99.151.794,13	\$40.246.541,00
TIR	-3%	23%	20%

Fuente: elaboración propia.

Finalmente, el análisis optimista permite observar que tanto el VAN como el TIR aumentan, indicando que el proyecto será más rentable si los resultados entregados dictan que se deben realizar proyectos de menor costo y que se encuentren alineados con los criterios aplicados.

Desarrollo e implementación.



Figura 13: Separación de problema y jerarquización AHP.

Fuente: elaboración propia.

En el diagrama anterior se puede ver la jerarquización del problema, descompuesto en 3 niveles, tomando en cuenta los proyectos, criterios y objetivo general.

En cuanto a las encuestas, se obtuvieron los siguientes resultados de ponderaciones de criterios:

*Tabla 13: Matriz comparaciones criterios generales.*

<b>Matriz comparaciones pareadas criterios generales</b>			
	C1	C2	C3
C1	1	3	1/3
C2	1/3	1	1/5
C3	3	5	1

Fuente: elaboración propia.

En donde C1 son los criterios económicos, C2 los técnicos y C3 el riesgo. Se puede observar que para INPPA, los criterios económicos son ligeramente más importantes que los técnicos, a su vez, el riesgo es ligeramente más importante que los criterios económicos y bastante más importante que los técnicos.

A partir de estos valores, se estandarizó la tabla y se obtuvieron los siguientes pesos:

*Tabla 14: Pesos de criterios.*

<b>Pesos de los criterios</b>	
C1	0,26050
C2	0,10616
C3	0,63335

Fuente: elaboración propia.

Se puede observar que los criterios de riesgo son los más importantes para INPPA, por lo que tienen más peso, incluso superando a los criterios económicos y técnicos en conjunto. A partir de estos pesos, se realizó el cálculo de la consistencia en donde se obtuvieron los siguientes resultados:

*Tabla 15: Cálculo consistencia.*

$\lambda_{max}$	3,038714681
CI	0,01935734
CR	0,036871125

Fuente: elaboración propia.

Se puede observar que el ratio de consistencia es de 0,03, por lo que cumple con ser menor a 0,1 y demuestra que los juicios son válidos y coherentes.

Entonces, al tener el cálculo de los vectores propios se puede observar que los pesos de los distintos criterios son los siguientes:

- Criterios económicos: 26,05%
- Criterios técnicos: 10,6%
- Criterios de riesgo: 63,3%

Los resultados obtenidos en la valoración de los subcriterios en cada proyecto están dados por la siguiente tabla:

*Tabla 13: Resultados valoraciones.*

<b>PROYECTO 1</b>				
<b>Recuperación de agua</b>				
Criterios	Suma de los ítems por criterio	Suma normalizada	Peso de criterio	Valoración de ítem
Económico	9	0,2500	0,2605	0,0651
Técnico	23	0,5111	0,1062	0,0543
Riesgo	26	0,5778	0,6333	0,3659
VALOR				<b>0,4853</b>

<b>PROYECTO 2</b>				
<b>Proyecto radiador 30.000 hrs</b>				
Criterios	Suma de los ítems por criterio	Suma normalizada	Peso de criterio	Valoración de ítem
Económico	11	0,3056	0,2605	0,0796
Técnico	28	0,6222	0,1062	0,0661
Riesgo	18	0,4000	0,6333	0,2533
VALOR				<b>0,3990</b>

<b>PROYECTO 3</b>				
<b>Sistema de lavado inteligente</b>				
Criterios	Suma de los ítems por criterio	Suma normalizada	Peso de criterio	Valoración de ítem
Económico	19	0,5278	0,2605	0,1375
Técnico	27	0,6000	0,1062	0,0637
Riesgo	24	0,5333	0,6333	0,3378
VALOR				<b>0,5390</b>



<b>PROYECTO 4</b>	<b>Pinza de desarme</b>			
Criterios	Suma de los ítems por criterio	Suma normalizada	Peso de criterio	Valoración de ítem
Económico	31	0,8611	0,2605	0,2243
Técnico	26	0,5778	0,1062	0,0613
Riesgo	28	0,6222	0,6333	0,3941
			VALOR	<b>0,6797</b>

<b>PROYECTO 5</b>	<b>Recuperación de cobre</b>			
Criterios	Suma de los ítems por criterio	Suma normalizada	Peso de criterio	Valoración de ítem
Económico	17	0,4722	0,2605	0,1230
Técnico	21	0,4667	0,1062	0,0495
Riesgo	19	0,4222	0,6333	0,2674
			VALOR	<b>0,4400</b>

<b>PROYECTO 6</b>	<b>Cámara de vapor</b>			
Criterios	Suma de los ítems por criterio	Suma normalizada	Peso de criterio	Valoración de ítem
Económico	18	0,5000	0,2605	0,1302
Técnico	13	0,2889	0,1062	0,0307
Riesgo	20	0,4444	0,6333	0,2815
			VALOR	<b>0,4424</b>

En cuanto a los criterios económicos, estos fueron seleccionados en base a la información recopilada para cada proyecto que resulta ser relevante para la empresa. El VAN y TIR entregan los índices de rentabilidad del proyecto, mientras que los costos y financiamiento son una métrica que le permite anticiparse al impacto económico que tendrá el proyecto en la empresa.

En cuanto a los criterios técnicos, el hecho de poder medirlos del 1 al 9 le entregan a la empresa una herramienta que les permite cuantificar y visualizar qué tan preparada está para realizar los proyectos en cuanto a disponibilidad, conocimientos y capacidades.

En cuanto a los criterios de riesgo, fueron seleccionados debido a que la innovación tiene una cuota de riesgo alta debido a los niveles de incertidumbre de los proyectos. Cada subcriterio es medido del 1 al 9 dependiendo el rendimiento del proyecto en dicho atributo. Mientras más seguros son para la empresa, tienen un mayor peso en el criterio de riesgo. Aquellos proyectos con altos niveles de riesgo, tienen mayores probabilidades de fracaso.

## Resultados

Se puede ver que las puntuaciones finales son las siguientes:

*Tabla 16: Resultados.*

Proyecto	Puntuación
Recuperación de agua	0,4853
Proyecto radiador 30.000 hrs	0,3990
Sistema de lavado inteligente	0,5390
Pinza de desarme	0,6797
Recuperación de cobre	0,4400
Cámara de vapor	0,4424

Fuente: elaboración propia.

Esto indica que el orden de priorización de los proyectos es el siguiente:

1. Pinza de desarme.
2. Sistema de lavado inteligente.
3. Recuperación de agua.
4. Cámara de vapor.
5. Recuperación de cobre.
6. Proyecto radiador 30.000 hrs.

Teniendo en cuenta estos resultados, se puede formular la siguiente tabla:

*Tabla 17: Resultados finales.*

Proyecto	Duración estimada (horas)	Inversión
Pinza de desarme	1500	\$ 22.223.372
Sistema de lavado	4000	\$ 71.000.050
Recuperación de agua	6000	\$ 160.000.000
Cámara de vapor	6500	\$ 85.605.325
Recuperación de cobre	4750	\$ 36.000.000
30.000 hrs	7000	\$ 106.157.417

Fuente: elaboración propia.

En la tabla se muestra tanto el orden de prioridad entregado por la herramienta como los parámetros relacionados con las capacidades de la empresa. Sabiendo que el presupuesto es de \$160.000.000 y la cantidad de horas hombre semanal es del 130, lo que equivale a 6.760 horas anuales, se puede ver que la empresa es capaz de realizar tanto el proyecto Pinza de desarme como Sistema de lavado de forma simultánea en un periodo anual, ya que tanto la restricción presupuestaria como de horas hombre se cumple. Si bien sobran aproximadamente 1.000 horas hombre y sobre \$65.000.000 de pesos, la empresa no está excediendo su capacidad ya que si se quisiera incluir cualquier otro proyecto se generarían cuellos de botella o falta de recursos de inversión.

Los resultados obtenidos indican que aquellos proyectos que requieren menos recursos son ideales para realizar mejoras de procesos y nuevos productos en el corto plazo, el hecho de elegir estos por sobre aquellos proyectos que requerían más recursos y tenían mayores niveles de riesgo indica que INPPA, debido a su tamaño debe priorizar proyectos de innovación que le entreguen resultados en el corto plazo y que no afecten de manera significativa a la empresa en caso de tener contratiempos. Si bien los proyectos de gran envergadura pueden sonar tentadores en cuanto a beneficios, INPPA debe dedicarles el tiempo y los recursos necesarios para poder desarrollarlos de manera segura, sin el apuro que significaría tener varios proyectos en marcha de manera simultánea.

Se puede ver también que la empresa necesita aproximadamente 3 años para financiar la totalidad de los proyectos y 4,2 para lograr la cantidad de trabajo deseada en términos de horas hombre. Esto demuestra que la restricción principal va por el lado de la cantidad de trabajo dedicado a la cartera de innovación por parte de los gestores y mano de obra. Si la empresa logra gestionar a sus trabajadores de manera tal que el equipo de innovación le pueda dedicar 180 horas semanales al desarrollo de los proyectos, el cuello de botella se eliminaría y se estarían aprovechando los recursos al máximo.

Como comparativa, se puede observar la diferencia del VAN con y sin proyecto.

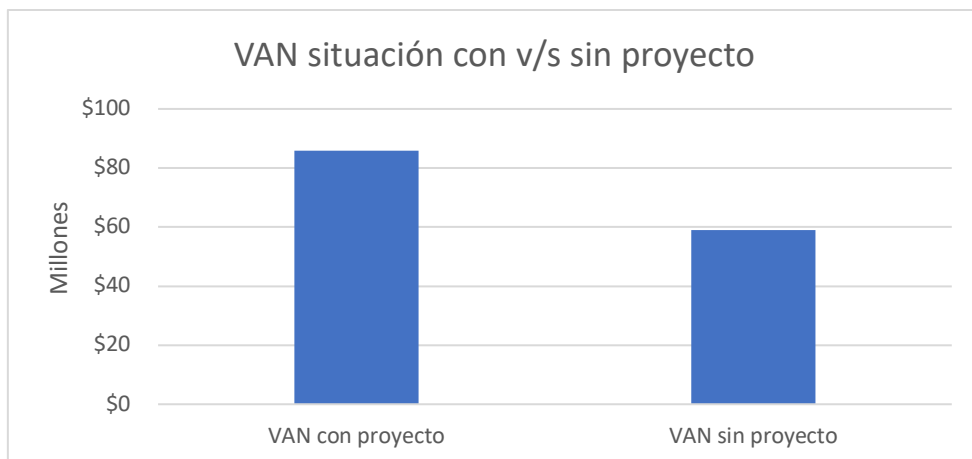


Figura 14: VAN situación con vs sin proyecto.

Fuente: elaboración propia.

Cabe destacar que el VAN sin proyecto se encuentra normalizado a un periodo anual y restringido por la capacidad de horas hombre necesarias para realizar todos los proyectos. La priorización de la cartera genera un aumento en el VAN lo que significa que es más viable económicamente que la situación actual. Esto debido a que la situación sin proyecto contemplaba la realización de múltiples proyectos lo que superaba el presupuesto de la empresa, además los obligaba a destinar más recursos de los disponibles por lo que no era un escenario sostenible.

En cuanto al TIR, este pasa de un -3% a un 19%, indicando que la rentabilidad de la situación con proyecto es mucho mayor. Entonces, se puede ver que tanto en indicadores económicos de rentabilidad como en no superar restricciones de disponibilidad de recursos, la situación con proyecto es óptima.

En cuanto al objetivo general, en el caso de realizar los proyectos Pinza de desarme y Sistema de lavado, INPPA se mantendría dentro de su presupuesto anual tanto de capital humano como de inversión. Esto quiere decir que en cuanto a restricciones, INPPA sería capaz de desarrollar ambos proyectos sin mayores inconvenientes, logrando de esta forma, cumplir las metas propuestas en cuanto a planificación. En cuanto a la tasa de realización de proyectos, en el caso de que no existan problemas no presupuestados, la totalidad de los proyectos seleccionados podría llevarse a cabo y cumplir con sus metas y objetivos iniciales, logrando un 100% de realización. Este escenario si bien es optimista no es difícil de lograr para la empresa ya que los recursos necesarios para la realización de los proyectos seleccionados cumplen con las restricciones.

## Conclusión

A modo de conclusión del proyecto, resulta satisfactorio llegar a una solución que puede tener un impacto real en la empresa de ser elegida una herramienta estable. Originalmente la empresa tenía planeado realizar todos los proyectos de manera progresiva, lo que a la larga hubiera llevado a detenciones por cuellos de botella lo que se traduce en mal manejo de recursos y atrasos. La aplicación de la herramienta permite no solo reducir el riesgo intrínseco de la innovación dentro de la empresa, sino que asegura que los límites de los recursos destinados al área sean respetados.

Actualmente no se ha dado inicio al periodo 2024 por lo que los proyectos de innovación mencionados en este trabajo siguen en fase de planificación. Sin embargo, el hecho de tener esta herramienta será de gran ayuda para la empresa al momento de tomar la decisión de priorizar los proyectos de la cartera. La situación histórica demuestra que aproximadamente 1/3 de los proyectos de innovación no se realizan en su totalidad debido a la falta de priorización y gestión de recursos. La herramienta entrega una combinación de proyectos que la empresa es capaz de realizar de manera simultánea sin sobrepasar sus capacidades, lo que elevaría la tasa de realización a un hipotético 100%.

Se comprobó la utilidad de la herramienta en el caso particular, sin embargo, esta sólo se aplicó a la cartera de proyectos actual. Para que INPPA pueda mejorar su proceso de toma de decisiones, la metodología AHP debe ser implementada a lo largo del tiempo, siendo aplicada cada vez que se necesite descomponer problemas por partes y seleccionar soluciones. Es por esto que, durante el mes de diciembre, esta pasantía se enfocará en desarrollar un modelo que permita automatizar el proceso de la decisión multicriterio, con la finalidad de que la empresa tenga esta herramienta siempre que necesite realizar este tipo de comparaciones y tomar en cuenta restricciones. La correcta asignación de recursos en INPPA permite disminuir los tiempos muertos, los cuellos de botella en procesos de desarrollo de distintos proyectos, el impacto económico y también el posible impacto ambiental que tendrían proyectos fallidos.

Una observación hacia la empresa es que esta está completamente enfocada en la producción para poder obtener beneficios, sin embargo, sus objetivos a futuro van de la mano con la innovación, por lo que necesita reformular su alineamiento de objetivos para poder sacarle

provecho a todos los proyectos de innovación que tienen planificados. Se puede intentar reestructurar partes de la empresa para que el área de innovación trabaje en base a un presupuesto sólido y en paralelo a la producción, no detrás como ha sido hasta ahora. La empresa puede acelerar el proceso de desarrollo de cartera de proyectos alterando su modus operandi, dedicándole un mayor % de la jornada laboral de la mano de obra al desarrollo de estos proyectos. De esta forma lograría aprovechar al máximo sus recursos disponibles y la gestión de la innovación sería un proceso más rápido y certero.

En cuanto a la solución como tal, tiene la ventaja de ser ampliamente moldeable dependiendo de la empresa, sus necesidades y objetivos, por lo que permite ser aplicada prácticamente en cualquier rubro, no solo en INPPA y en empresas del área de la manufactura. La metodología AHP puede ser aplicada en muchos escenarios en donde se necesiten comparar distintos parámetros para poder evaluar soluciones para un problema complejo. Este proyecto tuvo un impacto positivo en la gestión de recursos de una empresa proveedora del sector minero, sin embargo, es aplicable a toda empresa que busque resolver problemas complejos, asignar recursos y priorizar proyectos.

## Bibliografía

**Project Management Institute, Inc. (2021). Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos. Guía del PMBOK.**

- Aplicación de la técnica de proceso analítico jerárquico (AHP) de análisis de decisión multicriterio a la selección de carteras de proyectos de una empresa del sector de las energías renovables.* (2020). riunet.upv.es. Recuperado 30 de octubre de 2023, de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/147699/Casab%C3%A1n%20Planells%20-%20Aplicaci%C3%B3n%20de%20la%20t%C3%A9cnica%20Proceso%20Anal%C3%ADtico%20Jer%C3%A1rquico%20%28AHP%29%20de%20an%C3%A1lisis%20de%20decisi%C3%B3n%20multicriterio%20a%20la%20selecci%C3%B3n%20de%20cartas%20de%20proyectos%20de%20una%20empresa%20del%20sector%20de%20las%20energ%C3%ADas%20renovables.pdf?sequence=1>
- Castillo, G. (2013). *IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍAS LEAN EN DESARROLLO MINERO.* <https://repositorio.uc.cl/>. Recuperado 20 de octubre de 2023, de <https://repositorio.uc.cl/server/api/core/bitstreams/e41bd4a4-3b0b-48b7-9cda-bf0b022ca1a3/content>
- Chavez, S. (2012). *Propuesta para Diseñar y Desplegar una Oficina de Dirección de Proyectos en Empresas de Servicios de Tecnología de la Información.* <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/>. Recuperado 20 de octubre de 2023, de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/324957/Propuestadisenardespelegar.pdf?sequence=1>
- Fundación Aquae. (2021, 16 enero). *La metodología Design Thinking: definición y fases* - Fundación Aquae. <https://www.fundacionaquae.org/wiki/que-es-el-design-thinking/>
- Pelissier, I. (2015). *APLICACIÓN DE METODOLOGIA PARA LA INNOVACION EN LA INDUSTRIA MINERA.* [repositorio.uchile.cl](https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/135131/Aplicacion-de-metodologia-para-la-innovacion-en-la-industria-minera.pdf;sequence=1). Recuperado 29 de octubre de 2023, de <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/135131/Aplicacion-de-metodologia-para-la-innovacion-en-la-industria-minera.pdf;sequence=1>

- Ponce, L. (2021, febrero). *Decisión multicriterio en la selección de proyectos de desarrollo local para fortalecer la toma de decisiones*.  
<http://publicaciones.uci.cu/>. Recuperado 20 de noviembre de 2023,  
 de <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/5618/fichero/ProyectoFinal2.pdf>
  
- Saaty, T.L., 1980, "The Analytic Hierarchy Process," McGraw Hill, New York.
  
- Tapia, C. (2017). *Propuesta de un modelo multicriterio para la priorización de inversión de la cartera de proyectos de ESVAL SA*. Repositorio bibliotecas uv.  
 Recuperado 7 de noviembre de 2023,  
 de <https://repositoriobibliotecas.uv.cl/handle/uvsc1/806>
  
- TEICHELMANN, T. (2018). *PROPUESTA DE OPTIMIZACION EN LA GESTION DE PROYECTOS DE TECNOLOGIA PARA PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA MINERIA*. <https://repositorio.uchile.cl/>. Recuperado 22 de octubre de 2023, de <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/170850/Propuesta-de-optimizacion-en-la-gestion-de-proyectos-de-tecnologia-para-procesos.pdf?sequence=1>
  
- Videla, J. (2018). *MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE PORTAFOLIO PARA PROYECTOS DE INNOVACIÓN MINERA CODELCO-DIVISIÓN EL TENIENTE*. Repositorio.uchile.cl.  
 Recuperado 27 de octubre de 2023, de <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/168679/Modelo-de-optimizaci%C3%B3n-de-portafolio-para-proyectos-de-Innovaci%C3%B3n-Minera-Codelco-Divisi%C3%B3n-El-Teniente.pdf?sequence=1>





Se deben identificar todos los criterios, tanto cualitativos como cuantitativos que puedan ser relevantes en la toma de decisiones. Estos deben ser comparables entre sí para poder asignarles ponderaciones dentro de cada alternativa.

### 3. Evaluación de alternativas.

Se deben comparar todas las alternativas de a dos en dos en función de cada uno de los criterios, los evaluadores deben asignar niveles de preferencia entre las alternativas en cada categoría a evaluar.

### 4. Generación de matrices de preferencias.

Para cada criterio, se genera una matriz de preferencia que refleja las ponderaciones relativas de cada par de alternativas.

### 5. Cálculo de índices de PROMETHEE.

Se crean índices utilizados para cuantificar la preferencia neta de cada alternativa sobre otra en función del criterio. Estos proporcionan una medida numérica de la preferencia neta y se utilizan para comparar y clasificar cada alternativa, para una correcta comparación, estos índices son normalizados.

### 6. Clasificación de alternativas.

Luego de agrupar todos los índices de PROMETHEE de cada alternativa se obtiene el índice global y en base a este se pueden clasificar las alternativas, cuanto mayor sea su índice, mayor es la preferencia.

### 7. Análisis de sensibilidad.

Se debe realizar un análisis de sensibilidad para evaluar el cambio de las clasificaciones en caso de alterar las preferencias y pesos para poder observar el grado de confiabilidad de cada índice.

Entonces, esta metodología permite a los tomadores de decisiones poder gestionar la incertidumbre y considerar aspectos cualitativos y cuantitativos en la toma de decisiones. Es compatible con la idea de que las preferencias humanas son razonables cuando se expresan en términos de orden en lugar de cuantificarlas de manera numérica.

### Anexo 3

Los pasos de esta metodología MAUT

1. Definir objetivos.

La empresa debe tener un objetivo general para aplicar la metodología, puede ser maximizar beneficios, minimizar riesgo, etc. Este debe estar alineado con los objetivos finales de la empresa.

2. Definir alternativas.

Cada alternativa debe estar bien presentada y con sus características claras, sus objetivos alineados con los de la empresa y su plan de implementación formulado.

3. Definir criterios.

Los criterios deben estar formulados en base a las necesidades de la empresa y el objetivo de la cartera de proyectos. Estos pueden ser cualitativos o cuantitativos.

4. Desarrollar funciones de utilidad.

Las funciones de utilidad asignan valores numéricos a niveles dentro de criterios. Esto se hace para representar la importancia de cada subjetivas a las preferencias de quien toma las decisiones.

5. Ponderar criterios.

A cada criterio se le asigna un nivel de importancia, representado mediante un peso numérico que permite generar una ponderación global cuantitativa basada en la importancia que se le dé a cada criterio y que permita comparar alternativas.

#### 6. Evaluar alternativas.

Se evalúa cada alternativa en función de cada criterio utilizando las funciones de utilidad y las ponderaciones de criterios.

#### 7. Cálculo de utilidades totales.

Se calculan las utilidades totales para cada alternativa sumando las utilidades ponderadas obtenidas previamente para generar una medida global de la utilidad de cada alternativa.

#### 8. Comparación y elección.

Las alternativas se comparan en función de sus utilidades totales y aquella con el valor más alto se selecciona como la opción preferida.

#### 9. Análisis de consistencia y confiabilidad.

Al finalizar el ejercicio se realiza un análisis de consistencia en base la matriz de decisión, en donde se compara con el ratio de consistencia entregado por la literatura para ver si el trabajo es confiable.

## Encuesta para la selección de proyectos

Esta encuesta tiene como finalidad recoger información sobre la preferencia de criterios al momento de seleccionar proyectos de innovación.

En primer lugar, se tendrá que elegir entre los distintos grupos de criterios, económicos, técnicos y de riesgo, y comprar el grado de importancia de uno sobre otro.

La escala a utilizar es de 1 a 9, en donde cada valor representa lo siguiente:

1= Igual  
importancia, 3= Ligeramente  
más importante, 5= Bastante  
más importante, 7= Mucho más  
importante, 9= Absolutamente  
más importante.  
2, 4, 6,  
8; Acuerdos  
equitativos entre valoraciones.

Luego se realizará una comparación dentro de cada grupo de criterios con la diferencia de que se realizarán proyecto por proyecto.

Los criterios y sus subcriterios son los siguientes:

1. Criterios económicos: VAN, TIR, Costos, Financiamiento
2. Criterios técnicos: conocimiento de la empresa, salto tecnológico, alineamiento con objetivos de empresa, HH necesarias para desarrollo, gestión de conocimiento (patentes, p. intelectual, etc)
3. Criterios de riesgo: TRL, madurez de proyecto, tipo de innovación, impacto medioambiental, complejidad

Seleccione el criterio que cree que sea más importante.

☐ Económicos

☐ Técnicos

Determine grado de importancia de criterio seleccionado de acuerdo a la escala mencionada.

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

☐ 7

☐ 8

☐ 9

Seleccione el criterio que cree que sea más importante.

☐ Económicos

☐ Riesgo

Determine grado de importancia de criterio seleccionado de acuerdo a la escala mencionada.

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☐ 4

☐ 5

☐ 6

☐ 7

☐ 8

☐ 9

Seleccione el criterio que cree que sea más importante.

- ☐ Técnicos
- ☐ Riesgo

Determine grado de importancia de criterio seleccionado de acuerdo a la escala mencionada.

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6
- ☐ 7
- ☐ 8
- ☐ 9



Proyecto Recuperación de agua

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
VAN	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TIR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Costos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Financiamiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conocimiento de la empresa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Salto tecnológico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Alineamiento con objetivos de empresa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
HH necesarias para desarrollo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gestión de conocimiento (patentes, p. intelectual, etc)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

TRL	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Madurez de proyecto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tipo de innovación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Impacto medioambiental	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Complejidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>