

42 Jornadas Nacionales de Administración Financiera
Septiembre 22 y 23, 2022

Evaluación de inversiones

Una nota didáctica con aportes de teoría de las decisiones

Jorge Antonio Fiol

Universidad Nacional del Nordeste

SUMARIO

1. Introducción
2. Interrelaciones entre formulación y evaluación de proyectos y teoría de la decisión
3. Herramientas de teoría de la decisión aplicables a la evaluación de inversiones
4. Consideraciones finales

Resumen

Las organizaciones toman de las más variadas decisiones, tanto en cuanto a su temática como en función del nivel organizacional y de sus implicancias en materia de tiempo y recursos involucrados. En función de ello, han surgido disciplinas que intentan contribuir a la toma de decisiones con más información. Para la evaluación de inversiones se ha desarrollado una metodología que apunta a la creación de valor para la empresa y para sus accionistas. Sin embargo, se considera conveniente la construcción de conocimiento a partir de metodologías y herramientas multidisciplinarias, proponiéndose la utilización de herramientas específicas de Teoría de la Decisión a la evaluación de inversiones.

1. Introducción

La toma de decisiones es esencial en cualquier actividad humana, tanto de las personas como de las organizaciones. Tomamos decisiones “cuando un problema u oportunidad parece entrar en colisión con un conjunto de personas y un conjunto de soluciones posibles” (Simons, 1998).

El tomador de decisiones debe responder con rapidez a los acontecimientos que se presentan cada vez a mayor ritmo, sobre la base de un conjunto de opciones o alternativas con las posibles consecuencias que podrían devenir de cada una de ellas. Conforme a Semyraz (2006), las decisiones de rutina se toman rápidamente, muchas veces inconscientemente, sin necesidad de seguir un proceso detallado para su análisis. Sin embargo, cuando las decisiones son complejas, críticas o importantes, resulta necesario que el decisor se tome un tiempo para analizar las posibles consecuencias –tanto favorables como desfavorables– de dicha decisión. Ante la presencia de este tipo de decisiones, muchas veces el decisor solicita a un equipo de trabajo, generalmente de carácter interdisciplinario, el análisis y evaluación de dichas alternativas con el objeto de tener mayor información para la toma de decisiones y que las mismas sean más objetivas. En otras palabras, afirmamos que el factor tiempo es en múltiples ocasiones el factor más relevante en las decisiones.

Por otra parte, Simon manifestó que las organizaciones no pueden ser totalmente racionales por cuanto se encuentra con información incompleta, siendo posible analizar un número limitado de alternativas relacionadas con la decisión a tomar y resulta casi imposible obtener el resultado exacto (Morgan, 1996). Por ello, abogamos por la existencia de formas limitadas de racionalidad.

Asimismo, coincidimos con Fiol (2001) en que existen cada vez más datos y conocimientos para analizar una situación particular, siendo que la mente humana tiene una capacidad limitada para estudiar y combinar los datos y, por otro, la necesidad de decidir rápidamente con objeto de obtener los resultados a muy corto plazo, teniendo muy poco tiempo para pensar. Asimismo, el autor manifiesta que, generalmente el decisor se focaliza demasiado en lo que ve y se olvida por completo de lo que no ve; de allí que el decisor deba tener conciencia de los lentes con los cuales está observando el problema. Para evitar dicho inconveniente, debemos:

- Sustituir todo conflicto de opiniones por una confrontación de puntos de vista, debiendo aprovechar las diferentes miradas que tienen los participantes.
- Propender al desarrollo progresivo de competencias colectivas en lugar de la utilización de las capacidades individuales.
- Concientizar acerca de la posibilidad que en una negociación se vean beneficiadas ambas partes, a través del respeto y de la integración y complementación de los puntos de vista, y no necesariamente que una deba ganar a expensas de la otra.

Entendemos que, las decisiones importantes relativas a inversión pueden ser tomadas a la luz de la teoría de inversiones y sobre la base de la metodología de formulación y evaluación de proyectos. En este sentido, cabe advertir que, la preparación y evaluación de proyectos se ha transformado en un instrumento de uso prioritario entre los agentes económicos que participan en cualquiera de las etapas de asignación de recursos para implementar iniciativas de inversión (Sapag Chain, Sapag Chain y Sapag Puelma, 2014). Asimismo, coincidimos con Miranda Miranda (2010) en que “cada vez son más las instituciones y empresas públicas y privadas de todo el mundo que involucran el "proyecto" como unidad básica de análisis de la rutina de gestión y herramienta insustituible en la planeación estratégica”.

Del mismo modo, se ha desarrollado la teoría de la decisión, la cual tiene por objetivo decidir analizando, proyectando y prediciendo el futuro (Bonatti, en Bonatti y otros, 2011). No tiene sentido la teoría de la decisión en el pasado, como así tampoco tiene demasiado sentido la formulación y evaluación de proyectos del pasado, salvo por el aprendizaje y utilización de las herramientas.

En función de lo expuesto, basándonos en el paradigma constructivista, trataremos de abordar el nuevo conocimiento (Teoría de la Decisión) sobre la base de lo que ya conocemos, aplicamos y enseñamos (Formulación y Evaluación de Proyectos), por cuanto es de nuestro interés procesar la información, construir leyes, normas o principios de modo de incorporar a nuestra base de conocimientos (Tardiff, 1993). En este sentido, cabe destacar que, consideramos que el aprendizaje es un proceso esencialmente acumulativo, ya que los nuevos conocimientos se relacionan con los conocimientos anteriores. En este sentido, coincidimos con Bonatti (2016) en que, el conocimiento científico avanzaría de manera más rápida si la investigación es interdisciplinaria, es decir, si los temas son abordados por diferentes disciplinas y sin el establecimiento de compartimentos disciplinares.

Las decisiones que tenemos que tomar ya no se pueden resolver bajo el paradigma de la simplicidad y el paradigma de la complejidad existe gracias a la existencia del primero. Mientras el paradigma de la simplicidad se funda en poner orden en el universo y perseguir el desorden, el paradigma de la complejidad supone una interacción orden, desorden y organización (Morin, 1994). La cuestión de la información se volvió compleja a raíz de la necesidad de acceso a grandes volúmenes de datos, provenientes de múltiples fuentes, requiriéndose una elevada capacidad de procesamiento y almacenamiento, la formación de especialistas en la temática y la necesidad de una conectividad en tiempo real.

En función de lo expuesto, en el acápite 2 nos ocuparemos de establecer las relaciones entre ambas disciplinas referidas a decisiones; en tanto que, en el apartado 3 haremos referencia a las herramientas de Teoría de la Decisión que podrían ser aplicadas a la Formulación y Evaluación de Proyectos, dejando el acápite 4 para efectuar algunas consideraciones y/o recomendaciones para la evaluación de inversiones.

2. Interrelaciones entre formulación y evaluación de proyectos y teoría de la decisión

2.1 Conceptos de proyectos y de decisión

Los vocablos “proyectos” y “decisión” son conocidos por todos, por cuanto hacen a nuestra vida diaria. Un proyecto es la búsqueda de una solución inteligente al planteo de un problema que tiende a resolver, entre tantas, una necesidad humana (Sapag Chain, Sapag Chain y Sapag Puelma, 2014). Cualquiera sea la idea que se pretende implementar, la inversión, la metodología o la tecnología a aplicar, conlleva necesariamente la búsqueda de proposiciones coherentes destinadas a resolver las necesidades de la persona humana.

Un proyecto comprende el ordenamiento de un conjunto de actividades que, combinando recursos humanos, materiales, financieros y técnicos, se realizan con el propósito de conseguir un determinado objetivo o resultado (Ander-Egg y Aguilar Idáñez, 2005). Estas actividades se articulan, se interrelacionan y coordinan entre sí. El propósito de todo proyecto es alcanzar:

- un resultado (efecto concreto que se logra con su realización), o
- un producto (elemento material o de servicio que se genera para producir el efecto).

No obstante, debemos tener presente que, todo proyecto se realiza dentro de los límites de un presupuesto (o una determinada asignación de recursos) y de un período, dados.

Por su parte, decidir es “realizar un proceso mental, deliberado, voluntario, sistemático, a través del ejercicio del raciocinio, con la finalidad de elegir un curso de acción (y solo uno) entre un conjunto de cursos de acción alternativos” (Pavesi, 1991, p. 15). De allí que, para encuadrarnos dentro de lo que es teoría de la decisión necesitamos que la decisión sea deliberada y voluntaria, caso contrario queda afuera del campo de acción de la disciplina.

Asimismo, para tomar una buena decisión resulta necesario atravesar un proceso de razonamiento, constante y focalizado, que generalmente incluye la participación de varias personas con formaciones disciplinares diferentes. En otras palabras, “una decisión para tener posibilidad de éxito, requiere inevitablemente un compás de espera que nos permita pensar” (Riccardi y Colombo Murúa, 2008, p. 38).

Tanto en materia de *Formulación y Evaluación de Proyectos* como en *Teoría de la Decisión* resulta válido lo manifestado por Simon (2011) en cuanto a que al organizar es importante determinar primero dónde se ubica el conocimiento a partir de las cuales se pueden elaborar distintos tipos de premisas para las decisiones y a quienes se les puede confiar la responsabilidad de especificar las metas a seguir y las restricciones que debe satisfacer la decisión.

2.2 Concepto de inversión y de proyecto de inversión

Está generalmente aceptado que invertir es emplear recursos con ánimo de obtener beneficios en el futuro (Termes, 1998). Ello debe ser tenido en cuenta por el decisor en materia de inversiones.

El concepto de inversión es uno de los conceptos económicos más difíciles de delimitar. Son muchos los autores que utilizan el vocablo “inversión” con diferente sentido y amplitud.

La definición más general que se puede dar del acto de invertir es que, mediante el mismo, tiene lugar el cambio de una satisfacción inmediata y cierta a la que se renuncia, contra una esperanza que se adquiere y de la cual el bien invertido es el soporte. Por lo tanto, en todo acto de invertir intervienen los siguientes elementos:

1. Un sujeto que invierte, ya sea una persona física o jurídica.
2. Un objeto en el que se invierte que puede ser de naturaleza muy diversa.
3. El costo que supone la renuncia de una satisfacción en el presente.
4. La esperanza de una recompensa en el futuro.

Por su parte, siguiendo a Bonatti (en Bonatti *et al*, 2011), podemos afirmar que la Teoría de la Decisión considera:

- la debilidad de leyes científicas que la sostienen, siendo muchas de ellas conflictivas e inconmensurables,
- la incertidumbre en la cual se aplica es siempre relativa,
- una gran dosis de subjetividad en la apreciación de situaciones que debe enfrentar el decisor (prejuicios, sesgos, errores heurísticos, además de las dificultades humanas para evaluar situaciones complejas, inciertas, ambiguas o mal definidas), y que
- la subjetividad no puede anularse; no obstante, no es sinónimo de arbitrariedad. Sería una utopía pensar que en el proceso decisorio podemos lograr una objetividad total y completa.

En Teoría de la Decisión, siempre hay una situación de decisión definida como una brecha entre la situación deseada (objetivo) y la que se obtendría si no se hiciera nada (*statuo quo*) en el futuro (Pavesi, 1991). Lo mismo sucede en proyectos, es posible advertir cómo sería la situación con el proyecto y cuál sería la situación si el proyecto no se llevara a cabo.

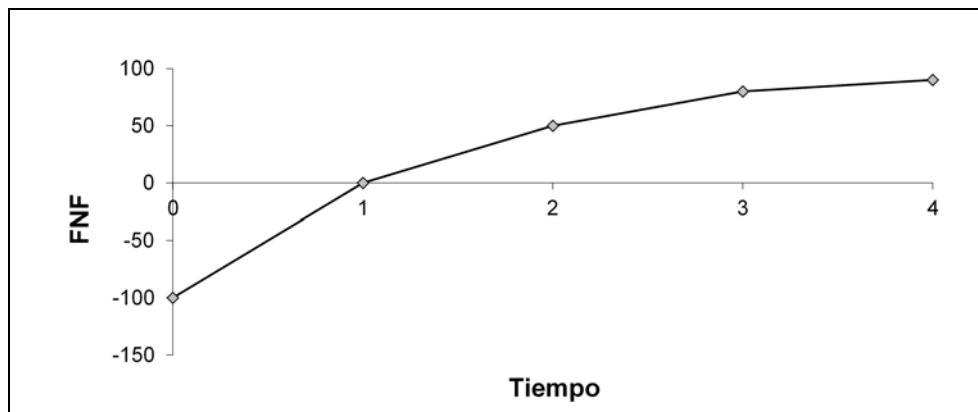
Podemos definir a un proyecto de inversión como un flujo de ingresos y egresos que ocurren en distintos momentos en el tiempo. Siguiendo a Baca Urbina (1995), un proyecto de inversión se puede describir como un plan que, si se le asigna determinado monto de capital y se le proporcionan insumos de varios tipos, podrá producir un bien o servicio, útil al ser humano y a la sociedad en general.

En el perfil de un proyecto de inversión (Ilustración 1) vemos que en el momento cero hay un desembolso o egreso de fondos (generalmente explicado por la inversión que tenemos que efectuar para poner en marcha nuestro proyecto) y en los períodos 1 en adelante se observan ingresos netos de fondos (dados por los beneficios netos –es decir, luego de cubrir los costos– que se obtienen de la ejecución del proyecto).

2.3 Rol del formulador y evaluador de proyectos y del decisor

El objetivo fundamental de la formulación y evaluación de proyectos es recopilar, ordenar y analizar en forma sistemática un conjunto de antecedentes económicos que permitan juzgar cualitativa y cuantitativamente las ventajas y desventajas de asignar recursos a determinada iniciativa (Sapag Chain, Sapag Chain y Sapag Puelma, 2014). El rol del formulador y evaluador

Ilustración 1: Perfil del flujo de fondos de un proyecto de inversión



de proyectos es asesorar en función del análisis y evaluación de la información recolectada para ayudar a la toma de decisiones racionales, es decir, fundamentadas.

En cambio, la Teoría de la Decisión es más realista por cuanto no persigue la objetividad en sus decisiones. La misma parte de la premisa que “no existen decisiones sin emociones”, sabiendo que las emociones afectan las conductas humanas, la revisión de los objetivos, de las creencias y del sistema de preferencias (Bonatti, en Bonatti y otros, 2011, p. 27). Por su parte, en Formulación y Evaluación de Proyectos todavía no asumimos que el formulador de proyectos es un actor más, que influye y es influido por actos de los demás actores y por otros hechos producidos, como sí lo hace la Teoría de la Decisión (Bonatti, en Bonatti y otros, 2011). Nosotros aún pretendemos que los formuladores y evaluadores de proyectos tomen decisiones objetivas, aun cuando hayan dedicado mucho tiempo a la preparación del mismo, que no se enamoren del proyecto en sí y que realicen una recomendación sin considerar lo que nos pasa durante el proceso de formulación y evaluación del proyecto, y sin las influencias de los interesados en el mismo.

Un postulado básico de la Teoría de la Decisión es que “el sujeto actor Decisor (persona física) tiene fines (deseos, objetivos, valores) y pretende realizarlos” (Bonatti y otros, 2011, p. 44). No obstante, la práctica nos demuestra que muchas veces el instrumental de proyectos es usado para justificar decisiones ya tomadas o bien para obtener el financiamiento necesario para la inversión que queremos efectuar. Del mismo modo sería un error aplicar teoría de la decisión para determinar cuál es la alternativa más adecuada para luego tomar otra decisión o bien descartar el análisis efectuado por no ser la alternativa que más nos convenza.

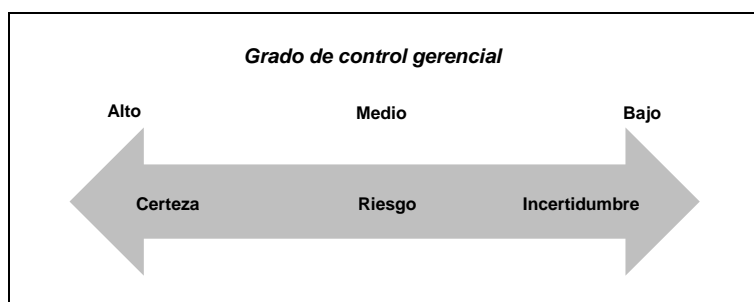
2.4 Certeza, riesgo e incertidumbre en las decisiones

En el lenguaje cotidiano, nos referimos al riesgo como sinónimo de la incertidumbre. Por su parte, algunos autores señalan una ligera diferencia respecto del carácter mensurable del riesgo y prácticamente no mensurable de la incertidumbre. Sin embargo, en el campo de las finanzas y de la administración, Messuti, Álvarez y Graffi (1992) distinguen distintos escenarios que pueden presentarse en el futuro, criterio que compartimos, a saber:

- *Certeza*: Se trata de un estado conocido y comparable. Es decir, se cuenta con información exacta, mensurable y confiable sobre el resultado. Por lo tanto, existe una única alternativa y un único resultado. Resulta sumamente difícil trabajar en el mundo de los negocios en condiciones de certeza. Generalmente, se utiliza este escenario a los fines académicos, a efectos de analizar un problema determinado, aislando los hechos que podrían hacer variar dicho resultado.
- *Riesgo*: Existen distintas alternativas, es decir, los estados futuros de la economía y los negocios que pueden afectar los valores de los parámetros relevantes en las decisiones y se conoce la probabilidad asociada a cada resultado de manera objetiva, pudiéndose evaluar así su comportamiento a través de un análisis estadístico de probabilidades.
- *Incertidumbre*: Se conocen objetivamente las alternativas, pero la posibilidad de evaluar su comportamiento es subjetiva, ya que se carece de la información necesaria para establecer objetivamente la probabilidad de ocurrencia de cada resultado. Existen distintos grados de incertidumbre, tomados a partir de la pérdida de certeza.
- *Ignorancia parcial*: Se determinan subjetivamente las alternativas y de igual modo su probabilidad de ocurrencia. Algunos autores lo consideran dentro de lo que es incertidumbre.

De lo expuesto puede observarse que en los casos de certeza, riesgo e incertidumbre se conocen objetivamente las alternativas que pueden presentarse. Lo que varía es el grado de control gerencial, lo cual puede observarse en la Ilustración 2.

Ilustración 2: Certeza, riesgo e incertidumbre



En este sentido, Vélez Pareja (2009) afirma que, la incertidumbre es consecuencia de la naturaleza humana, del conocimiento limitado que se tiene de las cosas, es decir, de la ignorancia. Por su parte, existen fenómenos no atribuibles directamente al ser humano que también causan incertidumbre y riesgo. Dentro de éstas últimas, podemos mencionar:

- Inexistencia de datos históricos directamente relacionados con las alternativas que se estudian.
- Sesgos en el cálculo de datos o de eventos posibles.
- Cambios en la economía, tanto nacional como mundial.

- Cambios de políticas en países que afectan, directa o indirectamente, el entorno económico local.
- Análisis e interpretación errónea de la información disponible.
- Obsolescencia.
- Situación política.
- Catástrofes naturales o comportamiento del clima.
- Baja cobertura y poca confiabilidad de los datos estadísticos con que se cuenta.

En formulación y evaluación de proyectos generalmente se trabaja como si fuera en situaciones de certeza y al final se hace una breve consideración respecto de la existencia de riesgo en los proyectos y, muy excepcionalmente, incertidumbre.

Este tema es desarrollado y analizado por Pavesi (1991), quien utiliza la palabra “mundo” para referirse a todos los elementos que influyen sobre, o bien que están influidos por, esa decisión, incluyéndose al decididor. El autor considera fundamental identificar el tipo de situación o el tipo de mundo en el cual nos encontramos, a saber:

- *Mundos dóciles*: Son mundos cerrados, únicos o bien poco variados y se conocen de antemano. Normalmente, no ofrecen sorpresas. En general se incluyen aquí los mundos operativos, los cuales presentan rangos de libertad nulos o muy reducidos. Son los mundos de certeza o cuasi-certeza en función de probabilidades objetivas confiables. Son mundos amigables y colaboradores, a veces se desvían, pero hasta sus desvíos son ordenados. Pueden ser representados a través de modelos matemáticos, pudiéndose calcular. Para decidir en éstos mundos se utilizan la investigación operativa, el cálculo de probabilidades, la estadística y la matemática financiera. Se trata de mundos esencialmente objetivos por cuanto no dependen del decididor, no dan lugar a la divergencia de opiniones.
- *Mundos esquivos*: Son mundos más comunes en los niveles gerenciales intermedios de las empresas, no son matematizables. Son mundos verbales en los cuales está presente la incertidumbre. Son semi-abiertos por cuanto pueden aparecer acontecimientos o comportamientos totalmente imprevistos, o si fueran previstos con una vaga propensión de lo que puede suceder. En estos mundos, existe una proporción de subjetividad, de percepciones contradictorias. Son mundos ambiguos donde se mezclan variables cuantificables con variables que no lo son. Son mundos de la búsqueda de información, del planeamiento y de los escenarios, por cuanto queda descartado el determinismo de lo que va a pasar. Dentro de las herramientas que se utilizan en estos mundos, podemos mencionar: la probabilidad subjetiva, los métodos bayesianos, la estadística paramétrica, las estimaciones del grupo de expertos, los métodos de creatividad y la simulación. En estos mundos existe una estructura bastante capturable por el lenguaje.
- *Mundos rebeldes*: Son los mundos estratégicos, altamente inciertos por cuanto dependen fundamentalmente del comportamiento de otros (competidores, contrincantes, contrarios, adversarios, enemigos). Son mundos difícilmente predecibles porque podemos atribuir gran cantidad de comportamientos posibles y no tenemos la más remota idea de cuál van a elegir. Son mundos abiertos en los que siempre pueden aparecer elementos nuevos e insospechados. La incertidumbre es alta, la duda total. Son los

mundos de la maniobra, de la prueba y el error, que nos permitirán ir adivinando cuáles son las restricciones existentes a fin de reducir su variabilidad y aumentar nuestro conocimiento. Son los mundos de la política y de la negociación.

Cabe destacar que, el ser humano de por sí se esfuerza por convertir todos los mundos que nos interesan en mundos dóciles, predecibles y obedientes, es decir tratar de tomar decisiones en condiciones de certeza, o lo más parecido a la certeza posible.

2.5 Ciclo del proyecto y proceso de decisiones

Todo proyecto involucra un conjunto complejo de tareas, que se inician con la definición y delimitación de las actividades a ser realizadas, incluye la formulación y evaluación, la aprobación del proyecto, la ejecución del mismo y sólo termina con la evaluación ex-post del proyecto, cuyas conclusiones deben servir para alimentar la definición y ejecución de otros proyectos. Este conjunto de actividades es comúnmente llamado “el ciclo del proyecto”.

Básicamente el ciclo del proyecto comprende las siguientes etapas:

1. *Planeamiento*: Comprende:
 - Identificación (o definición) del proyecto: Tiene como finalidad definir proyectos que sean técnica, financiera y económicamente sanos, para que satisfagan unas necesidades previamente detectadas y que sean armoniosos con el desarrollo económico y social de la coyuntura y del futuro. Busca identificar los proyectos que a primera vista parecen convenientes.
 - Preparación del proyecto: Trata identificar los ingresos y egresos que generará el proyecto, medirlos en unidades físicas y valorarlos en unidades monetarias. Tiene por objeto identificar todo aquello que tenga algún efecto en el flujo de ingresos y egresos del proyecto.
 - Evaluación previa (o ex-ante): Consiste en emitir un juicio sobre la bondad o conveniencia de una proposición; para ello es necesario definir previamente el o los objetivos perseguidos. La evaluación es absolutamente necesaria cuando se presentan opciones para la solución de un mismo problema, o para alcanzar los objetivos deseados. La evaluación previa busca proveer información que es relevante y útil para el proceso de toma de decisiones; describe la factibilidad del proyecto a la luz de unos criterios particulares y plantea las recomendaciones correspondientes para alcanzar la rentabilidad esperada.

2. *Ejecución y supervisión del proyecto*: El proceso de ejecución del proyecto comprende la construcción o montaje y la operación del mismo a través de todos los años de su “vida”. Convencionalmente, se divide la fase de ejecución en dos sub-fases: la de implementación y la de operación continua. Ambas sub-fases son sometidas a un proceso de supervisión, que busca identificar las diferencias entre lo planteado y lo realizado, explicar estas diferencias y corregirlas para que no afecten el desarrollo del programa. Asimismo, se busca reformular el proyecto donde sea necesario para garantizar el cumplimiento de sus objetivos.

3. *Evaluación ex-post*: Esta evaluación es realizada después de finalizar el proyecto. La misma tiene la finalidad de determinar si este funcionó según lo programado y en qué medida cumplió sus objetivos. Busca cuantificar el impacto o el éxito del proyecto, además de comparar lo programado con lo ejecutado, la evaluación debe identificar y explicar los aspectos del proyecto que fallaron o no estuvieron a la altura de las expectativas, indagando sobre la/s causa/s de ello. Solo así servirá ésta evaluación para enriquecer la identificación y la preparación de proyectos futuros

Cabe mencionar que Semyraz (2006) en su libro “Preparación y Evaluación de Proyectos de Inversión” realiza un análisis introductorio a la toma de decisiones bajo el entendimiento que en la formulación de un proyecto se deben tomar varias decisiones. El autor, entre otras cuestiones, describe el proceso de toma de decisiones tal como se sintetiza a continuación:

- *Comprensión del problema*: Para tomar una decisión acertada se torna imprescindible comprender cabalmente el problema, el objetivo y las restricciones involucradas.
- *Recopilación de datos*: Para efectuar el análisis será necesario reunir la mayor cantidad de información posible, en el menor tiempo posible, y contar con las diferentes visiones acerca del problema en cuestión.
- *Construcción de un modelo analítico*: Implica traducir el problema a un modelo, generalmente matemático, que coadyuve a la toma de la decisión, sopesando los diferentes elementos que entran en juego. Dicho modelo debiera ser aplicado a distintos escenarios o situaciones posibles.
- *Búsqueda de una buena solución*: Consiste en elegir una técnica de resolución adecuada, en función de las características específicas del modelo. Una vez encontrada la solución en función del modelo utilizado, se deberá verificar la viabilidad de la misma a efectos de no elevar a consideración del tomador de la decisión una solución utópica desde el punto de vista de su aplicación práctica.
- *Comunicación de los resultados al tomador de decisiones*: La decisión sólo será implementada si el analista es capaz de fundamentar el proceso transitado y fundamentar porqué debe tomar esa decisión y no otra. De allí es que la comunicación de los resultados y del proceso decisorio ocupe un lugar relevante.

Coincidimos con Pavesi (1991) en que el planteo, la estructuración o el ordenamiento de la situación –tanto actual como esperada– se basa siempre en las variables relevantes tal como son percibidas por los actores, o bien por el sólo decisor. La decisión es un proceso previo a la acción, pero la decisión no es acción. La acción implica cierta actividad con consumo de energía e influencia sobre la gente y las cosas (Pavesi, 2000). En el caso de proyectos, una vez tomada la decisión de llevar a cabo el proyecto, se deben llevar a cabo una serie de actividades de construcción, montaje y puesta a punto del proyecto.

Del mismo modo que la evaluación ex-post nos sirve para aprender de nuestros errores, de modo de no volver a cometerlos en próximos proyectos, aprender a tomar decisiones no nos puede ofrecer la garantía del éxito, pero sí la garantía de haber hecho lo mejor posible (Pavesi, 1991).

Lo que se puede aprender es a pensar la decisión, aun en el caso de un proyecto, de modo de reducir la propia responsabilidad del fracaso y poder atribuirlo en mayor proporción a los

otros y a los acontecimientos incontrolables. En este sentido Sapag Chain (s/f) comenta que se inició la construcción de una planta para procesar pectina a partir de la cáscara de limón que desechaban las fábricas de aceites esenciales de limón basada en la alta rentabilidad que arrojaba el proyecto, sustentado en el hecho de que sólo un país latinoamericano producía pectina, aunque en cantidades inferiores a su consumo, importando la diferencia, además de una razón muy importante: la gratuidad de la materia prima. Sin embargo, antes de finalizada la construcción de la planta, el proyecto debió ser reevaluado ya que surgió un imprevisto importante en su rentabilidad futura: la aparición de un sustituto sintético que reemplazaba la pectina natural en gran cantidad de usos. Ante ésta situación, el autor afirma que los evaluadores originales no fueron capaces de visualizar este nuevo producto y se pregunta si alguien podría hacerlo. De allí es que, como formuladores y evaluadores de proyectos y como tomadores de decisión, tenemos que contentarnos con haber hecho el mejor esfuerzo para comprender la realidad y recomendar sobre la base de análisis efectuados con el instrumental con que contamos para ello.

Por otra parte, conforme a Serrano (en Bonatti y otros, 2011), el proceso decisorio consta de las siguientes etapas:

- *Análisis de la situación:* El decisor plantea la existencia de una brecha entre el universo futuro, imaginado sin su intervención, y el universo deseado a futuro. En términos de proyectos ello implicaría pensar un escenario de evolución sin el proyecto y otro considerando el proyecto, obteniendo por diferencia lo que aporta el proyecto en materia de ingresos y egresos.
- *Conformación de los elementos del proceso decisorio:* En esta etapa se definen las alternativas, las variables no controlables, los niveles, grados o valores, las probabilidades, las restricciones, los resultados, el horizonte de planeamiento, el criterio de decisión y el ámbito donde se encuentra el decisor.
- *Evaluación y selección de la alternativa a elegir:* En ésta etapa será necesaria la utilización de herramientas específicas, dependiendo del tipo de decisión de que se trate (única propiamente dicha, única repetitiva o secuencial).

2.6 Niveles de estudio en proyectos y niveles de decisión

Los niveles de estudio nos indican la profundidad con que se pueden analizar los proyectos de inversión (Fiol, 2015). Un proyecto puede ser analizado a nivel de idea, perfil, prefactibilidad o de factibilidad. No obstante, no necesariamente se tienen que llevar todos los proyectos al análisis de factibilidad y, de hacerlo, no deben efectuarse necesariamente todos los estudios. En la Tabla 1 se presentan las principales características de los estudios de perfil, prefactibilidad y factibilidad.

Cabe destacar que, existe una relación directa entre la profundidad de los estudios de perfil, prefactibilidad y factibilidad y los tiempos y costos que demandan cada uno de ellos (Ilustración 3), y una relación inversa entre los tiempos y costos y el grado de incertidumbre que traen aparejado cada uno de ellos (Ilustración 4). En este caso, entendemos que obtener más información lleva a reducir la incertidumbre por cuanto en el nivel de estudio en el que nos encontramos (supongamos prefactibilidad) debemos precisar qué estudio deberá efectuarse en el siguiente nivel (factibilidad).

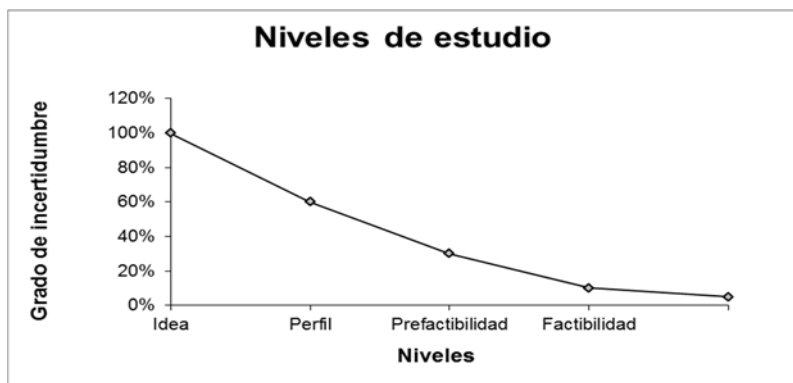
Tabla 1: Niveles de estudio

Característica diferenciadora	Perfil	Prefactibilidad	Factibilidad
Tipo de análisis	Estático	Dinámico	Dinámico
Fuentes de información	Secundarias (información existente, opinión de expertos)	Secundarias (información existente)	Primarias (recolectadas para el proyecto)
Estudios a realizar	Cálculos globales (inversiones, costos e ingresos)	De mercado, técnico, legal y organizacional, económico y financiero	Los necesarios para eliminar incertidumbre.
Herramienta de análisis	Punto de equilibrio	Flujo de fondos, análisis de riesgo y sensibilidad	Flujo de fondos, análisis de riesgo y sensibilidad

Ilustración 3: Relación entre costos y tiempo en los niveles de estudio de proyectos



Ilustración 4: Grado de incertidumbre en los niveles de estudio de proyectos



2.7 Horizonte de planeamiento

Definimos al horizonte de planeamiento como el tiempo que decidimos tomar para analizar los flujos de fondos con objeto de determinar la conveniencia de dicha inversión. Ese tiempo no implica que el proyecto culmine necesariamente al finalizar dicho período, sino más bien se trata del lapso de tiempo para el cual se estima que el proyecto debe cumplir cabalmente con sus objetivos o se produciría una estabilización en sus ventas. Esta es una decisión que debe estar bien fundamentada. Por su parte, Serrano (en Bonatti et al, 2011) considera al horizonte de planeamiento como el momento donde no sólo la decisión se ha implementado, a través de la acción, sino que las consecuencias de la misma han ocurrido.

El horizonte de planeamiento de un proyecto comprende un período lo suficientemente extenso como para observar las consecuencias relevantes de la decisión de inversión. Asimismo, al aumentar el horizonte de planeamiento se incrementan los factores de imprevisión.

Existen proyectos con vidas útiles muy largas y otros con vidas más cortas. Para los proyectos de larga duración, el análisis podría acotarse –en función de convenciones establecidas– y limitar el horizonte de análisis a 10 años o bien a 5 años aun cuando se estime que el proyecto no finalizará en ese período. En ese caso, el valor del proyecto en marcha o valor de desecho deberá considerarse como ingreso de inversión del proyecto.

No obstante, para definir el horizonte de planeamiento de un proyecto, debemos tener en cuenta las distintas vidas útiles a las que se halla expuesto el mismo (Termes, 1998), a saber:

- *Vida física del activo*: Dada por el desgaste o deterioro físico del bien, puesto de manifiesto por la disminución de la productividad o por el aumento excesivo de los gastos de mantenimiento.
- *Vida comercial*: Determinada por la obsolescencia del producto, por haber sido este desplazado por la demanda del mercado.
- *Vida tecnológica*: Determinada por la probable obsolescencia que podría sufrir dicha tecnología, la cual podría ser sustituida por otra más perfeccionada.

Termes concibe a las vidas comercial y tecnológica dentro de que él denomina “vida económica”.

Dadas las características de los mercados y la evolución de la tecnología, generalmente tenderemos a fijar una vida económica inferior a la vida física y, en función de la vida económica, estableceremos la vida del proyecto de inversión que se convertirá en el período u horizonte de planeamiento. Aquí estamos en presencia de una decisión de carácter incierto que habrá que tomar apoyándose en la experiencia y la prudencia.

En el caso que preveamos una vida económica más larga que la vida física del equipo de producción, habrá que proyectar la sustitución o reparación a fondo del equipo, en un momento determinado del horizonte de planificación, haciendo figurar entre los flujos de inversión los desembolsos necesarios para recuperar el potencial productivo del equipo.

Como criterio general se toma la menor de las tres vidas (física, comercial y tecnológica) siempre y cuando en dicho período sea posible cancelar la totalidad del crédito solicitado.

2.8 Viabilidad de un proyecto

Al formular un proyecto de inversión, el formulador y evaluador se enfrenta al análisis de las distintas viabilidades a investigar, entendiendo por viabilidad la "posibilidad de" o la "conveniencia de" realizar un proyecto.

La *viabilidad técnica* siempre debe establecerse con la ayuda de los técnicos especializados en la materia a efectos de determinar si es posible, materialmente, construir un puerto en determinado lugar, obtener pectina del limón, producir papel de diario usando el bagazo de la caña de azúcar o reconvertir el plástico de desecho para utilizarlo como materia prima de otros productos plásticos.

La *viabilidad comercial* de un proyecto reside en el análisis del mercado consumidor, por cuanto será este quien decida la adquisición o no del producto a comercializar. En otras palabras, los hábitos y motivaciones de compra serán determinantes al definir al consumidor real (el que toma la decisión de compra) y la estrategia comercial que deberá diseñarse para enfrentarlo en su papel de consumidor frente a la posible multiplicidad de alternativas en su decisión de compra.

La *viabilidad legal* se refiere a determinar la inexistencia de trabas legales para la instalación y operación del proyecto. Al igual que en la viabilidad técnica, su realización corresponde a los expertos respectivos, y en ella el responsable de estudiar su conveniencia económica tiene poco o nada que decir.

La *viabilidad política* corresponde a la intencionalidad de quien debe decidir, de querer o no implementar un proyecto independientemente de su rentabilidad; por ejemplo, por razones estratégicas o humanitarias, o simplemente por no convenir a determinados intereses que pudieran estar en juego.

La *viabilidad gerencial* refiere a la capacidad de gestión del inversionista. Una de las pocas formas de que se dispone para estudiar la viabilidad gerencial es la calidad del proyecto que se elabora. Si en esta etapa tan relevante el inversionista demuestra incapacidad para hacer un buen estudio o para hacerse asesorar por buenos evaluadores, podría fácilmente presumirse que, una vez implementado su proyecto, mantendrá esta incapacidad.

La *viabilidad financiera* se ocupa de determinar si el proyecto será capaz de obtener los ingresos de fondos necesarios para hacer frente a los egresos previstos en cada uno de los períodos proyectados.

A través de la *viabilidad económica* se busca definir, mediante la comparación de los beneficios y costos de un proyecto, si son recomendables su implementación y operación en términos de rentabilidad del proyecto y de rentabilidad para el inversionista.

Entendemos que las diferentes restricciones que se presentan en la formulación de un proyecto y en el análisis de las distintas viabilidades son muy importantes, pudiendo tomarse de Teoría de la Decisión algunos aportes. Una restricción es todo lo que limita e impide que una variable adopte todos los comportamientos posibles (Serrano, en Bonatti y otros, 2011). El decisor debe analizar la situación de decisión a la que se enfrenta y si las restricciones afectarán o no su análisis. La restricción podrá impedir y así eliminar alternativas que el decisor o el formulador de proyectos consideraba factibles.

2.9 Técnicas de proyección de la demanda

Una de las formas más comunes es construir el futuro sobre el pasado por extrapolación en los mundos dóciles y por analogías en los mundos menos estructurados (Pavesi, 1991). El pasado en sí no interviene en la decisión, pero sí interviene es porque se piensa que el pasado puede repetirse. Así, dentro de las técnicas de estimación de la demanda de mercado (Sapag Chain, Sapag Chain y Sapag Puelma, 2014; Semyraz, 2006), encontramos:

- *Analogía histórica*: Parte de suponer que el mercado del proyecto que se estudia puede tener un comportamiento similar al de otros mercados en el pasado.
- *Modelos causales*: Intentan proyectar la demanda del mercado sobre la base de antecedentes cuantitativos históricos, suponiendo que los factores condicionantes del comportamiento histórico de alguna o de todas las variables permanecerán estables. Aquí se incluye el modelo de regresión, el modelo econométrico y el modelo de insumo-producto.
- *Modelos de series de tiempo*: Requieren la medición de valores de una variable en el tiempo a intervalos espaciados uniformemente. Se analizan los componentes de tendencia, factores cíclicos, fluctuaciones estacionales y variables no sistemáticas.

En este sentido, nos adherimos a Pavesi (1991) en cuanto a que hay que tener en cuenta que la analogía histórica es una de las fuentes más fecundas de errores, algunos garrafales.

2.10 Evaluación económica de inversiones

La evaluación económica contribuye a tomar una decisión de aceptación o rechazo, cuando se estudia un proyecto específico, o a decidir un ordenamiento de varios proyectos en función de su rentabilidad, cuando éstos son mutuamente excluyentes o existe racionamiento de capitales.

Para realizar dicha evaluación será necesario construir el flujo de fondos del proyecto, determinar la tasa de descuento más apropiada para el mismo en función del riesgo a asumir con el proyecto y utilizar los criterios de evaluación que sugiere la literatura financiera (VAN, TIR y TIRM, por mencionar los más utilizados). Una vez que se demuestre que el proyecto es conveniente por sí, será necesario realizar la evaluación desde el punto de vista del inversionista, construyéndose el flujo de fondos del inversionista, descontando el mismo a una tasa de descuento apropiada y calculando los indicadores de rentabilidad.

Sin embargo, cuando se preparan los flujos de fondos del proyecto, se considera sólo un escenario, el cual se entiende es el más probable, siendo necesario analizar qué pasaría si se da otro escenario (análisis de sensibilidad) o bien determinar el riesgo que trae aparejado el proyecto en cuestión. En otras palabras, siguiendo a Sapag Chain, Sapag Chain y Sapag Puelma (2008) diremos que, el comportamiento único de los flujos de caja es incierto, puesto que no es posible conocer con anticipación cuál de todos los hechos que pueden ocurrir y que tienen efectos en los flujos de caja ocurrirá efectivamente. Al no tener certeza sobre los flujos futuros de caja que ocasionará cada inversión, se estará en una situación de riesgo o incertidumbre.

El riesgo de un proyecto se define como la variabilidad de los flujos de caja reales respecto de los estimados. Mientras más grande sea esta variabilidad, mayor es el riesgo del proyecto.

De esta forma, el riesgo se manifiesta en la variabilidad de los rendimientos del proyecto, puesto que se calculan sobre la proyección de los flujos de caja.

Como ya lo mencionamos anteriormente, el riesgo define una situación donde la información es de naturaleza aleatoria, en que se asocia una estrategia a un conjunto de resultados posibles, cada uno de los cuales tiene asignada una probabilidad. Por su parte, la incertidumbre caracteriza a una situación donde los posibles resultados de una estrategia no son conocidos y, en consecuencia, sus probabilidades de ocurrencia no son cuantificables. La incertidumbre, por lo tanto, puede ser una característica de información incompleta, de exceso de datos, o de información inexacta, sesgada o falsa.

La incertidumbre de un proyecto crece en el tiempo. El desarrollo del medio condicionará la ocurrencia de los hechos estimados en su formulación. La sola mención de las variables principales incluidas en la preparación de los flujos de caja deja de manifiesto el origen de la incertidumbre: el precio y calidad de las materias primas; el nivel tecnológico de producción; las escalas de remuneraciones; la evolución de los mercados; la solvencia de los proveedores; las variaciones de la demanda, tanto en cantidad, calidad como en precio; las políticas del gobierno respecto del comercio exterior (sustitución de importaciones, liberalización del comercio exterior); la productividad real de la operación, etcétera.

Existen varias herramientas que nos permiten analizar el riesgo e incertidumbre en los proyectos, utilizándose las herramientas de Análisis de Sensibilidad, Simulación de Monte Carlo y Árboles de Decisión. Por su parte, en Evaluación de Inversiones se utilizan otros métodos específicos a saber:

- *Método de ajuste a la tasa de descuento:* El análisis se efectúa sólo sobre la tasa pertinente de descuento, sin entrar a ajustar o evaluar los flujos de caja del proyecto. A mayor riesgo, mayor debe ser la tasa para castigar la rentabilidad del proyecto. Si bien este método presenta serias deficiencias, en términos prácticos es un procedimiento que permite solucionar las principales dificultades del riesgo.
- *Método de equivalencia a la certidumbre:* Se basa en que quien decide está en condiciones de determinar su punto de indiferencia entre flujos de caja por percibir con certeza y otros, obviamente mayores, sujetos a riesgo. Para ello se define un factor de ajuste α_t , el cual se aplicará a los flujos de fondos inciertos en el período t para hallar los flujos de fondos en condiciones de certeza para cada uno de los períodos. El factor del coeficiente α varía en forma inversamente proporcional al grado de riesgo. A mayor riesgo asociado menor será el coeficiente α , cuyo valor estará entre cero y uno. El índice t del coeficiente indica que este puede variar en un mismo proyecto a través del tiempo y eso pudiera no ser cierto en determinados proyectos. La aplicación de este método permite descontar los flujos sólo considerando el factor tiempo del uso del dinero, sin incorporar en la tasa de descuento el efecto del riesgo. Sin embargo, en la práctica resulta muy difícil la conversión al equivalente de certeza de los flujos de fondos.
- *Métodos estadísticos:* Analizan la distribución de probabilidades de los flujos futuros de fondos para presentar a quien tome la decisión de aprobación o rechazo los valores probables de los rendimientos y de la dispersión de su distribución de probabilidad. Los pasos a seguir para aplicar este método son:
 1. Calcular el valor esperado de cada flujo de fondos.

2. Calcular el desvío estándar de cada flujo.
3. Calcular el valor esperado del VAN, conocido como VE(VAN) o VANE.
4. Calcular el desvío estándar del proyecto, para lo cual se deberá analizar la dependencia o independencia de los flujos, siendo mayor el riesgo –y por lo tanto el desvío estándar– de proyectos que se encuentran altamente correlacionados.

En caso de tener que tomar la decisión de elegir entre dos proyectos, deberá tenerse en cuenta que la desviación estándar no es una medida adecuada de riesgo por cuanto no discrimina en función del valor esperado. De esta forma, alternativas con valores esperados diferentes de sus retornos netos de fondos pueden tener desviaciones estándares iguales, requiriendo de una medición complementaria para identificar diferenciaciones en el riesgo. El coeficiente de variación es, en este sentido, una unidad de medida de la dispersión relativa que puede ser utilizada para comparar proyectos.

Cabe destacar que, los conceptos de valor esperado y varianza son también utilizados en Teoría de la Decisión; no obstante, consideramos que el método estadístico ha sido desarrollado para la formulación y evaluación de proyectos por cuanto se avanzó en el tratamiento de las diferentes situaciones que se pueden presentar y de la dependencia o interdependencia de los flujos de fondos del proyecto.

Por último, cabe mencionar que, los métodos tradicionales empleados para la evaluación de inversiones no logran valorar de manera exacta las oportunidades que presenta una alternativa de inversión en activos reales y en escenarios de alta incertidumbre. El flujo de fondos descontados es uno de los métodos más utilizados, el cual asume un enfoque determinístico basado en un grupo de variables de entrada (supuestos), suponiendo asimismo una trayectoria fija de los resultados del proyecto, sin considerar la flexibilidad de cambiar la decisión. Ello permitió el surgimiento de las denominadas “opciones reales”, las cuales pueden ser caracterizadas como “un nuevo paradigma de evaluación, administración y toma de decisiones en proyectos de inversión que incorporen elementos de los métodos tradicionales, permitiendo tomar decisiones flexibles bajo incertidumbre” (García Ruiz y Romero Romero, 2009).

Las modalidades de decisión en condiciones de incertidumbre, siguiendo a Fornero (2004), pueden encuadrarse en tres ámbitos de referencia: de la administración estratégica, de teoría de las decisiones y de la teoría financiera, tal como se muestra en la Ilustración 5.

Se parte del planeamiento con escenarios de negocios (administración estratégica) y se considera el uso de instrumentos para especificar y evaluar las opciones estratégicas y tácticas (análisis de la decisión). Por su parte, la evaluación de las inversiones requiere la consideración de las alternativas financieras (el riesgo con el precio de mercado), y de ahí resulta el impacto en el valor de la empresa, que es lo que se busca estimar. Dicho impacto depende de la administración del riesgo y del valor que tienen en ello las alternativas de inversión. Así, Fornero (2005) destaca el nacimiento de las denominadas “finanzas conductuales” (*behavioral finance*), las cuales ponen énfasis en los matices psicosociales del comportamiento de los inversores.

Ilustración 5: Disciplinas que se encargan del análisis de inversiones



Fuente: Fornero (2005).

3. Herramientas de teoría de la decisión aplicables a la evaluación de inversiones

3.1 Matrices de decisión

Es dable advertir que, en la bibliografía tradicional de Formulación y Evaluación de Proyectos (Sapag Chain, Sapag Chain y Sapag Puelma, 2014; Sapag Chain, 2011) ni en la de Administración Financiera (Albornoz, 2012; López Dumrauf, 2013; Pascale, 2005) no hemos encontrado la utilización de matrices para la toma de decisiones. Por su parte, en Teoría de la Decisión la matriz de decisión es una de las herramientas más utilizadas, en la cual se resumen todos los posibles escenarios planteados en una situación de decisión, fundamentalmente cuando la decisión es única,¹ ya que es más difícil para el analista utilizar la matriz para determinar decisiones secuenciales (Dias, en Bonatti y otros, 2011). Por ello, es de nuestro interés mostrar la utilidad de las matrices y su importancia en la toma de decisiones.

Existen distintos tipos de matrices, pudiendo ser usadas tanto en condiciones de certeza como de incertidumbre. Semyraz (2006, pág. 610-614) aborda de manera muy sintética la utilización de matrices de decisión para proyectos de inversión, desarrollando los criterios de pago máximo, máxima posibilidad y la regla de decisión de Bayes. Entendemos que pueden efectuarse muchas aplicaciones más, fundamentalmente en cada uno de los estudios de proyectos y en el análisis de alternativas tecnológicas, de tamaño y de localización.

La matriz de decisión está constituida por filas, donde se representan las alternativas (S_n), y por columnas que representan los estados, niveles o grados de las variables inciertas consideradas en el problema de decisión. En las celdas resultantes de la intersección de filas y columnas se expresan los resultados de la elección de una alternativa y la ocurrencia de un determinado

¹ La decisión puede ser única propiamente dicha, cuando abarca una sola fase de decisión, o única repetitiva, cuando se presentan varias fases de decisión, pero dichas fases son idénticas y una no influye sobre la otra.

Primero se deben elaborar los distintos flujos de fondos que pueden presentarse en función de las alternativas elegidas y de los sucesos que se pueden presentar.

Producto A Demanda alta

Concepto	0	1	2	3	4
Inversión	-1.100				
Ingresos netos		600	600	600	600
Valor de desecho					880
Total costos	-1.100	600	600	600	1.480
VAN_{25%} =	677,41				

Producto A Demanda media

Concepto	0	1	2	3	4
Inversión	-1.100				
Ingresos netos		400	400	400	400
Valor de desecho					660
Total costos	-1.100	400	400	400	1.060
VAN_{25%} =	114,98				

Producto A Demanda baja

Concepto	0	1	2	3	4
Inversión	-1.100				
Ingresos netos		300	300	300	300
Valor de desecho					330
Total costos	-1.100	300	300	300	630
VAN_{25%} =	-256,35				

Producto B Demanda alta

Concepto	0	1	2	3	4
Inversión	-1.500				
Ingresos netos		900	900	900	900
Valor de desecho					1.200
Total costos	-1.500	900	900	900	2.100
VAN_{25%} =	1.116,96				

Producto B Demanda media

Concepto	0	1	2	3	4
Inversión	-1.500				
Ingresos netos		650	650	650	650
Valor de desecho					900
Total costos	-1.500	650	650	650	1.550
VAN_{25%} =	403,68				

Producto B Demanda baja

Concepto	0	1	2	3	4
Inversión	-1.500				
Ingresos netos		400	400	400	400
Valor de desecho					450
Total costos	-1.500	400	400	400	850
VAN_{25%} =	-371,04				

Luego, se debe confeccionar una matriz de decisión a efectos de ponderar los distintos resultados posibles por su probabilidad de ocurrencia y luego determinar el valor del VAN esperado.

O': Seleccionar el producto que otorgue la mayor rentabilidad para introducir al mercado.

	N ₁ : Demanda alta		N ₂ : Demanda media		N ₃ : Demanda baja		VAN esperado
	Probabilidad	VAN	Probabilidad	VAN	Probabilidad	VAN	
S ₁ : Producto A	0,40	677,41	0,50	114,98	0,10	-256,35	302,82
S ₂ : Producto B	0,20	1.116,96	0,60	403,68	0,20	-371,04	391,39

Recomendamos introducir al mercado el Producto B por cuanto es el que otorga el mayor VAN esperado, es decir, es el que tiene mayor probabilidad de ganancias. Si se presenta demanda alta o demanda media, el producto B arrojará utilidades en términos de valor actual neto y eso es de esperar que suceda con una probabilidad de 0,8.

3.2 Árboles de decisión

El árbol de decisión es una técnica gráfica que permite representar y analizar una serie de decisiones futuras de carácter secuencial a través del tiempo. Una decisión secuencial es una decisión que presenta varias fases de toma de decisión y una fase influye en otra, en forma real o supuesta por el decisor (Dias, en Bonatti y otros, 2011). La decisión inicial se toma sobre la base de lo que se espera en decisiones futuras. Se trata de una cadena de decisiones que se presentan a lo largo de un período de tiempo, definido como horizonte de planeamiento.

Cada decisión se representa gráficamente por un cuadrado con un número dispuesto en una bifurcación del árbol de decisión. Cada rama que se origina en este punto representa una alternativa de acción. Además de los puntos de decisión, en este árbol se expresan, mediante círculos, los sucesos aleatorios que influyen en los resultados. A cada rama que parte de estos sucesos se le asigna una probabilidad de ocurrencia. De esta forma, el árbol representa todas las combinaciones posibles de decisiones y sucesos, permitiendo estimar un valor esperado del resultado final, como un valor actual neto, utilidad u otro (Sapag Chain y Sapag Chain, 2008). En este sentido, coincidimos con Vélez Pareja (en Albornoz, 2012) en que, es una herramienta útil para visualizar las diferentes alternativas que se presentan al que decide y para un mejor tratamiento probabilístico.

Un árbol de presupuestación de capitales mostrará los flujos de fondos y el VAN del proyecto en diferentes circunstancias posibles, con las siguientes ventajas (Shim y Siegel, 2004):

- Presentan visualmente todos los resultados posibles del proyecto en estudio y advierten a los inversionistas acerca de las posibilidades adversas.
- Permiten representar explícitamente la naturaleza condicional de la secuencia de flujos de efectivo para los años sucesivos.

En este sentido, Termes (1998) manifiesta que, para que un árbol de decisiones sirva para evaluar un proyecto es necesario atribuir probabilidades de ocurrencia a los distintos sucesos que provocarán una determinada decisión. Por otra parte, cuando la secuencia de decisiones ha de tener lugar a lo largo de un determinado número de años o cuando las ramas del árbol que representan las acciones alternativas y sus resultados adquieran distinta longitud, la manera de valorar y comparar las distintas estrategias es a través del VAN. Del mismo modo, cuando se debe determinar el valor esperado del proyecto, este vendrá dado por el valor medio, según la distribución de probabilidades, de los distintos VAN a que conduzcan las distintas ramas del árbol.

No obstante, el inconveniente de la mayor parte de los problemas de presupuestación de capital es su complejidad, dificultando la representación de la secuencia de resultados año por año. Por ejemplo, un proyecto con un horizonte de planeamiento de 3 años, con tres resultados posibles luego de cada año, da lugar a 27 ramas posibles. Si el proyecto es a 10 años, suponiendo 3 resultados posibles después de cada año, habrá alrededor de 60.000 ramas.

Autores como Sapag Chain, Sapag Chain y Sapag Puelma (2014) y Vélez Pareja (2009) utilizan un ejemplo que nos parece muy claro en la utilización de árboles de decisión, pero pueden existir tantas otras aplicaciones para la herramienta antes mencionada. El ejemplo hace referencia a la decisión de introducir un producto a nivel regional o hacerlo a nivel nacional, en ambos casos pueden presentarse diferentes estados o situaciones (demanda alta, demanda media

o demanda baja). En caso de optar por introducir el producto en el mercado regional y la demanda sea alta, se plantea una nueva decisión de distribuir a escala nacional o continuar distribuyendo a escala regional y se brindan escenarios de ocurrencia de demanda alta, media y baja. En el Ejemplo 2 se muestra la toma de decisiones secuenciales referidas a tamaño de planta.

Ejemplo 2: Árbol de decisión: Decisión de tamaño de planta

La empresa Agroindustria S.A. ha desarrollado un nuevo producto cuya aceptación por parte del mercado parece muy incierta. Para la fabricación en serie de este producto, es posible adoptar dos alternativas:

- Adquirir una planta nueva de gran tamaño, lo que implicaría una inversión de \$ 200 millones, decisión que –en principio– sería adecuada si la demanda del nuevo producto fuera alta.
- Reparar y acondicionar una planta pequeña que hoy está en desuso y con posibilidades de ser vendida, cuyo valor de mercado hoy es de \$ 50 millones, demandando la reparación una inversión de \$ 25 millones.

El estudio de mercado revela que, se estima para el primer año una probabilidad del 60% de demanda alta y un 40% de demanda baja. No obstante, si en el primer año de explotación el proyecto mostrase una demanda alta, entonces habría un 80% de probabilidades que la demanda se mantenga alta en los años 2 a 5 y de sólo un 20% de que fuera baja. Por su parte, si la demanda del primer año fuese baja, la probabilidad de que en los años sucesivos fuera alta queda reducida al 20% y de que continuara baja sería del 60%.

Asimismo, en caso de que se opte por reparar la planta pequeña, ésta no sería capaz de atender la totalidad de la totalidad de la demanda en el caso que la demanda sea alta, pero sí en el caso de que sea pequeña. Por ello, en el año 2 –si se espera una demanda alta para los años siguientes– se podrá ampliar la planta pequeña, lo cual requerirá una inversión de \$ 25 millones.

El horizonte de planeamiento es de 5 años. Un analista del equipo ya calculó los flujos de fondos esperados (en millones de pesos) para cada uno de los escenarios posibles, descontándolos a la tasa de costo de oportunidad del 18%, adicionándose el valor de recupero de la inversión al cabo del año 5.

Planta	Demanda Año 1	Demanda Año 2	Flujo Año 1	Flujo Año 2	Flujo Año 3	Flujo Año 4	Flujo Año 5
Grande	Alta	Alta	81	85	89	93	172
	Alta	Baja	81	24	24	25	101
	Baja	Alta	23	85	89	93	172
	Baja	Baja	23	24	24	25	101
Pequeña	Alta	Alta	18	20	22	24	31
	Alta	Baja	18	5	5	6	11
	Baja	Alta	4	20	22	24	31
	Baja	Baja	4	5	5	6	11
Pequeña con ampliación en el Año 1	Alta	Alta	18	77	80	84	105
	Alta	Baja	18	19	19	20	38

¿Qué recomendaría ante en la situación planteada?

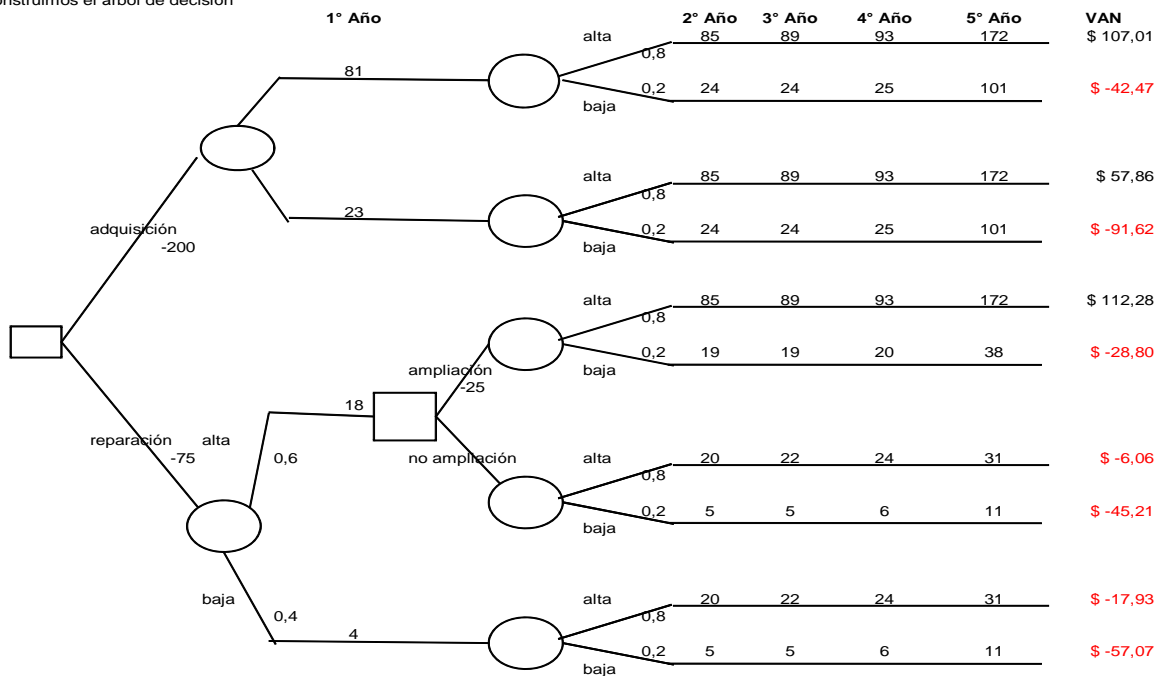
Primero calculamos el VAN de cada alternativa posible:

Tasa de costo de oportunidad 18%

Planta	Demanda Año 1	Demanda Año 2	Inversión Momento 0	Flujo Año 1	Flujo Año 2	Flujo Año 3	Flujo Año 4	Flujo Año 5	VAN
Grande	Alta	Alta	-200,0	81,0	85,0	89,0	93,0	172,0	\$ 107,01
	Alta	Baja	-200,0	81,0	24,0	24,0	25,0	101,0	\$ -42,47
	Baja	Alta	-200,0	23,0	85,0	89,0	93,0	172,0	\$ 57,86
	Baja	Baja	-200,0	23,0	24,0	24,0	25,0	101,0	\$ -91,62
Pequeña	Alta	Alta	-75,0	18,0	20,0	22,0	24,0	31,0	\$ -6,06
	Alta	Baja	-75,0	18,0	5,0	5,0	6,0	11,0	\$ -45,21
	Baja	Alta	-75,0	4,0	20,0	22,0	24,0	31,0	\$ -17,93
Pequeña con ampliación en el Año 1	Alta	Alta	-96,2	18,0	77,0	80,0	84,0	105,0	\$ 112,28
	Alta	Baja	-96,2	18,0	19,0	19,0	20,0	38,0	\$ -28,80

Inversión momento 0 Planta pequeña con ampliación = $-75 - 25/(1,18)^1 = -96,1864$

Construimos el árbol de decisión



Comenzamos a resolver el árbol de derecha a izquierda

Adquisición y demanda alta 1° año			Adquisición y demanda baja 1° año			Reparación y luego ampliación		
VAN	Prob.	VANE	VAN	Prob.	VANE	VAN	Prob.	VANE
107,01	0,80		57,86	0,20		112,28	0,80	
-42,47	0,20	77,11	-91,62	0,80	-61,73	-28,80	0,20	84,07

Reparación y no ampliación			Reparación y demanda baja 1° año		
VAN	Prob.	VANE	VAN	Prob.	VANE
-6,06	0,80		-17,93	0,20	
-45,21	0,20	-13,89	-57,07	0,80	-49,24

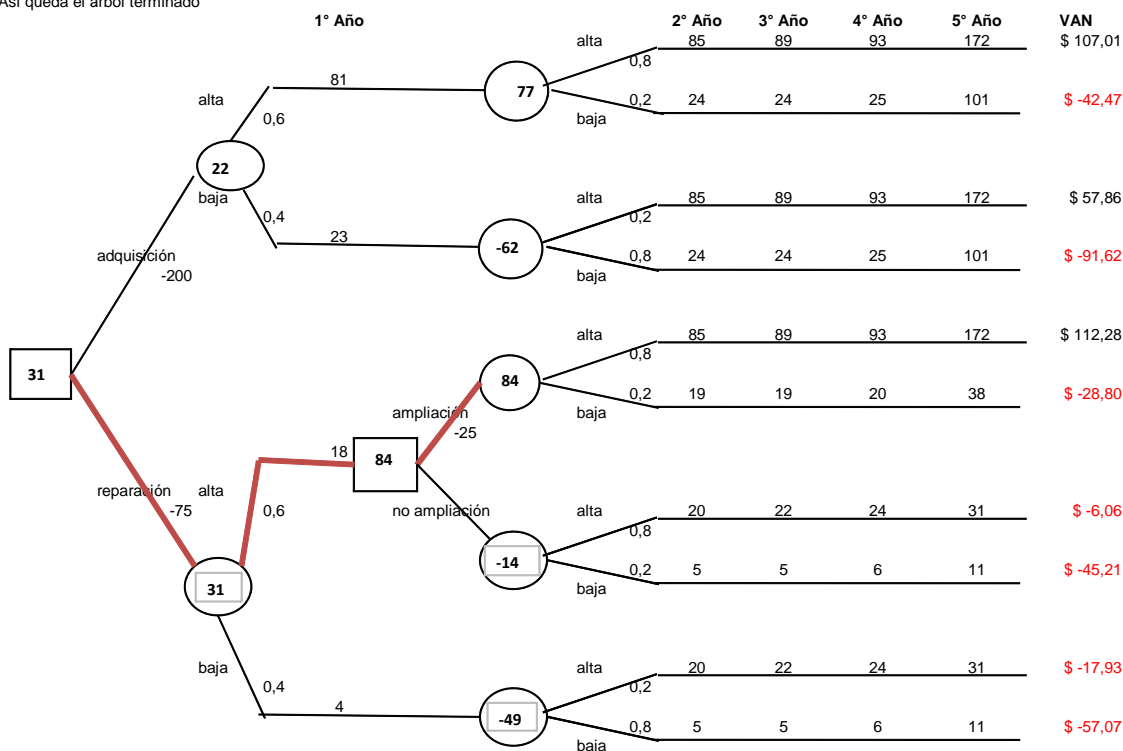
Del análisis surge que, la segunda decisión a tomar sería ampliar la planta, dado que es la que proporciona el mayor VAN esperado.

Continuamos resolviendo hacia el tronco del árbol

Adquisición			Reparación		
VAN	Prob.	VANE	VAN	Prob.	VANE
77,11	0,60		84,07	0,60	
-61,73	0,40	21,58	-49,24	0,40	30,74

Se advierte la conveniencia de remodelar la planta pequeña como primera decisión a tomar.

Así queda el árbol terminado



En síntesis, se recomienda no adquirir la planta grande, sino remodelar la pequeña y luego ampliarla.

3.3 Objetivos múltiples

Un objetivo es, para un decisor determinado, un estado futuro de una variable del universo, que dicho decisor pretende obtener. Cuando un decisor ostenta varios objetivos simultáneos en igual jerarquía, estamos en presencia de objetivos múltiples (Pavesi, 1997).

En proyectos de carácter privado generalmente no se explicitan los objetivos y se tiende a suponer que se busca la mayor rentabilidad para el inversionista. Si bien ese podría ser el obje-

tivo general más común, entendemos que, en las decisiones intermedias en cuanto a localización, tamaño, alternativas tecnológicas, por mencionar algunas, podría ser de mucha utilidad y aplicación la toma de decisiones con objetivos múltiples. Por su parte, en proyectos públicos es más frecuente el planteo de proyectos con objetivos múltiples.

Antes de entrar a analizar los objetivos múltiples resulta necesario verificar que los objetivos a analizar posean las características deseables de objetivos últimos definidas por Keeney (Weissmann en Bonatti y otros, 2011). Dichas propiedades son:

- **Completo:** Todas las consecuencias o resultados posibles de importancia se pueden describir adecuadamente en términos de un grupo de objetivos fundamentales.
- **No redundante:** Los objetivos fundamentales no deben incluir preocupaciones o cuestiones coincidentes.
- **Conciso:** La cantidad de objetivos debe ser de un mínimo apropiado para un análisis de calidad.
- **Específico:** Cada objetivo debe ser lo suficientemente específico de modo que los resultados de las preocupaciones sean claras y los atributos se puedan seleccionar o definir fácilmente.
- **Entendible:** Que cualquier persona interesada pueda comprender qué significa cierto objetivo.

Cuando trabajamos con objetivos múltiples resulta necesario establecer una ponderación de los objetivos, identificando los objetivos de mayor importancia, cuáles tienen menor importancia y, en definitiva, cuanto más o menos importantes son. Esto debe aplicarse a objetivos que posean igual nivel jerárquico para el decisor. Siguiendo a Weissmann (en Bonatti y otros, 2011), existen diferentes métodos para establecer la ponderación de objetivos, debiendo elegirse uno de ellos para efectuar la ponderación. Posteriormente, independientemente del método escogido para hacer la ponderación, se deberán validar las ponderaciones, controlando que el peso que se asignó a cada objetivo sea coherente y refleje lo mejor posible las preferencias del decisor.

En el Ejemplo 3 presentamos el soporte de una decisión con objetivos múltiples. Dado que, en el ejemplo presentado, tenemos objetivos cuantitativos y cualitativos recurriremos al método de la escala sustituta con el objeto de homogeneizar las distintas unidades de medida en que se calculan los diversos objetivos, debiendo efectuarse todas las mediciones en una misma escala de intervalo.

Los pasos a seguir para utilizar la escala sustituta son (Weissmann, en Bonatti y otros, 2011):

1. Fijar los valores máximos y mínimos deseables y posibles, de cada objetivo. Sólo por excepción, podrían fijarse valores máximos y mínimos reales de la situación de decisión.
2. Establecer los límites mínimos y máximos de la escala sustituta.
3. Asignar los límites de la escala a los valores máximos y mínimos deseables.
4. Proporcionar los valores intermedios reales al intervalo de la escala sustituta.
5. Convertir todos los objetivos en la misma escala.

Ejemplo 3: Objetivos múltiples: Decisión de localización de planta

En un estudio de tres posibles localizaciones opcionales de una planta, se dispone de la siguiente información relativa a costos (en miles de u\$s):

Localización	Mano de obra	Insumos	Transporte	Otros	Total
A	31	38	15	25	109
B	35	36	18	26	115
C	28	41	20	25	114

Estudios técnicos indican que el costo mínimo teórico de operación de este tipo de plantas es de u\$s 105 miles y el máximo de u\$s 120 miles.

Asimismo, existen cuatro factores críticos que deberían ser tenidos en cuenta en la localización: el clima, la disponibilidad de agua, la disponibilidad de servicios (comunicaciones, energía, etc.) y la distancia al mercado consumidor actual más importante. Para su evaluación se ha recurrido a especialistas en el tema, solicitando que para los tres primeros indicadores la calificación fuese “Excelente, Muy Bueno, Bueno, Regular o Malo”, en tanto que para último se requirió la distancia exacta al centro de consumo.

Con ello, se obtuvo la siguiente información:

Localización	Clima	Disponibilidad de Agua	Disponibilidad de Servicios	Distancia mercado consumidor
A	Bueno	Muy Bueno	Excelente	80
B	Regular	Excelente	Muy Bueno	150
C	Muy Bueno	Muy Bueno	Bueno	125

En cuanto a la distancia teórica, se admite como máxima 200 kms. y como mínima 20 kms.

Con objeto de efectuar la ponderación de los objetivos antes expuestos, se trabajó con los directivos y se consensuó lo siguiente: Costos 60%, Clima 20%, Disponibilidad de agua 6%, Disponibilidad de servicios 4% y Distancia del mercado consumidor 10%.

Determinar cuál de las alternativas de localización es la más conveniente.

Objetivos:

- O¹: Minimizar los costos totales de operación
- O²: Maximizar el clima
- O³: Maximizar la disponibilidad de agua
- O⁴: Maximizar la disponibilidad de servicios
- O⁵: Minimizar la distancia al mercado consumidor

Tabla de datos

Localización	Costos	Clima	Disponibilidad de Agua	Disponibilidad de Servicios	Distancia mercado consumidor
A	109	Bueno	Muy Bueno	Excelente	80
B	115	Regular	Excelente	Muy Bueno	150
C	114	Muy Bueno	Muy Bueno	Bueno	125
Ponderación	60%	20%	6%	4%	10%
Máximo	120	5	5	5	200
Mínimo	105	1	1	1	20

Utilizaremos una escala de 1 a 5.

Para las variables cualitativas se adoptará la siguiente escala:

Excelente	5
Muy Bueno	4
Bueno	3
Regular	2
Malo	1

Tabla de ponderaciones						
Localización	Costos	Clima	Disponibilidad de Agua	Disponibilidad de Servicios	Distancia mercado consumidor	Suma ponderada
A	2,067	3	4	5	2,333	-0,4333
B	3,667	2	5	4	3,889	-1,7289
C	3,400	4	4	3	3,333	-1,2133
Ponderación	-60%	20%	6%	4%	-10%	10%

Aplicamos la fórmula de transformación de la escala sustituta:

$$RES = \left(\frac{REO - MITEO}{MATEO - MITEO} \right) \times (MAES - MIES) + MIES$$

RES = Resultado en la Escala Sustituta

REO = Resultado en la Escala Original

MATEO = Máximo Teórico en la Escala Original

MITEO = Mínimo Teórico en la Escala Original

MAES = Máximo en Escala Sustituta

MIES = Mínimo en Escala Sustituta

Para los objetivos a minimizar, corregimos las ponderaciones, dado que de la suma algebraica hay que restarlas, le cambiamos el signo para no olvidarnos.

O¹: Minimizar los costos totales de operación						
RES (A) =	$\left(\frac{109 - 105}{120 - 105} \right)$	x	$(5 - 1) + 1 =$	2,067		
RES (B) =	$\left(\frac{115 - 105}{120 - 105} \right)$	x	$(5 - 1) + 1 =$	3,667		
RES (C) =	$\left(\frac{114 - 105}{120 - 105} \right)$	x	$(5 - 1) + 1 =$	3,400		
O⁵: Minimizar la distancia al mercado consumidor						
RES (A) =	$\left(\frac{80 - 20}{200 - 20} \right)$	x	$(5 - 1) + 1 =$	2,333		
RES (B) =	$\left(\frac{150 - 20}{200 - 20} \right)$	x	$(5 - 1) + 1 =$	3,889		
RES (C) =	$\left(\frac{125 - 20}{200 - 20} \right)$	x	$(5 - 1) + 1 =$	3,333		
Ponderaciones:						
Localización A =	$-0,6 \times 2,067 + 0,2 \times 3 + 0,06 \times 4 + 0,04 \times 5 - 0,1 \times 2,333 =$				-0,4333	
Localización B =	$-0,6 \times 3,667 + 0,2 \times 2 + 0,06 \times 5 + 0,04 \times 4 - 0,1 \times 3,889 =$				-1,7289	
Localización C =	$-0,6 \times 3,4 + 0,2 \times 4 + 0,06 \times 4 + 0,04 \times 3 - 0,1 \times 3,333 =$				-1,2133	
En función de los supuestos utilizados, la alternativa de localización más conveniente es la B porque es la que arroja la menor suma ponderada, dado que prima el objetivo de minimización en los objetivos.						
Cabría analizar si el clima es realmente un factor relevante y si fue bien ponderado, dado que la alternativa elegida posee un clima regular de modo de evitar que el mismo no afecte a la producción.						
Si el clima malo o regular fuera una restricción a la producción, las alternativas que arrojen dichos resultados deberían ser eliminadas del análisis.						

4. Consideraciones finales

Consideramos que Teoría de la Decisión presenta un abordaje más general de decisiones que el de Formulación y Evaluación de Proyectos, pudiendo ser aplicable a ésta última las múltiples herramientas para la toma de decisiones propias de la primera.

Enfatizamos en la importancia que tendría la incorporación de conocimientos de economía de la información y de sesgos cognitivos en la formulación y evaluación de proyectos, fundamentalmente por cuanto dicha tarea se da en un contexto de incertidumbre. En este sentido, interpretamos que la idea de economía de la información ya está considerada en la metodología de formulación y evaluación de proyectos cuando nos preguntamos ¿hasta qué punto conviene seguir estudiando un proyecto?, siendo ésta una decisión en sí misma, no así la idea de sesgos cognitivos.

Debemos tener presente que, el valor de la información varía en función del nivel de conocimiento (grado de incertidumbre) y de recursos económicos involucrados en la situación de decisión. En situaciones de decisión bajo incertidumbre, como lo es la preparación y evaluación de proyectos, la obtención de información adicional será de utilidad para el decisor siempre y cuando se cumpla que (Tagle, en Bonatti y otros, 2011):

- La información agrega valor, reduciendo la incertidumbre, y al menos uno de sus mensajes posibles cambia la elección original.
- La fuente de información es confiable, es decir, válida para predecir la ocurrencia de eventos inciertos.
- Su valor supera al costo, es decir, existe economía de información.

Entendemos que el cambio más difícil en materia de evaluación de inversiones sería el de incorporar la problemática de los sesgos cognitivos, la cual cobra importancia al considerar que mientras más complejas e inciertas son las decisiones a tomar, más claramente se advierten estos efectos en el sistema cognitivo del decisor, y más irracionales pueden parecer sus conductas y elecciones al verse afectada la modelización del proceso decisorio y su posterior evaluación (Aguirre, en Bonatti y otros, 2011).

La percepción limitada puede deberse a que los formuladores y evaluadores de proyectos, o bien los decisores, no vean o no busquen información clave necesaria para tomar una decisión razonable, o bien porque no utilizan la información que sí ven porque no son conscientes de su importancia, o bien porque no compartan información con los demás, limitando el modo de percepción de la organización (Bazerman y Romero Chugh, 2006). En este sentido, Sutherland (1992, pág. 7) dijo que la “conducta irracional no es la excepción sino la norma” por cuanto siempre tendemos a pensar en que el ser humano es racional pero los hechos nos muestran muchas veces que no es del todo cierto. El autor analiza diferentes factores causantes de la conducta irracional (sesgos sociales y emocionales, sesgos de pensamiento sistemáticos, caprichos del pensamiento provocados por fallas de la percepción y del razonamiento).

Finalmente, recuperamos de Aguirre (en Bonatti y otros, 2011) algunas consideraciones respecto de la existencia de sesgos:

- Disponer del conocimiento y experiencia suficientes para anticipar y prever la ocurrencia de sesgos cognitivos, a través de un proceso de auto-educación que permita hacer más eficiente la toma de decisiones.

- Conocer los aspectos psicológicos que caracterizan la dinámica del proceso de toma de decisiones, de modo de poder diseñar acciones preventivas que eviten y/o atenúen desviaciones y omisiones en las fases de reflexión y decisión.
- Ante la presencia de un sesgo, administrar las recomendaciones que proporciona la teoría, para reducir y/o atenuar sus consecuencias distorsivas, tanto como sea posible.

REFERENCIAS

- Albornoz, C. (Coord.) (2012). *Gestión Financiera de las Organizaciones*. Eudeba
- Ander-Egg, E. y Aguilar Idáñez, M. J. (2005). *Cómo elaborar un proyecto*, 18ª Ed. Lumen
- Bazerman, M. H. y Romero Chugh, D. (2006). *Decisiones sin anteojeras*. Harvard Deusto Business Review, 84 (1): 74-83
- Bonatti, P. (Coord.) (2011). *Teoría de la Decisión*. Pearson-Prentice Hall
- Bonatti, P. (2016). *Material y notas del seminario de posgrado Modelos de decisión*, Doctorado en Administración, Facultad de Ciencias Económicas y Estadística, Universidad Nacional de Rosario.
- Fiol, M. (2001). *La toma de decisiones de directivos latinos*. Revista de Administración de Empresas. Sao Pablo, 41 (4): 16-25
- Fornero, R. A. (2004). *Valor de las opciones reales, de los proyectos de inversión y de la empresa*. XXIV Jornadas Nacionales de Administración Financiera. SADAF, 31-47
- Fornero, R. A. (2005). *Cambios en la enseñanza y en la práctica de las finanzas de empresas 1980-2005*. XXV Jornadas Nacionales de Administración Financiera. SADAF, 1-4
- García Ruiz, F. A. y Romero Romero, R. E. (2009). *Caracterización y análisis de proyectos de inversión bajo incertidumbre*. Revista de Ingeniería Industrial, 8 (1): 35-50
- López Dumrauf, G. (2013). *Finanzas Corporativas: un enfoque latinoamericano*, 3ª Ed. Alfaomega
- Messuti, D. J., Álvarez, V. A. y Graffi, H. R. (1992). *Selección de inversiones: Introducción a la teoría de la cartera (Portfolio theory)*. Macchi
- Miranda Miranda, J. J. (2010). *Gestión de Proyectos: Identificación, Formulación y Evaluación (financiera, económica, social y ambiental)*, 7ª Ed. MM Editores
- Morgan, G. (1996). *Imágenes de la Organización*. Ra-ma
- Morin, E. (1994). *Introducción al pensamiento complejo*. Gedisa
- Pascale, R. (2005). *Decisiones Financieras*, 4ª Ed. Edicon
- Pavesi, P. F. J. (1991). *Cinco lecturas prácticas sobre algunos problemas del decidir*. Alta Gerencia, 1 (1): 15-31
- Pavesi, P. F. J. (1997). *Objetivos múltiples y en conflicto, primera parte*. Teoría de la Decisión. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Económicas
- Pavesi, P. F. J. (2000). *La decisión*. Ediciones Cooperativas
- Pavesi, P. F. J., Bonatti, P. y Avenburg, D. (2004). *La decisión: Su teoría y práctica*. Norma
- Riccardi, R. y Colombo Murúa, P. (2008). *El arte de decidir: Transformando las ideas en acción*. Víctor Manuel Hanne
- Sapag Chain, N. (2011). *Proyectos de inversión: formulación y evaluación*, 2ª Ed. Pearson
- Sapag Chain, N. (s/f). *Evaluación de proyectos: Dictados por la experiencia*. En sitio web www.nassir-sapag.cl

-
- Sapag Chain, N., Sapag Chain, R. y Sapag Puelma, J. M. (2014). *Preparación y Evaluación de Proyectos*, 6ª Ed. Mc Graw Hill
- Semyraz, D. (2006). *Preparación y Evaluación de Proyectos de Inversión*. Osmar Buyatti Editorial
- Shim, J. K. y Siegel, J. G. (2004). *Dirección Financiera*, 2ª Ed. Mc Graw Hill.
- Simon, H. A. (2011). *El Comportamiento Administrativo: Un estudio de los procesos de decisión en las organizaciones administrativas*. Errepar
- Simons, R. (1998). *Palancas de Control: Cómo usan los gerentes sistemas novedosos de control para conducir la renovación estratégica*. Temas
- Sutherland, S. (1996). *Irracionalidad: El enemigo interior*. Alianza
- Tardiff, J. (1993). *La evaluación en el paradigma constructivista*. En: *La evaluación de los aprendizajes. Reflexiones, nuevas tendencias y formación*. Universidad de Sherbrooke.
- Termes, R. (1998). *Inversión y Coste de Capital*. Mc Graw Hill
- Vélez Pareja, I. (2009). *Decisiones de inversión para la valoración financiera de proyectos y de empresas*, 6ª Ed. Edicon