

00321

5



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

"LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS UN CAMPO DE APLICACIÓN DE LOS ACTUARIOS"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE ACTUARIO PRESENTA OSCAR ARGÜELLES GUERRERO



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES DIRECTOR ACT. JUAN LEON MORAÑEZ



FACULTAD DE CIENCIAS CIUDAD UNIVERSITARIA AV. INSTITUCIONAL

2003



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# **PAGINACION DISCONTINUA**



**DRA. MARÍA DE LOURDES ESTEVA PERALTA**  
**Jefa de la División de Estudios Profesionales de la**  
**Facultad de Ciencias**  
**Presente**

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito:

LA EVALUACION DE PROYECTOS: Un Campo de Aplicación de los Actuarios

realizado por Oscar Argüelles Guerrero

con número de cuenta 9131600-2 , quién cubrió los créditos de la carrera de Actuaria

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis  
 Propietario

Act. Juan León Montañez

Propietario

Dr. Enrique Vega Villanueva

Propietario

Mat. Adrián Girard Islas

Suplente

Act. Catalina Trevilla Román

Suplente

Act. José Guadalupe Vázquez Vázquez

Consejo Departamental de



M. en José Antonio Flores Díaz

FACULTAD DE CIENCIAS  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL  
 DE  
 MATEMÁTICAS

---

## *Ciencia*

*La ciencia es la progresiva aproximación del hombre al mundo real.*

*Max Planck*

## *Imaginación*

*Las ideas son capitales que sólo ganan intereses entre las manos del talento.*

*Antoine Rivarol*

## *Pasión*

*Todas las pasiones son buenas cuando uno es dueño de ellas, y todas son malas cuando nos esclavizan.*

*Rousseau*

*La ciencia, la imaginación y la pasión son:*

*"Los elementos básicos que fomentan la evolución"*

*Oscar Argüelles*

---

---

### *A mis padres*

*Mis padres son únicos y representan al hombre y la mujer que impulsados por el amor y la experiencia, siempre buscan la manera de que sus hijos sean tan buenos como ellos hubieran querido ser, aunque esto no quiere decir que seremos mejores que ellos, simplemente seremos diferentes.*

*Mil gracias por el apoyo que me han brindado durante todo este tiempo y recuerden, que muchas de las cosas en las que me he esforzado son para que ustedes se sientan orgullosos de su hijo y amigo Oscar.*

*Los Amo.*

### *A mis hermanos*

*No es la sangre lo que nos hace hermanos, sino el corazón. Así que les agradezco todos los momentos que comparto con ustedes y todo lo que me han enseñado no sólo como hermanos, sino como amigos.*

*Los Amo.*

### *A mis amigos.*

*Gracias amigos!!!*

*Por todos los momentos felices y el apoyo incondicional que me han brindado, pero lo mas valioso para mi es su amistad que lo hace ser una parte muy importante en mi vida y que me motiva a ser cada día mejor persona.*

*Los Quiero Mucho*

---

# ÍNDICE

---

|   |    |
|---|----|
| <b>Introducción</b> .....                                     | 1  |
| <b>Objetivo</b> .....   | 4  |
| <b>1. Qué hay que saber sobre la Evaluación de Proyectos.</b> | 5  |
| <b>A. Objetivo.</b> .....                                     | 5  |
| <b>B. ¿Qué es un proyecto?</b> .....                          | 5  |
| <b>C. La importancia de evaluar un proyecto.</b> .....        | 5  |
| <b>D. Enfoques de evaluación.</b> .....                       | 6  |
| 1. La evaluación financiera .....                             | 7  |
| 2. La evaluación económica .....                              | 7  |
| <b>E. El proceso de la evaluación.</b> .....                  | 9  |
| 1. Alcances de la evaluación de proyectos .....               | 9  |
| 2. La evaluación de proyectos como proceso .....              | 11 |
| 3. El estudio de mercado .....                                | 13 |
| 4. El estudio técnico del proyecto .....                      | 14 |
| 5. El estudio organizacional y administrativo .....           | 15 |
| 6. El estudio financiero .....                                | 16 |
| <b>2. Estudio de Mercado</b> .....                            | 18 |
| <b>A. Objetivo.</b> .....                                     | 18 |
| <b>B. ¿Qué es el estudio de Mercado?</b> .....                | 18 |
| 1. ¿Qué es el mercado? .....                                  | 20 |
| 2. Estructura del mercado .....                               | 20 |
| <b>C. Identificación del producto.</b> .....                  | 21 |
| 1. Clasificación por su uso .....                             | 22 |
| 2. Clasificación por su efecto .....                          | 22 |

---

---

|   |    |
|---|----|
| 3. Densidad económica .....                             | 23 |
| 4. Normatividad sanitaria, técnica y comercial .....    | 23 |
| <b>D. Análisis de la demanda.</b> .....                 | 24 |
| 1. Clasificación de la demanda .....                    | 25 |
| 2. Área de mercado .....                                | 27 |
| 3. Demanda actual .....                                 | 27 |
| 4. Factores que afectan a la demanda .....              | 27 |
| 5. La demanda intermedia .....                          | 29 |
| 6. La demanda externa .....                             | 30 |
| <b>E. Análisis de la oferta.</b> .....                  | 30 |
| 1. Clasificación de la oferta .....                     | 30 |
| 2. Factores que afectan la oferta .....                 | 31 |
| 3. Proyección de la oferta .....                        | 32 |
| <b>3. Proyección y Pronósticos de la Demanda.</b> ..... | 33 |
| <b>A. Objetivo.</b> .....                               | 33 |
| <b>B. Proyección y pronósticos.</b> .....               | 33 |
| <b>C. Tipos de pronóstico.</b> .....                    | 34 |
| <b>D. Componentes de la demanda.</b> .....              | 34 |
| <b>E. Técnicas de proyección y pronóstico.</b> .....    | 36 |
| 1. Técnicas cualitativas .....                          | 37 |
| 2. Técnicas de análisis de las series de tiempo .....   | 39 |
| <b>F. Error de pronóstico.</b> .....                    | 58 |
| <b>4. Estudio Técnico.</b> .....                        | 61 |
| <b>A. Objetivo.</b> .....                               | 61 |
| <b>B. ¿Qué es el estudio técnico?</b> .....             | 61 |
| <b>C. Descripción del estudio técnico.</b> .....        | 62 |
| 1. Estudio de las materias primas e insumos .....       | 63 |
| 2. Localización del proyecto .....                      | 64 |

---



---

|   |            |
|---|------------|
| 3. Dimensión o tamaño del proyecto .....  | 65         |
| 4. Estudio de ingeniería del proyecto .....   | 66         |
| <b>D. La programación lineal, un método de apoyo en la toma de decisiones. ....</b> | <b>66</b>  |
| <b>E. El arte de formular modelos de programación lineal. ....</b>                  | <b>69</b>  |
| <b>F. Dualidad. ....</b>  | <b>72</b>  |
| <br>  |            |
| <b>5. Estudio Financiero. ....</b>  | <b>79</b>  |
| <b>A. Objetivo. ....</b>  | <b>79</b>  |
| <b>B. ¿Qué es el estudio financiero? .....</b>                                      | <b>79</b>  |
| <b>C. Análisis financiero. ....</b>   | <b>80</b>  |
| <b>D. Modelos de rentabilidad financiera. ....</b>                                  | <b>84</b>  |
| 1. Valor presente neto .....  | 84         |
| 2. ¿Qué es la TIR? .....  | 89         |
| 3. Flujos de efectivo .....   | 92         |
| <b>E. Análisis de sensibilidad. ....</b>  | <b>93</b>  |
| <br>  |            |
| <b>6. Estudio de caso. ....</b>   | <b>94</b>  |
| <br>  |            |
| <b>7. Conclusiones. ....</b>  | <b>104</b> |
| <br>  |            |
| <b>Bibliografía. ....</b>   | <b>106</b> |

---

# INTRODUCCIÓN

---

Todos en la vida deseamos tener buena salud, bienes y servicios con los que podamos gozar de una buena calidad de vida, como tener auto, servicios médicos, un hogar, un negocio, una empresa, entre otros. Pero también tanto nosotros como nuestros bienes estamos expuestos a diversos riesgos que pueden afectar tanto nuestra integridad física como la de nuestros bienes y nuestra economía, ya sean terremotos, incendios, robos, devaluaciones etc. por lo que necesitamos prevenir estas situaciones asegurando nuestros bienes, nuestro bienestar y nuestras inversiones.

En general el riesgo es la posibilidad de que ocurran fenómenos que afecten nuestra integridad y nuestra economía, convirtiéndose en la causa que provoca el suficiente interés para que existan personas que traten de prevenirlos, cuantificarlos y minimizarlos. A estas personas las conocemos como actuarios.

A partir del riesgo que corremos todos de sufrir algún daño físico, pérdida de un bien o tomar una decisión para efectuar una inversión, son algunos de los motivos por los cuales los actuarios se dedican a identificar, analizar y prever estas situaciones con el fin de ayudar a empresas, organizaciones, trabajadores, enfermos o ancianos. *"A los actuarios se les podría llamar previsores sociales<sup>1</sup>".*

## ¿Qué es un Actuario?

El actuario una persona es capaz de estudiar, plantear, formular y aplicar modelos de contenido matemático acerca de fenómenos que involucran riesgos, con el fin de proveer información para la planeación, la previsión y la toma de decisiones<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> <http://www.itam.mx/depaca/fradepaca.html>

<sup>2</sup> <http://www.fcencias.unam.mx/Docencia/Licenciatura/Actuaria/index.html>

## ¿Qué hace un Actuario?

El actuario es el especialista que se encarga de evaluar las consecuencias financieras de los múltiples riesgos que pueden enfrentar los individuos, las colectividades, empresas o sociedad, ante fenómenos posibles, con el fin de diseñar mecanismos óptimos para financiar el impacto de estos eventos.

Algunos ejemplos de las actividades que realizan los actuarios son:

- ◆ Interpretar las estadísticas para calcular las probabilidades de accidentes, enfermedad, muerte y daños o pérdidas causadas por la naturaleza.
- ◆ Son la columna vertebral ante la seguridad financiera de la Industria.
- ◆ Están relacionados con los sistemas de seguros, con programas de pensiones y de beneficios para trabajadores, previsión de salud, seguridad social.
- ◆ Como financieros detectan los riesgos potenciales de las inversiones.

Ahora bien, el actuario tiene las herramientas necesarias que lo hacen potencialmente un profesional con bases sólidas que lo invitan a participar en el ámbito de la evaluación de proyectos, ya sean de tipo social (campañas de salud, obras públicas, pensiones, etc.), productivo (optimizar recursos y procesos para la producción un bien) o de servicios (optimizar las redes de distribución de energía eléctrica, suministro de agua, logística de transporte, etc.) con el fin de optar por la mejor alternativa que apoye a la toma de decisiones.

La preparación y evaluación de proyectos se ha transformado en un instrumento de uso prioritario.

La toma de decisiones se asocia a un proyecto. Existen diversos mecanismos operacionales por los cuales una persona, una organización o una empresa decide invertir recursos económicos en un determinado proyecto. Los niveles decisorios son múltiples y variados, puesto que en el mundo moderno cada vez es menor la posibilidad de tomar decisiones en forma unipersonal. Por lo regular, los proyectos están asociados interdisciplinariamente y requieren diversas instancias de apoyo técnico antes de ser sometidos a la aprobación del nivel decisorio que corresponda.

No existe una concepción rígida definida en términos de establecer mecanismos precisos en la toma de decisiones asociadas a un proyecto. Para ello, se requiere la aplicación de técnicas asociadas a la idea que da origen a un proyecto y lo conceptualicen, mediante un raciocinio lógico que implique considerar toda la gama de factores que participan en el proceso de concentración y puesta en marcha del proyecto o proyectos.

Toda toma de decisiones implica un riesgo. Obviamente, existen decisiones con un menor grado de incertidumbre y otras que son altamente riesgosas. Resulta lógico pensar que frente a decisiones de mayor riesgo, exista como consecuencia una opción de mayor rentabilidad.

## **OBJETIVO**

---

El objetivo de este trabajo es mostrar cual es el proceso básico para realizar la "Evaluación de Proyectos" y que la formación profesional de los actuarios, permite que estos tengan una amplia participación en éste campo.

El presente trabajo proporciona una visión panorámica de las técnicas y métodos matemáticos que un Actuario puede usar durante y en cada una de las etapas del proceso de la evaluación de proyectos de inversión sobre bienes y servicios, con el fin de apoyar a la toma de decisiones.

## **Qué hay que saber sobre la evaluación de proyectos.**

### **A. Objetivo.**

El objetivo de este capítulo es dar al lector un panorama general de lo que es la "evaluación de proyectos" y su importancia para la toma de decisiones.

### **B. ¿Qué es un proyecto?**

Un proyecto es una propuesta que busca una solución al planteamiento de un problema o necesidad, usando los recursos disponibles. Cualquiera que sea la idea que se pretende implementar, inversión, método o tecnología, conlleva necesariamente a la búsqueda de propuestas coherentes destinadas a resolver las necesidades humanas.

En otras palabras, el proyecto surge como respuesta a una "idea", que busca la solución a un problema, necesidad o la forma de aprovechar una oportunidad de negocio o inversión.

### **C. La importancia de evaluar un proyecto.**

En este tan complejo mundo moderno y la tendencia a la globalización en donde los cambios se producen de forma muy rápida, resulta vital disponer de información que ayude a una acertada toma de decisiones.

A este conjunto de información en donde se determinan las ventajas y desventajas de la asignación de recursos a una determinada idea u objetivo se denomina: "Evaluación de Proyectos".

Los niveles decisorios son múltiples y variados, puesto que en el mundo moderno cada vez es menor la posibilidad de tomar decisiones en forma unipersonal. Por lo regular, los proyectos están asociados interdisciplinariamente y requieren diversas instancias de apoyo técnico antes de ser sometidos a la aprobación del nivel decisorio que corresponda. Sin embargo, lo fundamental es que la toma de decisiones se encuentre cimentada en información concreta y se haga con el más pleno conocimiento de las distintas variables que entran al juego.

#### **D. Enfoques de evaluación**

Existen diversos enfoques dentro de la evaluación de proyectos, ya que los resultados y su análisis pueden variar dependiendo de los criterios con los que se realicen las estimaciones de los beneficios y costos futuros asociados al proyecto.

Normalmente, las estimaciones y pronósticos se hacen con un rango de tiempo de 10 años. Las variables analizadas con mayor frecuencia son: el comportamiento de los precios, disponibilidad de insumos, avance tecnológico, evolución de la demanda, competencia, cambios en la política económica y otros factores del entorno. Las premisas y supuestos se deben basar en la realidad misma en la que el proyecto estará inmerso y en el que deberá rendir beneficios.

La evaluación de proyectos pretende medir objetivamente ciertas magnitudes cuantitativas que resultan durante el análisis y estudio del proyecto, dando origen a operaciones matemáticas que permiten obtener indicadores y coeficientes de evaluación.

Por otro lado, la apreciación que un proyecto puede tener desde los puntos de vista financiero y económico son totalmente distintos, ya que, aunque un proyecto resulte totalmente rentable, podría no aportar un beneficio obedeciendo a las prioridades sociales y viceversa.

**1. La evaluación financiera** de un proyecto es el análisis que se realiza tomando como punto de referencia el dinero. Los resultados más relevantes de la evaluación financiera son:

- ◆ Magnitud de los ingresos y egresos, medidos en unidades monetarias.
- ◆ Ubicación en el horizonte de tiempo de los momentos en los cuales se producen los ingresos y los egresos.
- ◆ Incertidumbre o riesgo asociado con la magnitud y la ubicación de los ingresos y egresos.

**2. La evaluación económica** de un proyecto es el análisis que se realiza tomando en consideración a toda la colectividad, es decir, es la evaluación de los costos y beneficios del proyecto que tienen impacto en toda la comunidad.

La evaluación económica de proyectos compara los beneficios y costos que una determinada inversión puede tener para la comunidad de un país u organización en su conjunto.

Tanto la evaluación económica como la financiera usan criterios similares para estudiar la viabilidad en un proyecto, aunque difieren en la valoración de las variables determinantes de los costos y beneficios que se asocian.

La evaluación financiera trabaja con información y datos que el mercado tiene estipulados; mientras que la evaluación económica lo hace con información y datos sociales con el objeto de medir el efecto de implementar un proyecto sobre la



comunidad tomando en cuenta los efectos directos y externalidades que se generen sobre el bienestar de la comunidad. Como ejemplo: la implementación del programa "hoy no circula" con el propósito de disminuir la contaminación o "la reubicación de la población" con el fin de llevar a cabo la ampliación o construcción del nuevo aeropuerto de la Ciudad de México.

De manera similar, hay variables que la evaluación económica no toma en cuenta y que la financiera sí, tales como: el efecto de los impuestos y subsidios.

Cabe mencionar que la información y datos usados en la evaluación financiera se pueden ajustar o corregir para ser usados en la evaluación económica, en donde el estudio de los proyectos económicos considera los costos y beneficios directos, indirectos e intangibles, así como las externalidades que se producen.

- ◆ Los *beneficios directos* se miden por los efectos de aumento que el proyecto genere en los ingresos de la organización, en donde los factores inmersos en el mercado son ajustados por algún factor que refleje las distorsiones existentes en éste.
- ◆ Los *costos y beneficios indirectos* corresponden a los cambios que provocan la ejecución del proyecto, tanto en la producción, consumo y servicios.
- ◆ Los *beneficios y costos intangibles* son aquellos que aunque no pueden ser cuantificados, sí deben considerarse cualitativamente en la evaluación, es decir, se tienen que considerar los beneficios sobre la sociedad que se tendrían con la implantación del proyecto.
- ◆ Las *externalidades* de un proyecto son los efectos positivos o negativos que sobrepasan a la organización inversora, tales como la contaminación ambiental.

## **E. El proceso de evaluación**

El estudio del proyecto pretende contestar el interrogante de si es o no conveniente realizar una determinada inversión. Esta recomendación sólo será posible si se dispone de todos los elementos de juicio necesarios para tomar la decisión.

Por lo tanto, el estudio debe intentar simular con el máximo de precisión lo que le sucedería al proyecto si fuese implementado, aunque difícilmente pueda determinarse con exactitud el resultado que se logrará con su puesta en marcha.

### **1. Alcances de la evaluación de proyectos**

Si bien toda decisión de inversión debe responder a un estudio previo de las ventajas y desventajas asociadas a su implementación, la profundidad con que se realice dependerá de cada proyecto.

En términos generales, son cinco los estudios particulares que deben realizarse para evaluar el proyecto: los de viabilidad comercial (estudio de mercado), técnica, legal, de gestión y financiera.

Cualquiera de ellos que llegue a una conclusión negativa determinará que el proyecto no se lleve a cabo, aunque razones estratégicas, humanitarias u otras de índole subjetiva podrían hacer recomendable una opción que no sea viable financiera o económicamente.

La participación de los actuarios es importante, ya que el estudio de una inversión se centra en la viabilidad económica o financiera, campos en los que destacan sus conocimientos y aplicación. No hay que olvidar que cada uno de los cinco

elementos señalados puede, de una u otra forma, determinar que un proyecto sea rechazado.

El estudio de la *viabilidad comercial o estudio de mercado* indicará si el mercado es o no sensible al bien o servicio a introducir y la aceptabilidad que tendría en su consumo o uso, permitiendo determinar la puesta en marcha, postergación ó rechazo de un proyecto y es aquí en donde el actuario puede llegar a determinar las preferencias, tendencias de consumo, hábitos y necesidades del mercado objetivo con base en estudios estadísticos y proyecciones.

Un proyecto puede ser viable tanto por tener un mercado asegurado como por ser técnicamente factible. Cuando decimos que un proyecto es *técnicamente factible* estamos hablando de que tiene una buena ubicación, los recursos y materias primas son accesibles, existen buenas vías de comunicación, entre otras. Para determinar la factibilidad técnica el actuario tiene la capacidad para proponer diferentes formas de optimizar los procesos de producción, recursos, logística, inventarios, etc. Sin embargo, podrían existir algunas restricciones de carácter legal que pudieran impedir su funcionamiento bajo los términos que se pudieran haber previsto, no haciendo recomendable su ejecución; por ejemplo, limitaciones en cuanto a su localización por cuestiones ambientales o simplemente por el uso del producto.

El estudio de la *viabilidad financiera* mide la rentabilidad que retorna a la inversión y determina, en último término, su aprobación o rechazo. Aquí el actuario toma un papel importante, ya que su función radica en hacer los cálculos de las inversiones y gastos futuros, basados en la información que se obtiene de los estudios previos y en busca de simular lo que pueda ocurrir en la realidad.

## 2. La evaluación de proyectos como proceso

El proceso de un proyecto reconoce cuatro grandes etapas: *idea*, *preinversión*, *inversión* y *operación*.

Las diferentes formas de solucionar un problema o aprovechar una oportunidad constituirán las ideas de un proyecto. La *idea* de un proyecto, más que una simple ocurrencia de un inversionista, generalmente representa la realización de un diagnóstico que identifica distintas vías de solución del problema o posibles oportunidades de negocio o mejora.

En la etapa de *preinversión* se realizan distintos estudios de viabilidad, que se enfocan al análisis de la viabilidad financiera y por ello la explicación de esta etapa se concentra exclusivamente en estos aspectos.

Uno de estos estudios es el estudio del perfil que, más que calcular la rentabilidad del proyecto, trata de determinar si existe alguna razón que justifique el abandono de este, antes de que se destinen recursos.

En otro nivel de estudio está el llamado "estudio de prefactibilidad", en el que se profundiza la investigación con base en información de fuentes secundarias<sup>1</sup>. El propósito es definir, con cierta aproximación, las principales variables referidas al mercado, a las alternativas técnicas de producción y a la capacidad financiera de los inversionistas.

En términos generales, se estiman las *inversiones* probables, los costos de operación y los ingresos que demandará y generará el proyecto.

---

<sup>1</sup> Fuentes secundaria: es aquella información que se obtiene de la competencia o de procesos ya conocidos por la experiencia del inversionista.

Y el llamado estudio de "factibilidad", se elabora con base en antecedentes precisos obtenidos mayoritariamente a través de fuentes primarias<sup>2</sup> de información. Las variables cualitativas son mínimas comparadas con los estudios anteriores, el cálculo de las variables financieras y económicas deben ser lo suficientemente demostrativas para justificar la valoración de los distintos recursos.

En la evaluación de proyectos, cualquiera que sea la profundidad con la que se realice, se divide en dos grandes etapas:

- Formulación y preparación.
- Evaluación.

La formulación y preparación tiene el propósito de definir todas las características que tengan algún grado de efecto en el flujo de ingresos y egresos monetarios del proyecto y calcular su magnitud; la evaluación, con metodologías muy definidas, tiene el fin de determinar la rentabilidad de la inversión en el proyecto.

En la etapa de formulación y preparación, se reconocen, a su vez, dos subetapas: una que se caracteriza por recopilar información y otra que se encarga de sistematizar en términos monetarios la información disponible; esta sistematización se traduce en la construcción de un flujo de caja proyectado, que sirve de base para la evaluación del proyecto.

Por otra parte, en la etapa de evaluación, es posible distinguir tres subetapas: la medición de la rentabilidad del proyecto, el análisis de las variables cualitativas y la sensibilización del proyecto (Ver figura 1).

---

<sup>2</sup> Fuentes primarias: Es aquella información proveniente de censos, informes, anuarios, manuales, etc.

---

El análisis completo de un proyecto requiere, por lo menos, de la realización de cuatro estudios complementarios: de mercado, técnico, organizacional administrativo y financiero. Mientras que los tres primeros proporcionan información económica de costos y beneficios, el último, además de generar información, constituye los flujos de caja y evalúa el proyecto (Ver figura 1).

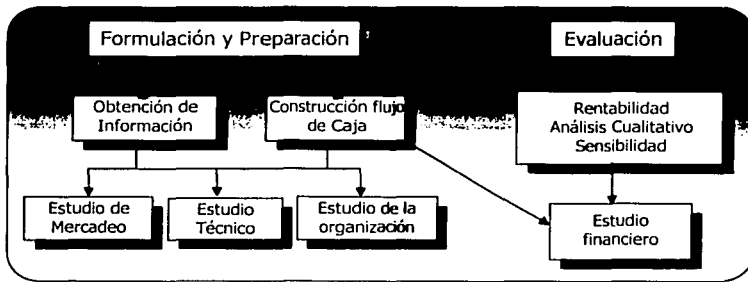


Figura 1. Estudios básicos para la evaluación de un proyecto.

### 3. El Estudio de Mercado

Uno de los factores críticos en la evaluación de proyectos es: la determinación de su mercado; tanto por el hecho de que aquí se define la cuantía de su demanda e ingresos de operación, como por los costos e inversiones implícitas.

El estudio de mercado es más que el análisis y determinación de la oferta, de la demanda y de los precios del proyecto. Muchos de los costos de operación pueden preverse simulando la situación futura y especificando las políticas y los procedimientos que se utilizarán como estrategia comercial.

Decisiones como: el precio de introducción, desarrollo de un producto, inversiones para fortalecer una imagen, acondicionamiento de los locales de venta en función de los requerimientos observados en el estudio de los clientes potenciales, políticas de crédito recomendadas por el mismo estudio, pueden constituirse en variables pertinentes para el resultado de la evaluación.

Metodológicamente son cuatro aspectos que deben estudiarse:

- ◆ El consumidor y las demandas del mercado y del proyecto, actuales y proyectadas.
- ◆ La competencia y las ofertas del mercado y del proyecto, actuales y proyectadas.
- ◆ Comercialización del producto del proyecto.
- ◆ Los proveedores y la disponibilidad y precio de los insumos, actuales y proyectados.

#### **4. El Estudio Técnico del Proyecto**

El estudio técnico tiene como propósito proveer de información para cuantificar el monto de las inversiones y de los costos de operación pertinentes.

Mediante este estudio se define una función de producción que optimice la utilización de los recursos disponibles en la producción del bien o servicio del proyecto. De aquí se podrá obtener la información de las necesidades de capital, mano de obra y recursos materiales; tanto para la puesta en marcha como para la posterior operación del proyecto.

---

## 5. El Estudio Organizacional y Administrativo

Uno de los aspectos que menos se toma en cuenta en la evaluación de proyectos, es aquel que se refiere a los factores propios de la actividad ejecutiva, procedimientos administrativos y aspectos legales.

Para cada proyecto es posible definir la mejor estructura organizacional que más se adapte a los requerimientos de su posterior operación. Al igual que en los estudios anteriores, es preciso simular el proyecto en operación. Para ello se deben definir los procedimientos administrativos que podrían implementarse junto con el proyecto.

La decisión de desarrollar actividades en forma interna que pudieran subcontratarse, influye directamente en los costos por la mayor cantidad de personal que pudiera necesitarse, la mayor inversión en oficinas y equipamiento, el mayor costo en materiales y otros insumos.

El sistema y procedimientos que definen a cada proyecto en particular, determinan también la inversión en estructura física. La simulación de su funcionamiento permite precisar las necesidades de espacio físico para oficinas, pasillos, estacionamiento, jardines, vías de acceso, etc.

Ninguna de estas consideraciones puede dejarse al azar, de su propio análisis se derivarán otros elementos de costos que podrían hacer no rentable un proyecto, aunque en estimaciones preeliminares haya parecido conveniente de implementar.

Casos típicos de estos son: los mecanismos de comunicación interna, el equipamiento de implementos de prevención o la inclusión de la variable de retiro y recontractación de personal, por nombrar solo algunos.



El estudio legal, aunque no responde a decisiones internas del proyecto, como la organización y procedimientos administrativos, influye en forma indirecta sobre ellas y en consecuencia, sobre la cuantificación de sus desembolsos.

El efecto más directo de los factores legales y reglamentarios se refiere a los aspectos tributarios. Normalmente existen disposiciones que afectan en forma diferente a los proyectos, dependiendo del bien o servicio que produzcan. Esto se manifiesta en el otorgamiento de permisos y patentes, en las tasas arancelarias diferenciadas para tipos distintos de materias primas o productos terminados, o incluso en la constitución de la empresa que llevará a cabo el proyecto, de la cual tiene exigencias impositivas diferentes según cuál sea el tipo de organización que se seleccione.

## **6. El Estudio Financiero**

La última etapa de la evaluación de un proyecto es el estudio financiero.

El objetivo de esta etapa es sistematizar la información que proporcionan las etapas anteriores que son de carácter monetario para elaborar cuadros analíticos para la evaluación del proyecto y determinar el nivel de rentabilidad.

Una vez que sabemos a grandes rasgos cuál es el proceso de estudio y evaluación de un proyecto, podemos darnos cuenta que el actuario puede tener participación en cualquiera de las etapas del mismo; aunque en este trabajo sólo se hace referencia a tres estudios en los que el tiene la posibilidad de una mayor participación: el estudio de mercado, técnico y financiero.

Un actuario cuenta con los conocimientos y conceptos matemáticos idóneos para intervenir en los procesos, proyecciones, estimaciones, etc., que requiere la evaluación de un proyecto, algunos de estos son: conocimientos en estadística y

probabilidad, programación lineal, pronósticos y finanzas, entre otros. Las herramientas que forman parte de estas grandes áreas ofrecen mayor exactitud ó aproximación en los estudio que forman parte de la evaluación de proyectos y que son esenciales para tomar decisiones presentes o futuras.

En los siguientes capítulos se hace referencia a tres de los estudios de la evaluación de proyectos: Estudio de mercado, Estudio Técnico y el Estudio Financiero, en los cuales el actuario tiene mayor campo de aplicación.

## **Estudio de Mercado**

### **A. Objetivo.**

El objetivo de este capítulo es definir qué es el estudio de mercado y cuáles son las características que lo hacen un factor de estudio sumamente importante.

### **B. ¿Qué es el estudio de mercado?**

La finalidad del estudio de mercado es identificar y medir la demanda, que bajo ciertas condiciones son originadas por los individuos, empresas u otras entidades económicas y que dan origen al diseño, desarrollo y puesta en marcha de un programa de producción de un bien o servicio, así como fijar el precio que podría pagar el mercado.

Ante los cambios económicos y de globalización que enfrenta nuestro país, surge la necesidad de contar con información mercado-lógica relevante y útil, que es imprescindible para la toma de decisiones y alcanza un nivel prioritario con el objeto de asegurar la permanencia de las empresas en el mercado.

Entender las cambiantes necesidades y deseos de los consumidores (gustos y preferencias), detectar nuevas aplicaciones de los productos existentes, desarrollar nuevos productos y medir su potencial de éxito antes de su lanzamiento al mercado, conocer cuáles son las tendencias de los mercados, evaluar la factibilidad

de éxito de nuevos proyectos de inversión y conocer a la competencia, es información clave para el desarrollo de estrategias adecuadas que aseguren la competitividad en los mercados.

La necesidad de proveer este tipo de información a las empresas a través del estudio de Mercado, es con el fin de reducir la incertidumbre y los riesgos que pudieran hacer que el proyecto fracasase, además sirve de apoyo para desarrollar estrategias de mercado y la toma de decisiones.

En otras palabras el estudio de mercado estima la cantidad de bienes y/o servicios provenientes de una nueva unidad productora que, de acuerdo a una cierta área geográfica y bajo ciertas condiciones la comunidad estaría dispuesta a adquirir para satisfacer sus necesidades. Las principales preguntas que nos llevan a la realización del estudio de mercado son:

- ◆ ¿Qué producir?
- ◆ ¿Para quién producir?
- ◆ ¿Cuánto producir?
- ◆ ¿A qué precio?
- ◆ ¿Cómo producir?
- ◆ ¿Cuándo producir?
- ◆ ¿Dónde producir?

El estudio debe incluir el ambiente en el que la empresa va a desarrollarse o adaptarse. Para obtener un orden lógico en el análisis y presentación del estudio se sugiere seguir los siguientes pasos:

- ◆ Objetivos del estudio de mercado según sea el caso.
- ◆ Identificación del producto o servicio a desarrollar.
- ◆ Análisis de la demanda y oferta actuales.

- ◆ Proyección de las tendencias y variables.
- ◆ Aspectos de comercialización.
- ◆ Selección de un programa de producción y ventas.

### 1. ¿Que es el mercado?

El **Mercado** es el conjunto de compradores y vendedores que realizan cualquier tipo de intercambio de bienes y/o servicios o en general cualquier cosa de valor. En general le llamamos mercado al conjunto de demandantes y oferentes que están totalmente relacionados en el intercambio de un bien o servicio.

### 2. Estructura del Mercado

La estructura de mercado esta definida por las características que determinan el entorno en el cual una empresa opera. La lista de características económicas que puedan describir los mercados son todavía pocas:

- ◆ El número y tamaño de empresas operando en el mercado.
- ◆ El grado de diferenciación del producto entre competidores.
- ◆ La probabilidad de que una nueva firma entre al mercado aun cuando empresas relacionadas están teniendo buenas ganancias.

Los micro-economistas analizan a las empresas en un marco de diferentes estructuras de mercado. Los economistas han llamado a estas estructuras:

- ◆  **Mercados en perfecta competencia:** es cuando un gran número de pequeñas empresas venden un producto que en esencia no presenta grandes diferencias. Además de que no existen barreras para que una nueva empresa entre al mercado.

- ◆ **Mercado Monopólico:** es cuando una sola empresa se encuentra protegida por ciertas barreras de entrada al mercado o produce un producto para el cual no existen sustitutos disponibles.
- ◆ **Mercado de competencia monopolística:** un gran número de empresas relativamente pequeñas con respecto al mercado total, producen productos diversos sin barreras que protejan la entrada de más empresas.
- ◆ **Mercado Oligopólico:** este mercado existe cuando hay pocos vendedores de un producto homogéneo o diferenciado y el ingreso o salida de la industria es posible, aunque con ciertas dificultades.

La única diferencia que existe entre el mercado en perfecta competencia y el mercado en competencia monopolística, es la diferencia de productos que les dan a los competidores monopolísticos un cierto nivel de poder, debido al posicionamiento o calidad de su producto.

### **C. Identificación del producto o servicio**

Para poder identificar un producto es necesario conocer los conceptos básicos que nos den una descripción clara del mismo, como son: su uso, su efecto y tiempo de introducción en el mercado, densidad económica y la normatividad sanitaria y comercial por la cual estén regidos. A continuación se explica cada una de estas clasificaciones con un poco más de detalle.

## 1. Clasificación por su uso

Pueden ser de la siguiente manera:

- ◆ **De consumo final:** son los aquellos que satisfacen la demanda de las personas y familias y que no forman parte de algún otro proceso; tal es el caso de productos alimenticios, vestido, transporte, comunicación, educación, etc.
- ◆ **Intermedios:** son aquellos que son demandados en los procesos productivos de las empresas, para ser consumidos y/o transformados, es decir, incorporados a otros procesos de producción como insumos, como por ejemplo: combustibles, energía eléctrica, maquilados, etc.
- ◆ **De capital:** se refieren principalmente a la maquinaria que servirá para producir equipos para el proceso de producción.

## 2. Clasificación por su efecto

Los productos se clasifican según el impacto que producen en el mercado:

- ◆ **Nuevos e innovadores:** un producto o servicio es nuevo o innovador si presenta diferencias y/o mejoras con respecto al tradicional o definitivamente cuenta con características que ningún otro ofrece.
- ◆ **Iguales al que será producido:** son los bienes construidos con características similares y que su producción competirá en el mismo mercado.

- ♦ **Similares, sustitutos y sucedáneos:** son productos que aun no teniendo las mismas características pueden sustituir a otro. El hecho de que un producto sea sustituible esta fuertemente relacionado con los niveles de ingreso y las preferencias de los demandantes. Los productos sucedáneos son clasificados en:
  - a. **Productos Sustitutos Inferiores:** es cuando un producto de consumo cotidiano es sustituido por otro que tiene características inferiores, es decir, que no satisface al 100% al demandante, pero que, por razones de carácter económico se ve obligado a cambiarlo, de tal manera que no afecte su presupuesto.
  - b. **Productos Sustitutos Superiores:** es cuando el ingreso del demandante aumenta y/o la necesidad de adquirir un producto de mayor calidad es necesaria para satisfacer al 100% sus necesidades

### **3. Densidad Económica**

La densidad económica es la relación que existe entre precio, peso y distancia. Es decir, cuando el precio es alto y el peso es bajo, el producto se puede desplazar a mayor distancia, por lo que se dice que tiene alta densidad económica y si por el contrario el peso es alto y el precio bajo se dice que tiene una baja densidad económica.

### **4. Normatividad Sanitaria, Técnica y Comercial.**

Son las leyes que rigen el área en el que se planea llevar a cabo el plan de producción o de venta del bien o servicio en estudio.



- **Normas sanitarias:** se refieren a las exigidas por las instituciones de salud.
- **Normas técnicas:** son las relativas al proceso productivo.
- **Normas comerciales:** se refieren a calidad, presentación y empaque.

## D. Análisis de la demanda

El análisis de la demanda es uno de los elementos de gran importancia en la evaluación de proyectos, ya que el impacto que tiene en los resultados del mismo son vitales para la toma de decisiones en la puesta en marcha del proyecto.

La teoría de la demanda del consumidor dice, que: "la cantidad demandada de un producto o servicio depende de su precio, del ingreso de los consumidores, del precio de los bienes sustitutos o complementarios y de las preferencias del consumidor". En realidad la demanda se puede entender como la cuantificación de la necesidad real o psicológica de una población, lo que lleva a establecer la diferencia entre la demanda potencial y la demanda efectiva o real.

La Teoría de la Demanda dice, que: "la relación entre precio y cantidad demandada es inversa", es decir, si un bien o servicio aumenta de precio, la demanda baja y viceversa. Esto se conoce como **elasticidad de la demanda**, que no es otra cosa que el porcentaje en que varía la cantidad demandada con respecto al cambio de precio del bien o servicio.

La **demanda potencial** es el total de demandantes posibles en el mercado y sirve de referencia básica para la medición de la demanda real, que es el número de demandantes que efectivamente están dispuestos a adquirir el bien o servicio ofrecido.

---

## 1. Clasificación de la Demanda

La demanda se clasifica en relación a:

### a) La Satisfacción de Necesidades.

- ◆ **Demanda de bienes socialmente básicos:** es la demanda de aquellos productos o servicios que están directamente relacionados con el desarrollo y crecimiento de la sociedad como son: alimentación, salud, vestido y vivienda entre los más importantes.
- ◆ **Demanda de bienes no necesarios:** se le conoce también como demanda de tipo *suntuosa* y se deriva de una necesidad creada artificialmente o materialista, que por gustos o simple preferencia el demandante desea adquirir.

### b) Temporalidad.

- ◆ **Demanda continua:** es aquella que se ejerce en forma permanente.
- ◆ **Demanda cíclica o estacional:** esta relacionada con las temporadas que se presentan en diferentes periodos del año. Algunos ejemplos podrían ser: la venta de juguetes y árboles en temporada navideña, la venta de ropa de baño en vacaciones de verano, la venta de sombrillas en temporada de lluvias, etc.

Por otro lado la estacionalidad es relativa a la oferta, tal es el caso de las diversas temporadas frutales y de hortalizas.

---

### c) Su Destino.

- ◆ **Demanda final:** es aquella que de cierta forma se relaciona con la adquisición de bienes y servicios que tiene un uso final.
- ◆ **Demanda intermedia:** es aquella en la cual los demandantes usualmente empresas adquieren bienes y servicios que requieren para sus procesos productivos y de operación.
- ◆ **Demanda para exportación:** se relaciona con la adquisición de bienes y servicios por aquellas empresas nacionales o extranjeras, que tienen como objetivo cubrir la demanda de mercado en otros países.

### d) La Estructura del Mercado.

- ◆ **Sustitución de importaciones:** cuando el mercado es abastecido por la oferta extranjera y se identifica la posibilidad de satisfacerlo con producción interna.
- ◆ **Demanda insatisfecha o potencial:** cuando la oferta se restringe, es evidente que existe un mercado insatisfecho o simplemente no se cumple o satisfacen las necesidades de los habitantes al cien por ciento.
- ◆ **Mercado cautivo o integrado:** es aquel que se tiene disponible o a disposición del proyecto estudiado. Puede estar bajo un contrato o convenio, o bien porque la integración de procesos permite asegurar la compra de lo producido.

## 2. Área del Mercado

El área de mercado es la zona, localidad, región, país, etc., en donde se quiere ubicar el proyecto y puede ampliarse al ámbito internacional. En la determinación del área del mercado la densidad económica del producto tiene gran importancia.

De entre todos los factores para determinar el área de mercado hay que darle mayor importancia a los siguientes:

- La infraestructura de almacenamiento y/o conservación.
- La infraestructura disponible en los centros de consumo y el tipo de transporte que se requiere.

## 3. Demanda Actual

El cálculo de la demanda actual tiene como objetivo: revelar la posible existencia y ubicación geográfica de los posibles compradores interesados en el producto. Una muy buena aproximación de la demanda es el llamado **Consumo Aparente (Ca)** que considera la producción, las importaciones y las exportaciones

**Consumo Aparente = Producción + Importaciones – Exportaciones**

$$C_a = P + M - X$$

**Consumo efectivo = Consumo aparente ± Inventarios**

$$C_e = C_a \pm I$$

## 4. Factores que afectan a la demanda

No se hará un análisis profundo de estos factores pero se presenta una breve explicación de cada uno de ellos.

### **a) Fenómenos demográficos de la población**

En el proceso para conocer el mercado al que se está dirigiendo el proyecto, es muy importante la participación de un actuario, ya que tiene los conocimientos para analizar y obtener la información demográfica necesaria y relativa a las características de la población como: tamaño, magnitud e índices de crecimiento, estructura por edad y sexo, índices de nutrición, morbilidad, mortalidad, población económicamente activa, migración, nivel de ingresos, etc., y que son factores importantes para construir los pronósticos de producción o de capacidad de servicio.

### **b) Hábitos de consumo**

Los hábitos de consumo son los principales factores que hay que tomar en cuenta para determinar la factibilidad del proyecto, ya que reflejan las características de consumo de la población y que además se asocia al nivel de ingresos de la misma, aunque esto no quiere decir que una población con altos ingresos necesariamente tenga la necesidad de adquirir el producto o servicio en estudio.

### **c) Gustos y preferencias**

En la mayoría de los casos es necesario realizar encuestas a nivel de consumidor final (individual, familiar, de demandante intermedio, de representantes legales externos o extranjeros). Esto se hace con el fin de determinar la cantidad esperada y/o necesaria que un consumidor probablemente demandará independientemente de su poder adquisitivo.

#### **d) Niveles de ingreso / gasto**

Hay que tomar en cuenta el nivel de ingresos de la población o en el caso de las empresas se usa información de sus ventas y utilidad, con la finalidad de conocer el perfil económico que tiene la población o sector en estudio, así como su distribución de gastos.

#### **e) Precios**

El precio puede afectar los volúmenes de un bien o servicio consumido. Se debe entender muy bien el fenómeno de elasticidad precio-demanda, que no es otra cosa sino las reacciones que pudiera tener la demanda de acuerdo con el cambio de precio de un bien o servicio, ya que cada familia o empresa asigna un cierto presupuesto a la adquisición de un bien o servicio en específico.

Al tener la estructura de la población por estrato de ingreso, la distribución ingreso familiar o empresa y haber realizado una encuesta para identificar hábitos de consumo y conocer las preferencias de la población, se estará en condiciones de dimensionar la magnitud de la demanda efectiva de una manera confiable y establecer un precio razonable.

### **5. La Demanda Intermedia**

La demanda intermedia es una proporción de la demanda total, en donde los bienes o servicios son llamados intermedios, ya que son utilizados por las empresas para producir un bien de consumo final u operar para poder brindar un servicio al usuario final. Cuando la información disponible es sobre la producción total, se puede conocer la demanda intermedia.

## **6. La Demanda Externa**

Las exportaciones se equiparan a la demanda externa. En este nivel se pueden identificar países demandantes, volúmenes demandados de otros países y variaciones de precio/país de origen. Las expectativas de esta demanda pueden ser visualizadas por su tendencia histórica. Es importante entonces hacer el análisis histórico de la demanda, con el cual podemos pronosticar su comportamiento futuro.

El comportamiento histórico de la demanda puede apreciarse en el consumo aparente y en el consumo per-cápita, ya que ambos permitirán analizar si la demanda se ha modificado por crecimiento de la población o por variaciones en el consumo por habitante.

## **E. Análisis de la oferta**

La oferta es el volumen del bien o capacidad de servicio que se coloca en el mercado para ser vendido y depende de la relación precio/costo, esto es, que el precio es el límite en el cual se puede ubicar el costo de producción, ya que cuando el precio es mayor o igual al costo, la oferta puede mantenerse en el mercado; cuando el precio es menor al costo, la permanencia de la oferta es dudosa.

### **1. Clasificación de la oferta.**

#### **a. Características de la oferta monopólica.**

- ◆ Existe un solo vendedor en el mercado y con ello tiene la opción de fijar los precios o de regular las cantidades ofertadas al mercado, así como condiciones de venta.

- ◆ No hay sustitutos del bien o servicio ofrecido por el monopolio.
- ◆ Restricciones para entrar al mercado tales como: monopolio de localización, monopolio natural.
- ◆ Economías de escala muy grandes en la producción.
- ◆ Altos requerimientos de capital.
- ◆ Impedimentos no - económicos.

#### **b. Características de la oferta Oligopólica.**

- ◆ Hay más de un productor en el mercado, pero en número reducido.
- ◆ Se fijan los precios, cantidades y restricciones para ofrecer el bien o servicio.
- ◆ Se fijan cuotas para cada empresa, determinadas por la cantidad de producción, tipo de servicio o distribución geográfica del mercado.

#### **c. Características de la oferta competitiva.**

- ◆ Las empresas ofrecen un producto que es homogéneo o no diferenciado, de tal manera que a los compradores les es indiferente comprar los productos de cualquier empresa.
- ◆ Ausencia de restricciones para entrar al mercado.
- ◆ Conocimiento general y detallado de las condiciones prevalecientes en el mercado.
- ◆ Existe un gran número de empresas y ninguna de ellas influye individualmente sobre el precio o las cantidades a ser ofertadas en el mercado.

#### **d. Oferta actual.**

Los principales aspectos de la oferta que deben analizarse son: número de oferentes, ubicación geográfica, volúmenes ofertados, capacidad instalada,



capacidad utilizada, disponibilidad de materias primas y facilidades o restricciones para la producción o servicio. Poniendo énfasis en el área de mercado que se analiza, al número de productores, su ubicación geográfica y al volumen de producción, se podrá conocer el tamaño de la oferta actual.

## **2. Factores que afectan la oferta.**

Es fundamental conocer a la competencia. De nada sirve que exista una gran demanda insatisfecha o potencial para el producto o servicio, si no se tiene posibilidad alguna de asegurarse una parte de la misma. Para evaluar esta posibilidad es necesario conocer el tipo de competidores a enfrentar en el mercado. Las ventas del oferente pueden ser afectadas por diversos fenómenos, como por ejemplo: los cambios climatológicos, económicos o modificaciones institucionales, entre otras.

Otro factor que puede afectar las ventas es la oferta externa, que es cuando parte o la totalidad del volumen de la oferta, es atendida por vía importaciones.

## **3. Proyección de la oferta**

El principal objetivo de proyectar la oferta es presuponer una situación futura. Para ello se usan los datos históricos, se analizan las perspectivas y la facilidad o restricciones actuales y futuras, a fin de lograr incrementos o mejoras en el producto o servicio en estudio.

***La comparación de los datos obtenidos al dimensionar la demanda y la oferta, permiten determinar una aproximación del tamaño actual y futuro del mercado. En el estudio de mercado se deben considerar los factores cualitativos que ayudarán a conformar un escenario más fidedigno de la situación presente y se apoyará en el análisis de la situación futura.***

---

## **Proyección y Pronósticos de la Demanda**

### **A. Objetivo.**

El objetivo de esta capítulo es mostrar los métodos y técnicas cuantitativas de proyección y pronósticos que, el Actuario puede usar para estimar la demanda probable de un bien o servicio, así como algunas técnicas cualitativas que complementan el estudio de mercado y las estimación y pronósticos de la demanda.

### **B. Proyección y Pronósticos.**

El estudio de mercado representa la primera etapa en la evaluación de proyectos y es aquí en donde el actuario toma gran importancia. Como ya lo había mencionado en el capítulo anterior el estudio de mercado requiere de la mejor estimación en las proyecciones y pronósticos de la demanda, ya que son vitales para la organización empresarial, la toma de decisiones y las estrategias de mercadotecnia y de producción. En las áreas funcionales de finanzas y contabilidad, los modelos de pronósticos proporcionan las bases para la planeación y control de costos.

El personal de producción y operación emplea pronósticos para la toma de decisiones en la selección de procesos, planeación de la capacidad y la programación de inventarios.

Es importante fomentar la práctica de revisiones continuas a los modelos de pronóstico y aceptar que no existen pronósticos exactos, ya que muchos factores en los negocios resultan ser impredecibles. Se recomienda usar dos o tres modelos de pronóstico para determinar el que más se ajuste a las condiciones particulares de cada caso.

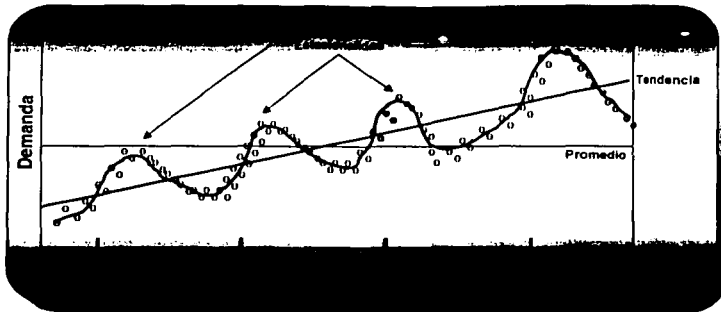
### **C. Tipos de Pronóstico**

Los pronósticos pueden ser clasificados en cuatro grupos básicos: cualitativos, análisis de series de tiempo, relación causal y simulación.

Las **técnicas cualitativas** son subjetivas, se basan en estimaciones y opiniones. Las de **análisis de series de tiempo**, se basan en la idea de predecir la demanda futura empleando los datos relacionados con la demanda pasada. La **técnica causal** asume que la demanda está relacionada con factores del medio ambiente o entorno. Los **modelos de simulación** permiten hacer corridas bajo una serie de consideraciones acerca de las condiciones del pronóstico.

### **D. Componentes de la Demanda**

En la mayoría de los casos la demanda de productos o servicios puede separarse en seis componentes: demanda promedio para el periodo, tendencia, elemento estacional, elementos cíclicos, variación aleatoria y autocorrelación (Ver figura 1).



**Figura 1. Componentes del histórico de la demanda**

Los factores cíclicos son más difíciles de determinar debido a que no se conoce con certeza el lapso de tiempo o bien la causa del ciclo no puede ser considerada. La influencia cíclica puede deberse a elecciones políticas, guerras, condiciones económicas o presiones sociológicas.

Las variaciones aleatorias son causadas por eventos fortuitos. La autocorrelación denota la persistencia del evento. Cuando la demanda es aleatoria, ésta puede variar rápidamente de una semana a otra. Pero cuando existe una alta autocorrelación podemos esperar que no habrá muchos cambios de una semana a otra.

Las líneas de tendencia son un punto de partida en el desarrollo de un pronóstico. Éstas se ajustan para los efectos estacionales, elementos cíclicos, y otros eventos esperados que podrían influir en el pronóstico final.

Un método de proyección utilizado con gran frecuencia es el de representar los datos y luego buscar la distribución que mejor se ajuste. Lo que resulta benéfico, ya que al conocer la ecuación matemática de la curva se pueden conocer valores

para periodos futuros con gran facilidad. En el caso de que los datos no se ajusten a ninguna de las curvas sólo se representan los datos gráficamente y se obtiene una proyección simplista pero efectiva.

## E. Técnicas de proyección y pronóstico

En la tabla 1 se presenta una breve descripción de las técnicas y modelos más comunes de pronósticos.

| <b>TÉCNICAS DE PRONÓSTICO Y MODELOS EMPLEADOS</b> |   |
|---|---|
| <b>1. Cualitativa</b>                             | Subjetiva, de juicio, basadas en estimaciones y opiniones.  |
| a. Proyección fundamental                         | Se deriva de una compilación de información de aquéllos que se encuentran al final de la jerarquía, quienes tratan directamente con los elementos que están siendo proyectados.   |
| b. Investigación de Mercado                       | Se recopilan datos (mediante encuestas, entrevistas, etc.), para probar hipótesis sobre el mercado.   |
| c. Consenso de grupo                              | Intercambio abierto y libre durante reuniones. Los participantes pueden ser ejecutivos, vendedores o clientes.  |
| d. Analogía Histórica                             | Se compara el artículo que se está pronosticando con la historia de uno similar.  |
| e. Método Delfi                                   | Un grupo de expertos responde a un cuestionario. Un moderador compila los resultados y formula un nuevo cuestionario que es sometido al grupo. La principal ventaja es que no existe influencia ni presiones por parte del grupo o individuos dominantes. |
| <b>2. Análisis de Series de Tiempo</b>            | Está basado en la idea de que la historia de los eventos ocurridos en el tiempo puede ser utilizada para predecir el futuro.  |
| a. Promedios Móviles Simples                      | Un periodo de tiempo que contiene una serie de puntos de datos se promedia dividiendo la suma de los valores de los puntos por el número de los mismos (cada uno tiene igual influencia).   |
| b. Promedios Móviles Pesados                      | Los puntos específicos pueden ponderarse según parezca ajustado de acuerdo con la experiencia.  |
| c. Suavización Exponencial                        | Los puntos de datos recientes se ponderan más con una ponderación que disminuye de manera exponencial en la medida en que los datos se hacen antiguos.  |
| d. Análisis de Regresión                          | Ajusta una línea recta a los datos. La técnica más común es la de mínimos cuadrados.  |
| e. Técnica Box Jenkins                            | Se refiere a una clase de modelos estadísticos para los datos y se ajusta a las series de tiempos mediante distribuciones posteriores bayesianas.   |

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| f. Series de Tiempo Shiskin     | Ajusta una línea matemática a los puntos de los datos y la proyecta hacia el futuro.   |
| <b>3. Causal</b>                | Trata de Interpretar el sistema subyacente del elemento que está siendo proyectado, así como su entorno  |
| a. Análisis de Regresión        | Similar al método de los mínimos cuadrados pero con múltiples variables. Se basa en el hecho de que la proyección se causa por la ocurrencia de otros eventos.   |
| b. Modelos Econométricos        | Tratan de describir algún sector de la economía mediante una serie de ecuaciones interdependientes.  |
| c. Modelos de Insumo-Producto   | Se enfocan a las ventas de cada industria con relación a otras firmas y gobiernos. Indican los cambios en las ventas que una industria productora puede esperar debido a los cambios en las compras por parte de otra industria. |
| d. Indicadores Anticipados      | Estadísticas que se mueven en la misma dirección que la serie que se está proyectando, pero anticipadamente. Por ejemplo, un incremento en el precio de la gasolina que indique una futura caída en las ventas de autos grandes. |
| <b>4. Modelos de Simulación</b> | Modelos dinámicos que permiten hacer suposiciones acerca de las variables internas y del medio externo del modelo.   |

**Tabla 1. Técnicas y modelos más comunes de pronóstico.**

## 1. Técnicas Cualitativas

Estas técnicas se basan principalmente en estimaciones y opiniones, son más subjetivas y de juicio.

### a. Proyección Fundamental

Esta técnica consiste en ir agregando niveles sucesivos desde abajo. Supone que la persona más cercana al cliente o consumidor, conoce mejor sus necesidades futuras. Las proyecciones efectuadas se suman y se pasan al nivel superior hasta llegar al nivel más alto, que en el caso de una compañía manufacturera, sería la entrada al sistema de producción.

**b. Investigación de Mercado**

Se utiliza en su mayoría para investigar productos en el sentido de buscar nuevas ideas, gustos y disgustos, respecto de los productos existentes, o bien preferencias de los clientes. Los métodos de recopilación de información son principalmente encuestas y entrevistas.

**c. Consenso de Grupo**

Se desarrolla a través de reuniones abiertas con libre intercambio de ideas, considerando a todos los niveles de la estructura organizacional. La dificultad que se presenta es que los empleados de niveles inferiores se sienten intimidados por los niveles superiores. Cuando las decisiones se toman a un nivel más amplio (nueva línea de productos, nuevas áreas de mercadeo, etc.), se emplea el término criterio ejecutivo, es decir se realiza un consenso a un nivel superior.

**d. Analogía Histórica**

Dicho método consiste en utilizar productos existentes de la misma categoría como base para realizar, mediante analogías (productos complementarios, sustituibles o competitivos), el pronóstico de la demanda de un nuevo producto. Por ejemplo, una compañía que produce tostadores y desea producir cafeteras puede utilizar el comportamiento histórico de los tostadores como modelo de crecimiento semejante.

### **e. Método Delfi**

La principal ventaja del método Delfi es que oculta la identidad de los individuos que participan en el estudio, es decir, todas las opiniones tienen el mismo peso. El procedimiento consiste en que un moderador crea un cuestionario y lo distribuye entre los participantes. Las respuestas se suman y se le devuelven a todo el grupo junto con una serie de nuevas preguntas.

El procedimiento que usualmente se propone es el siguiente:

1. Escoger a los expertos que participarán (con conocimientos en las diferentes áreas).
2. Obtener los pronósticos (premisas o calificaciones para las mismas), por medio de cuestionarios.
3. Resumir los resultados y distribuirlos a los participantes, junto con nuevas preguntas apropiadas.
4. Resumir de nuevo, refinar las proyecciones y repetir el punto anterior.
5. Repetir el paso anterior si es necesario y distribuir los resultados a todos los participantes.

La técnica puede lograr resultados satisfactorios en tres vueltas y el tiempo requerido depende del número de participantes y del trabajo que cada uno requiere para desarrollar sus propuestas.

## **2. Técnicas de Análisis de las Series de Tiempo**

Estos métodos de pronóstico consisten en predecir el futuro con base en los datos pasados.



Los términos tales como corto, mediano y largo plazo son relativos al contexto en el cual se emplean. En las organizaciones corto plazo se refiere usualmente a menos de tres meses, mediano plazo de tres meses a dos años y largo plazo a más de dos años. Los modelos a corto plazo se compensan con la variación aleatoria. Los pronósticos a mediano plazo se emplean para efectos estacionales y los modelos a largo plazo detectan las tendencias generales e identifican los puntos críticos.

La selección de un método depende entre otros factores, de:

- Horizonte de proyección.
- Disponibilidad de los datos.
- Exactitud requerida (importancia de la decisión).
- Presupuesto disponible.
- Disponibilidad de personal calificado.
- Grado de flexibilidad de la firma.

En la tabla 2 se muestran los modelos de series de tiempo y sus características más importantes.

| <b>Método de Proyección</b>                   | <b>Cantidad de Datos Históricos</b>  | <b>Patrón de los Datos</b>   | <b>Horizonte de Proyección</b> | <b>Tiempo de Preparación</b>                                       | <b>Calidad del Personal</b> |
|---|--|--|--------------------------------|--|-----------------------------|
| <b>Suavización Exponencial Simple</b>         | 5 a 10 observaciones para fijar la ponderación                             | Datos estacionarios  | Corto                          | Corto  | Poca sofisticación          |
| <b>Suavización Exponencial de Holt</b>        | 10 a 15 observaciones para fijar ambas ponderaciones                       | Tendencia sin estacionalidad   | Corto a mediano                | Corto  | Ligera sofisticación        |
| <b>Suavización Exponencial de Winter</b>      | Por lo menos de 4 a 5 observaciones por trimestre                          | Tendencia y estacionalidad   | Corto a mediano                | Corto  | Sofisticación moderada      |
| <b>Modelos de tendencia de la regresión</b>   | 10 a 20 observaciones; para la estacionalidad por lo menos 5 por trimestre | Tendencia y estacionalidad   | Corto a mediano                | Corto  | Sofisticación moderada      |
| <b>Modelos de regresión causal</b>            | 10 observaciones por variable independiente                                | Puede manejar patrones complejos   | Corto, mediano y largo         | Largo tiempo para el desarrollo, corto para la puesta en ejecución | Sofisticación considerable  |
| <b>Descomposición de las series de tiempo</b> | Suficientes para ver dos picos y cimas                                     | Maneja patrones cíclicos y estacionales, puede identificar los puntos críticos | Corto a mediano                | Corto tiempo   | Poca sofisticación          |

**Tabla 2. Características principales de los modelos de análisis de series de tiempo**

### a. Promedios móviles simples

Se emplea cuando la demanda no tiene variaciones con rapidez y no tienen características estacionales. Por lo general se usa para suprimir las fluctuaciones aleatorias de la proyección. Es conveniente utilizar los datos anteriores para predecir el periodo siguiente directamente.

La fórmula del método es la siguiente:

$$F_t = \frac{A_{t-1} + A_{t-2} + A_{t-3} + \dots + A_{t-n}}{n}$$

donde:

$F_t$  = Pronóstico para el periodo t

n = Número de periodos que van a ser promediados

$A_{t-n}$  = Ocurrencia real en el periodo t-n

t = periodo por pronosticar

La principal desventaja de este método es que implica una cantidad considerable de datos, ya que cada nuevo periodo implica la adición de nuevos datos.

### b. Promedios móviles ponderados

Un promedio móvil ponderado permite dar peso a cada uno de los elementos, demostrando, por supuesto, que la suma de todos los pesos es igual a 1. La fórmula para el promedio móvil ponderado es:

$$P_t = p_1 A_{t-1} + p_2 A_{t-2} + \dots + p_n A_{t-n}$$

donde:

$P_t$  = Es el pronóstico para el periodo t

$p_1$  = peso dado a la ocurrencia actual para el período t-1

$p_2$  = peso dado a la ocurrencia actual para el período t-2

$p_n$  = peso dado a la ocurrencia actual para el período t-n

n = número total de períodos en el pronóstico.

A pesar de que muchos períodos puedan ser ignorados y el peso determinado pueda ser en cualquier orden (por ejemplo, datos mas distantes pueden tener mayor peso que datos mas recientes), la suma de todos los pesos debe ser igual a 1.

$$\sum_{i=1}^n p_i = 1$$

En la **Selección de ponderaciones**, la experiencia, el juicio y el error, son las mas simples formas para elegir la ponderación. Como una regla general, el más reciente pasado es el más importante indicador de lo que podemos esperar en el futuro, y por lo tanto debería tener la ponderación más alta. Sin embargo, si los datos son estacionales, las ponderaciones deberán ser establecidas de acuerdo a los mismos.

### c. Suavización exponencial

La ecuación para una sola proyección de suavización exponencial es simplemente:

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1})$$

donde:

$F_t$  = proyección suavizada exponencialmente para el período t

$F_{t-1}$  = proyección suavizada exponencialmente para el periodo anterior

$A_{t-1}$  = demanda real durante el periodo anterior

$\alpha$  = constante de suavización

### c.1 Efectos de Tendencia en la Suavización Exponencial.

Para corregir la tendencia se necesitan dos constantes de ajuste. Además de la constante de suavización  $\alpha$ , la ecuación de la tendencia utiliza también una constante de suavización delta ( $\delta$ ) que reduce el impacto de error entre la proyección y lo real.

Para lograr que la primera ecuación de la tendencia funcione, el valor de la misma debe registrarse manualmente. Este valor de tendencia inicial puede ser una estimación razonada o un cálculo basado en datos anteriormente observados.

La ecuación para calcular la proyección incluyendo la tendencia (Forecast Including Trend) (FIT) es la siguiente:

$$F_t = FIT_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - FIT_{t-1})$$

$$T_t = T_{t-1} + \delta(A_{t-1} - FIT_{t-1})$$

$$FIT_t = F_t + T_t$$

donde:

$F_t$  = proyección ajustada exponencialmente para el periodo t

$T_t$  = tendencia ajustada exponencialmente para el periodo t

$FIT_t$  = proyección incluyendo tendencia para el periodo t

$FIT_{t-1}$  = proyección que incluye la tendencia realizada para el periodo anterior

$A_{t-1}$  = demanda real para el periodo anterior;  $\alpha$  = constante de suavización

$\alpha$  = constante de suavización

$\delta$  = constante de suavización

La suavización exponencial requiere que la constante de suavización alfa ( $\alpha$ ) tenga un valor entre 0 y 1. Si la demanda real es estable (como por ejemplo, la demanda de energía o de alimentos), se usa un alfa pequeño para disminuir los efectos de los cambios a corto plazo. Si la demanda real se incrementa o reduce rápidamente

(como en el caso de los artículos de moda), se usa un alfa grande para tratar de mantener el ritmo de los cambios.

### **c.2 Proyección adaptable.**

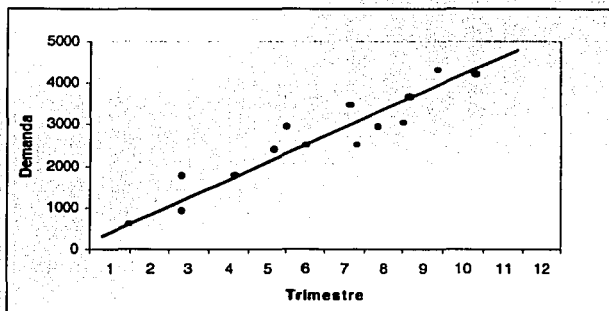
Existen dos enfoques para controlar el valor de alfa. El primero utiliza diferentes valores de alfa. El segundo emplea una señal de rastreo.

**1º** Dos o más valores predeterminados de alfa. Se mide la cantidad de error entre la proyección y la demanda real. Dependiendo del grado de error, se escoge una alfa. Si el error es muy grande, alfa se toma de 0.8 y si el error es pequeño, alfa se toma de 0.2.

**2º** Valores calculados para alfa. Un alfa de rastreo calcula si la proyección mantiene un ritmo de cambios hacia arriba o hacia abajo de la demanda (contrarios a los cambios aleatorios). El alfa de rastreo se define como el error real ajustado exponencialmente dividido entre el error absoluto ajustado exponencialmente. Alfa cambia de un periodo a otro dentro del intervalo 0 a 1.

### d. Análisis de la Regresión Lineal

La regresión se puede definir como una relación funcional entre dos o más variables correlacionadas. Se utiliza para predecir una variable dada otra. Estos se deben representar primero gráficamente para ver si parecen lineales o si algunas de sus partes son lineales.



**Figura 2. Representación de los datos**

La línea de regresión lineal tiene la forma de:

$$Y = a + bx$$

donde:

Y = es el valor de la variable dependiente

a = es la ordenada en el origen

b = es la pendiente de la línea de regresión

x = es la variable independiente.

### e. Método de los Mínimos Cuadrados.

La ecuación de los mínimos cuadrados para la regresión lineal es la misma:

$$Y = a + bx$$

donde:

Y = variable dependiente

a = ordenada de origen de Y

b = inclinación de la línea

x = periodo de tiempo

El método de los mínimos cuadrados ajusta una línea a los datos que minimizan la suma de los cuadrados de la distancia vertical entre cada punto y su punto correspondiente en la línea.

$$(y_1 - Y_1)^2 + (y_2 - Y_2)^2 + \dots + (y_t - Y_t)^2$$

donde:

$y_t$  = datos variables de la línea al tiempo t

$Y_t$  = datos reales al tiempo t

La mejor línea para usar es la que minimice el total de la suma anterior.

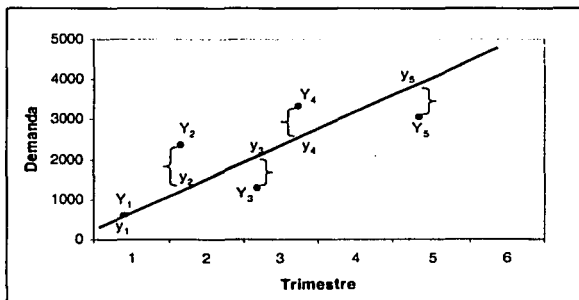


Figura 3. Línea de regresión por mínimos cuadrados



Para el método de los mínimos cuadrados, las ecuaciones para a y b son:

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x} \cdot \bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2}$$

donde:

a = ordenada al origen

b = pendiente de la línea

$\bar{y}$  = promedio de todas las y

$\bar{x}$  = promedio de todas las x

x = valor de x en cada punto de los datos

y = valor de y en cada punto de los datos

n = número de los puntos de los datos

Y = valor de la variable dependiente calculada con la ecuación de regresión.

La desviación estándar o error estándar nos dice qué tan bien se ajusta la línea de regresión a los datos reales. La desviación estándar es muy importante ya que con ella el Actuario puede determinar los niveles de producción del bien o servicio. Es decir, entre mayor sea la desviación estándar se corre el riesgo de que el nivel de producción que se pronostique genere que en ciertos periodos la cantidad de bienes producidos sean excesivos para la demanda o en el menor de los casos que la producción no satisfaga la demanda.

$$S_{xy} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-2}}$$

## f. Descomposición de una Serie de Tiempo

Una serie de tiempo puede ser definida como el orden cronológico de datos que contienen una o más componentes de la demanda: tendencia, estacionalidad, cíclicos, correlación y aleatoriedad. Descomponer en series de tiempo significa identificar y separar datos de una serie de tiempo en dichos componentes. En la práctica es relativamente fácil identificar los componentes de tendencia o de estacionalidad, al contrario de los componentes cíclicos, de correlación y aleatorios.

Cuando la demanda contiene tanto efectos de estacionalidad, como de tendencia, la pregunta es ¿Cómo se relacionan entre sí? En este caso examinaremos dos tipos de variaciones de la estacionalidad: La aditiva y la multiplicativa (Figura 4).

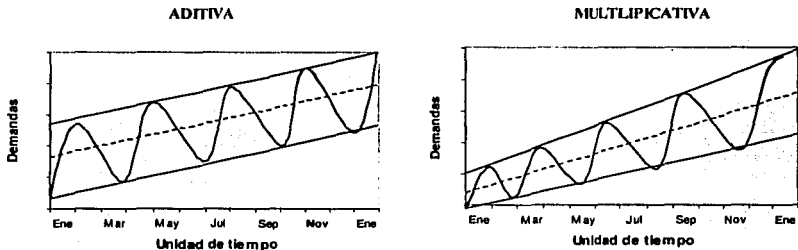


Figura 4. Tipos de estacionalidad.

La variación estacional aditiva asume que la estacionalidad es una constante independiente de la tendencia y del promedio.

***Pronósticos incluyendo tendencia y estacionalidad = tendencia + estacionalidad***

En la variación estacional multiplicativa, la tendencia es multiplicada por los factores de estacionalidad.

***Pronósticos incluyendo tendencia y estacionalidad = (tendencia) × (estacionalidad)***

El factor de estacionalidad o factor de temporalidad es el grado de corrección que se necesita para que una serie de tiempo sea ajustada a un cierto periodo del año. Usualmente se asocia a la estacionalidad con un periodo del año caracterizado por una determinada actividad. La palabra cíclico indica periodos recurrentes de una actividad.

### **Ejemplo 1:**

Supongamos que una empresa ha tenido un promedio de ventas de 5000 unidades al año de un determinado producto A. Se sabe que en promedio se venden 1000 unidades en el primer trimestre de cada año, 1,750 unidades en el segundo trimestre, 1,500 en el tercer trimestre y 750 en el cuarto trimestre.

Lo que hacemos primero es dividir el promedio de ventas anuales sobre el número de temporadas, en este caso trimestres.

$$\frac{\text{Promedio de ventas anual}}{\text{No. de trimestres}} = \frac{5000}{4} = 1250$$

Este resultado se interpreta como el número promedio de ventas por trimestre en los años transcurridos.

El segundo paso es calcular los factores de estacionalidad de cada trimestre, que se muestra en la tabla 3.

| Trimestre    | Promedio de ventas por trimestre | Promedio de ventas por periodo | Factor de estacionalidad |
|--------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| I            | 1,000                            | 1,250                          | $1,000/1,250 = 0.8$      |
| II           | 1,750                            | 1,250                          | $1,750/1,250 = 1.4$      |
| III          | 1,500                            | 1,250                          | $1,500/1,250 = 1.2$      |
| IV           | 750                              | 1,250                          | $750/1,250 = 0.6$        |
| <b>TOTAL</b> | <b>5,000</b>                     |                                |                          |

**Tabla 3. Cálculo del Factor de estacionalidad.**

Si se espera una demanda de 5,500 unidades para el próximo año y usamos los factores de estacionalidad calculados para cada trimestre, los pronósticos de la demanda para el próximo año los podemos ver representados en la tabla 4.

| Trimestre    | Promedio de ventas por trimestre | Promedio de ventas en los periodos (5,500/4) | Pronóstico para el siguiente año    |
|--------------|----------------------------------|--|-------------------------------------|
| I            | ----                             | 1,375  | $1,375 \times 0.8 = \mathbf{1,100}$ |
| II           | ----                             | 1,375  | $1,375 \times 1.4 = \mathbf{1,925}$ |
| III          | ----                             | 1,375  | $1,375 \times 1.2 = \mathbf{1,650}$ |
| IV           | ----                             | 1,375  | $1,375 \times 0.6 = \mathbf{825}$   |
| <b>TOTAL</b> | <b>5,500</b>                     |  |                                     |

**Tabla 4. Pronósticos de demanda para el siguiente año.**

El factor de estacionalidad puede ser modificado periódicamente con la entrada de nuevos datos.

En el siguiente ejemplo se consideran tanto el factor de estacionalidad como una variación en la temporalidad o estacionalidad.

**Ejemplo 2:**

Supongamos que tenemos los siguientes datos históricos de la demanda de un Producto en específico (A).

| Trimestre / Año | Promedio de ventas | Trimestre / Año | Promedio de ventas |
|-----------------|--------------------|-----------------|--------------------|
| I / 2001        | 1,500              | I / 2002        | 2,600              |
| II / 2001       | 1,000              | II / 2002       | 2,100              |
| III / 2001      | 1,100              | III / 2002      | 2,000              |
| IV / 2001       | 2,650              | IV / 2002       | 3,500              |

El primer paso es graficar los datos y dibujar la línea de tendencia de forma visual, de esta manera podemos construir la ecuación de la línea recta que creemos más adecuada para usarla como línea de tendencia y así poder hacer un pronóstico. (Ver figura 5)

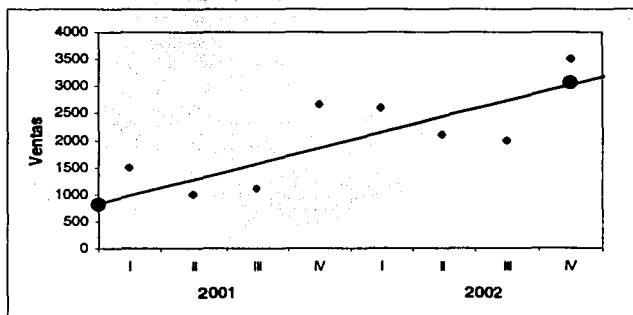


Figura 5. Dibujo de la línea de tendencia.

Para poder calcular la ecuación de la línea de tendencia que trazamos tomamos dos puntos extremos, es decir en donde interseca al eje Y y el valor del número de ventas que coincide con la línea de tendencia en el IV trimestre del 2002 (8º trimestre). La recta interseca al eje Y en 850 y el valor que adquiere en el 8º trimestre de la gráfica es 3,050.

De lo anterior obtenemos la ecuación de la tendencia que dibujamos y está representada de la siguiente forma:

$$\text{Tendencia} = 850 + 275t$$

Esta ecuación es el resultado de tomar la intersección en el punto (0,850) y con un incremento de 275 en cada periodo como resultado de la siguiente operación:

$$\frac{(3,050 - 850)}{8 \text{ periodos}} = 275$$

El siguiente paso es calcular el factor de estacionalidad. Como se muestra en la siguiente tabla.

|      | Trimestre | Demanda Actual | Tendencia = 850 + 275t | Porcentaje de diferenciación Actual / Tendencia | Factor de estacionalidad (Promedio de los mismos trimestres en cada año) |
|------|-----------|----------------|------------------------|---|--|
| 2001 | I         | 1,500          | 1,125                  | 1.33  | → 1.25   |
|      | II        | 1,000          | 1,400                  | 0.71  |  |
|      | III       | 1,100          | 1,675                  | 0.66  |  |
|      | IV        | 2,650          | 1,950                  | 1.36  |  |
| 2002 | I         | 2,600          | 2,225                  | 1.17  | → 0.69   |
|      | II        | 2,100          | 2,500                  | 0.84  |  |
|      | III       | 2,000          | 2,775                  | 0.72  |  |
|      | IV        | 3,500          | 3,050                  | 1.15  |  |

**Tabla 5. Cálculo del factor de estacionalidad.**

Ahora podemos calcular el pronóstico de ventas por trimestre para el año 2003. Usamos la misma ecuación de la tendencia y seguimos la secuencia de periodos. (Ver tabla 6)

**Pronósticos de ventas 2003 = (tendencia) × (estacionalidad)**

|      | Trimestre | Tendencia =<br>[850 + 275(trimestre)][estacionalidad] | Pronóstico de venta |
|------|-----------|---|---------------------|
| 2003 | I         | [850 + 275(9)] [1.25]                                 | 4,159               |
|      | II        | [850 + 275(10)][0.78]                                 | 2,798               |
|      | III       | [850 + 275(11)][0.69]                                 | 2,669               |
|      | IV        | [850 + 275(12)][1.25]                                 | 5,201               |

**Tabla 6. Pronóstico de ventas para 2003**

### **g. Descomposición usando Regresión por Mínimos Cuadrados**

La descomposición de una serie de tiempo significa encontrar los componentes básicos de tendencia, estacionalidad y cíclicos de una serie. Los índices son calculados por estacionalidades y ciclos. Este procedimiento de pronósticos invierte los procesos y proyecta la tendencia y se ajusta por medio de índices de estacionalidad y cíclicos. Los cuales son determinados en el proceso de descomposición.

Para descomponer una serie de tiempo en sus componentes es preciso seguir estos pasos.

- Encontrar el componente de estacionalidad.
- Desestacionalizar la demanda.
- Encontrar el componente de tendencia.

Pronosticar los valores futuros de cada componente.

- Proyectar la componente de tendencia al futuro.
- Multiplicar la componente de tendencia por la componente de estacionalidad.

La componente de aleatoriedad no se ha incluido, debido a que ésta se elimina implícitamente de la serie de tiempo cuando se sacan los promedios en el paso 1, en donde se determina la componente de aleatoriedad. Es inútil tratar de realizar una proyección de la componente de aleatoriedad, a menos que se tenga información de algún evento inusual.

El cuadro 1 muestra la descomposición de una serie de tiempos mediante la regresión por mínimos cuadrados. Cada punto de los datos corresponde al uso de un solo trimestre de un periodo de tres años (12 trimestres) .

El objetivo es proyectar la demanda para los cuatro trimestres del cuarto año.

PASO 1. Determine el factor de estacionalidad (o índice). El cuadro 3 hace un resumen de todos los cálculos que ya se realizaron en un ejemplo anterior. La columna 4 muestra un promedio de los mismos trimestres en el periodo de tres años. Por ejemplo, los primeros trimestres de los tres años se suman y se dividen entre tres. Luego, se deriva un factor estacional dividiendo ese promedio por el promedio general para los 12 trimestres  $\left(\frac{166,750}{12} = 13,895.83\right)$  estos se ingresan en la columna 5.

Cabe mencionar que los factores de estacionalidad son idénticos para los trimestres de cada año.

PASO 2. Se desestacionaliza dividiendo los datos originales entre el factor estacional. Este paso se denomina desestacionalización de la demanda y se muestra en la columna 6 del Cuadro 1.



PASO 3. Calcular la línea de regresión por mínimos cuadrados para los datos desestacionalizados. El propósito es obtener una ecuación de la línea de tendencia que luego será modificada con el factor de estacionalidad. El procedimiento es el mismo.

$$Y = a + bx$$

donde:

x = trimestre

Y = Demanda calculada utilizando la ecuación de regresión  $Y = a + bx$

a = Ordenada al origen (y).

b = pendiente de la recta.

PASO 4. Proyectar la regresión lineal en el periodo destinado para el pronóstico. El propósito es pronosticar del trimestre 13 al 16. Esto se hace resolviendo la ecuación obtenida en el cuadro 1 para cada periodo. (Ver tabla 7)

PASO 5. Realizar la proyección final multiplicando la línea de regresión por el factor de estacionalidad. Ahora invertimos el procedimiento multiplicando los datos trimestrales derivados del factor estacional por el trimestre destinado para el pronóstico. Una vez hecho todo esto, la proyección ha sido completada.

El Cuadro 1 detalla las operaciones que se hicieron para llegar al resultado de la tabla 7.

| Periodo | Trimestre | Tendencia =<br>[2,774.8 + 1,710.9(trimestre)] | Factor de estacionalidad | Pronóstico de venta |
|---------|-----------|---|--------------------------|---------------------|
| 13      | I         | 2,774.8+1,710.9(13) = 25,016.9                | 0.82                     | 20,403.6            |
| 14      | II        | 2,774.8+1,710.9(14) = 26,727.8                | 1.10                     | 29,332.4            |
| 15      | III       | 2,774.8+1,710.9(15) = 28,438.7                | 0.97                     | 27,628.6            |
| 16      | IV        | 2,774.8+1,710.9(16) = 30,149.6                | 1.12                     | 33,630.2            |

**Tabla 7. Pronóstico de ventas para 2003**

Cuadro 1. Demanda Desestacionalizada.

| (1)         | (2)          | (3)                | (4)   | (5)                      | (6)  | (7)            | (8)                |
|-------------|--------------|--------------------|---|--------------------------|--|----------------|--------------------|
| Periodo (X) | Cuatrimestre | Demanda actual (Y) | Promedio de los mismos trimestres de cada año | Factor de estacionalidad | Demanda desestacionalizada (Y <sub>d</sub> ) (Col. 3) / (Col. 5) | X <sup>2</sup> | X x Y <sub>d</sub> |
| 1           | I            | 3,000              |   | 0.82                     | 3,678.3  | 1              | 3,678.3            |
| 2           | II           | 7,750              |   | 1.10                     | 7,061.8  | 4              | 14,123.6           |
| 3           | III          | 7,500              |   | 0.97                     | 7,719.9  | 9              | 23,159.7           |
| 4           | IV           | 7,500              |   | 1.12                     | 6,723.8  | 16             | 26,895.2           |
| 5           | I            | 12,000             | 11,333  | 0.82                     | 14,713.2   | 25             | 73,566.2           |
| 6           | II           | 15,500             | 15,250  | 1.10                     | 14,123.6   | 36             | 84,741.8           |
| 7           | III          | 13,000             | 13,500  | 0.97                     | 13,381.2   | 49             | 93,668.2           |
| 8           | IV           | 14,500             | 15,500  | 1.12                     | 12,999.3   | 64             | 103,994.6          |
| 9           | I            | 19,000             |   | 0.82                     | 23,296.0   | 81             | 209,663.6          |
| 10          | II           | 22,500             |   | 1.10                     | 20,502.0   | 100            | 205,020.5          |
| 11          | III          | 20,000             |   | 0.97                     | 20,586.4   | 121            | 226,450.6          |
| 12          | IV           | 24,500             |   | 1.12                     | 21,964.4   | 144            | 263,572.6          |
| 78          |              | 166,750            |   | 12.00                    | 166,750.0  | 650            | 1,328,534.9        |

$$\bar{x} = \frac{78}{12} = 6.5$$

$$\bar{y}_d = \frac{166,750}{12} = 13,895.83$$

$$a = \bar{y}_d - b\bar{x} = 13,895.83 - 1,710.93(6.5) = 2,774.81 \quad b = \frac{\sum xy_d - n\bar{x}\bar{y}_d}{\sum x^2 - n\bar{x}^2} = \frac{1,328,534.9 - 12(6.5)13,895.83}{650 - 12(6.5)^2} = 1,710.93$$

Ecuación de la línea de tendencia:

$$Y = a + bx = 2,774.8 + 1,710.9 x$$

## **F. Error de Pronóstico**

Se define como la diferencia entre el valor pronosticado y el valor real. Mientras que el valor de la proyección se encuentre entre los límites de seguridad no se considera realmente que exista error, como se refiere más adelante en la "medición del error", pero aun así se le llama comúnmente error.

### **1. Fuentes de Error**

Los errores provienen de una gran variedad de fuentes. Una fuente común, es el hecho de proyectar las tendencias pasadas hacia el futuro. Los errores pueden clasificarse como sistemáticos o aleatorios. Los errores sistemáticos se presentan cuando se comete una equivocación consistente; como por ejemplo, una falla en la inclusión de las variables o el empleo de una línea de tendencia incorrecta. Los errores aleatorios se pueden definir como aquellos que no se pueden explicar con el modelo de proyección utilizado.

### **2. Medición de Error**

Varios de los términos comunes empleados para describir el grado de error son: error estándar, error medio cuadrático o varianza y la desviación media absoluta. Además, las señales de rastreo pueden utilizarse para indicar cualquier riesgo positivo o negativo en la proyección. El error estándar se analiza en la sección sobre regresión lineal. La desviación media absoluta (Mean Absolute Deviation, MAD) es el error promedio en las proyecciones y se calcula utilizando el valor absoluto de las diferencias entre la demanda real y la demanda proyectada.

La fórmula matemática que resume lo anterior es:

$$\text{MAD} = \frac{\sum_{i=1}^n |A_i - F_i|}{n}$$

donde:

t = periodo.

A = demanda real durante el periodo.

F<sub>t</sub> = demanda proyectada para el periodo t.

n = número total de periodos.

### 3. Rango de Error

Cuando una línea se traza a través de los puntos marcados por los datos originales y luego se utilizan para hacer una proyección, los errores pueden venir de dos fuentes. En primer lugar, están los errores usuales, similares a la desviación estándar de cualquier conjunto de datos. En segundo lugar, los errores se presentan porque la línea esta mal trazada. Se explicará brevemente porque se amplía el rango de error. Primero, visualicemos alguna línea que tiene algún error en el sentido de que se inclina demasiado hacia arriba. Entonces, se calculan los errores estándares de la línea. Ahora, visualicemos otra línea que se incline demasiado hacia abajo. Esta también tiene un error estándar. El rango de error en este análisis consta de los errores resultantes de ambas líneas y también de todas las líneas posibles.

### 4. Selección del Método de Proyecciones

La primera pregunta que el Actuario se hace es: ¿Se necesita un sistema de proyección? Una empresa utiliza las proyecciones en la planeación de su inventario y los niveles de producción, al igual que en el desarrollo de nuevos productos, personal y presupuestos. ¿Cómo saber cual es el mejor método? se podría utilizar cada método sobre los datos y

medir los errores mediante la desviación media absoluta (MAD) o el análisis de regresión. Al usar el análisis de regresión, es importante garantizar que los datos se ajusten al modelo, sino es así se incurrirá en serios errores.

La mayoría de las veces no es nada fácil pronosticar la demanda y aun más complicado si el producto o servicio que se pretende introducir al mercado es nuevo o innovador.

---

## Estudio Técnico

### A. Objetivo

El objetivo de este capítulo es definir que es el Estudio Técnico y como el Actuario usa la programación lineal para determinar si el proyecto de inversión es técnicamente factible y justificar, desde un punto de vista económico, que se tome la mejor decisión. Es decir, como todo lo relacionado con el proceso productivo para poder hacer frente a la demanda del bien o servicio a producir esta en función de la disponibilidad de recursos y factores productivos.

### B. ¿Qué es el Estudio Técnico?

En la formulación de cualquier proyecto de inversión, el Estudio Técnico es tan importante como el Estudio de Mercado independientemente del sector económico al que se oriente.

El Estudio Técnico se preocupa por contestar a las siguientes preguntas:

- ◆ ¿Cómo producir lo que el mercado demanda?
- ◆ ¿Cuál debe ser la combinación de factores productivos?
- ◆ ¿Dónde producir?
- ◆ ¿Qué materias primas e insumos se requieren?
- ◆ ¿Qué equipos e instalación se necesitan?
- ◆ ¿Cuánto y cuándo producir?

Este estudio aporta información tanto cualitativa como cuantitativa respecto a los factores productivos que debe contener una unidad en operación, tales como: tecnología, costos de inversión, costos y gastos de producción, tiempo de inmovilización de los recursos, así como todas las previsiones para que la unidad de producción cumpla con los aspectos legales a los que se encuentra sujeto todo tipo de proyecto y que se dividen en:

- ◆ Normativos
- ◆ Reglamentarios
- ◆ Arancelarios
- ◆ Políticos
- ◆ Ecológicos

El estudio técnico está basado en función de la disponibilidad y/o restricciones de los recursos y factores productivos tales como: materias primas y sus fuentes de abastecimiento, alternativas tecnológicas, disponibilidad financiera, disponibilidad y suficiencia de los recursos humanos, costos y factores exógenos al proyecto (políticas de la empresa o del grupo de inversionistas, políticas del país, etc.).

### **C. Descripción del Estudio Técnico**

El Estudio Técnico considera fundamentalmente cuatro grandes bloques de información.

- ◆ El estudio de materias primas.
- ◆ Localización general y específica del proyecto.
- ◆ Dimensiones o tamaño del proyecto.
- ◆ Estudio de ingeniería del proyecto.

A continuación se hace una breve descripción de ellos.

### 1. Estudio de las materias primas e insumos.

El objetivo de este estudio es definir las características, requerimientos, disponibilidad, costos, ubicación, etc., de las materias primas e insumos necesarios para la producción de bienes o servicios. Este estudio influye de manera significativa en la determinación del tamaño del proyecto, localización, selección de tecnología y equipos.

Las materias primas se clasifican según sus características en:

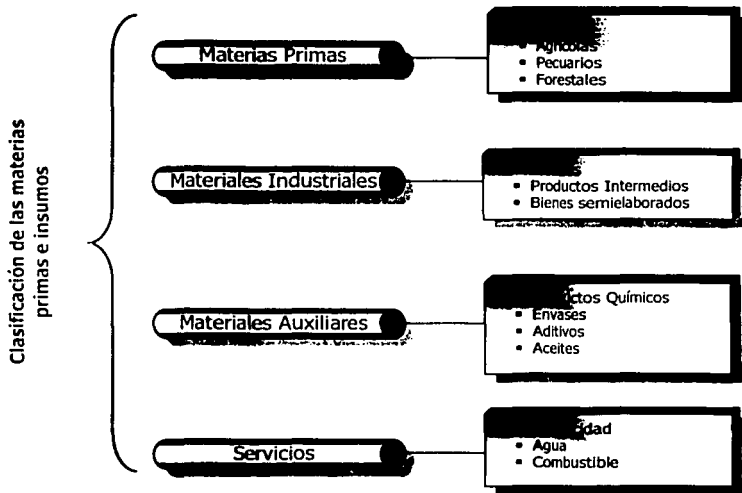


Figura 1. Clasificación de las materias primas.



Para producir un bien o servicio que cumpla las especificaciones y normas de calidad requeridas por el mercado demandante, es necesario seleccionar cuidadosamente las materias primas e insumos que intervendrán en la fabricación del producto. Las materias primas son una parte fundamental para determinar los costos de producción del bien o servicio en cuestión y además permiten tener información sobre si requieren o no de algún otro proceso o servicio para su utilización.

Los requerimientos cuantitativos de materia prima e insumos están determinados por el programa de producción y por el porcentaje de utilización de la capacidad instalada. El programa de producción determina las cantidades y periodicidad de abastecimiento de materias primas e insumos.

La factibilidad de un proyecto de inversión depende en gran medida de la disponibilidad de las materias primas.

## **2. Localización del proyecto**

Es importante determinar la ubicación más adecuada para que el proyecto tenga mayores ventajas, es decir, encontrar la mejor opción de ubicación que cubra las exigencias y requerimientos del proyecto y que minimice los costos y gastos del período productivo del proyecto.

La selección de las alternativas de ubicación se realiza en dos etapas. En la primera etapa llamada de macro-localización, se analiza y decide la zona en la que se debe localizar la planta de producción o central de servicio; y en la segunda etapa llamada de micro-localización, se hace el análisis considerando los costos, topografía y servicios, con el fin de elegir el mejor sitio.

Muchas veces la localización está totalmente predeterminada, como es el caso de la silvicultura, la agricultura, la industria petrolera, hidroeléctrica, entre otros.

La etapa de macro-localización está dirigida a la búsqueda de ubicación del proyecto en una cierta área considerando el mercado objetivo, las fuentes de materias primas, disponibilidad de mano de obra y la infraestructura física y de servicio.

**a. El mercado y las fuentes de materia prima:** se trata de conocer si la industria queda cerca de las materias primas o del mercado objetivo. Es por eso que se habla de industrias orientadas al mercado y empresas orientadas a los insumos. Aquí es donde los costos de transporte se convierten en un condicionante de la ubicación.

**b. Disponibilidad de la mano de obra:** es necesario determinar los diversos tipos de mano de obra y su disponibilidad, así como investigar los sueldos y salarios de las posibles regiones de localización. Todo esto tiene una repercusión directa en los costos de la empresa y aun más si la mano de obra que se requiere es altamente calificada o especializada.

**c. Infraestructura:** Los elementos que integran la infraestructura mínima requerida para la ubicación del proyecto son: las fuentes de suministro de agua, facilidad para la eliminación de desechos, disponibilidad de energía eléctrica y combustible y servicios públicos diversos entre otros. La infraestructura es la parte medular de la producción.

Los factores antes mencionados son algunos de los más importantes que deben ser considerados para la localización en la puesta en marcha de un proyecto de producción de un bien o servicio.

### 3. Dimensión o tamaño del proyecto.

El tamaño de un proyecto está definido por su capacidad física o real de producción de bienes o servicios, durante un período de operación, que se considera normal para las condiciones y tipo de proyecto de que se trata.

La demanda por satisfacer es uno de los factores que condicionan el tamaño de un proyecto. Se debe cuidar que por lo menos la demanda sea superior al punto de equilibrio del proyecto, es decir, que la oferta no supere en mucho a la demanda, ya que incurriríamos en un gasto si nuestro producto no tiene el éxito que se esperaba.

#### a. Definición de las diferentes capacidades de producción.

- ◆ **Capacidad de diseño o teórica instalada:** es el total de artículos estandarizados en condiciones ideales de operación, por unidad de tiempo.
- ◆ **Capacidad del sistema:** es la producción máxima de un artículo específico o una combinación de productos que el sistema de producción puede generar por unidad de tiempo.
- ◆ **Capacidad real:** Promedio que alcanza una empresa en un lapso determinado, teniendo en cuenta todas las posibles contingencias que se presentan en la producción de un artículo por unidad de tiempo.
- ◆ **Capacidad utilizada:** es la producción real conforme a las condiciones que dicta el mercado y que puede ubicarse como máximo en los límites técnicos o por debajo de la capacidad real.
- ◆ **Capacidad ociosa:** Es la diferencia hacia abajo entre la capacidad empleada y la real.

#### **4. Estudio de ingeniería del proyecto.**

El objetivo de este estudio es aportar información útil que permita determinar la viabilidad técnica del proyecto, mediante la descripción del producto, el proceso de producción, costos de producción, los tipos de sistemas de información necesarios, la descripción del proceso seleccionado y sus diagramas de flujo, entre otros que incluyen la descripción de los tiempos, necesidades materiales y económicas durante el proceso de implantación del proyecto.

#### **D. La Programación Lineal, un Método de Apoyo en la Toma de Decisiones.**

Sabemos que en la administración de las empresas se dispone de mano de obra, dinero, maquinaria, insumos, etc., cuyo suministro es limitado. Si esos recursos fueran ilimitados, no tendríamos la necesidad de usar herramientas matemáticas y especialmente el Actuario hace uso de la programación lineal para la optimización de esos recursos.

Por lo anterior es que los actuarios deben enfocar sus esfuerzos en encontrar la mejor asignación de sus recursos, con el fin de aumentar al máximo las ganancias, la eficiencia y la efectividad de las empresas, y con ello hacerlas más competitivas. Es por esto que el Actuario ayuda a seleccionar la mejor alternativa de distribución y asignación de los recursos.

La programación lineal es una herramienta que usan los actuarios y puede definirse como: una técnica matemática aplicada para determinar la mejor asignación teórica de recursos limitados de la empresa. Si lo vemos desde un

punto más técnico matemático, podemos definirla como: el método para solucionar problemas en la que se tiene un función objetivo (utilidad, costos, cantidad de recursos a usar, etc.) que debe maximizarse o minimizarse cuando se consideran ciertas restricciones.

La programación lineal es uno de los instrumentos de la administración para buscar las soluciones de los problemas de acuerdo con los objetivos claramente definidos de la empresa. Independientemente del uso que le demos a la programación lineal, se necesitan cinco requerimientos básicos para poder aplicarla en la solución de problemas.

**Primer requerimiento:** definir claramente una función objetivo en forma matemática.

**Segundo requerimiento:** debe haber otros cursos alternativos de acción. Por ejemplo, puede ser posible hacer una selección entre el empleo de diversas combinaciones de fuerza de trabajo y maquinaria automática, o es posible asignar la capacidad de manufactura en una proporción de 50:50 o cualquiera otra para la manufactura de dos productos de una empresa.

**Tercer requerimiento:** se exige que los objetivos de la empresa y sus restricciones se expresen como ecuaciones o desigualdades lineales. La linealidad es un término matemático que se usa para la descripción de sistemas de ecuaciones simultáneas de grado uno, que satisfagan tanto a la función objetivo como a las restricciones.

**Cuarto requerimiento:** las variables del problema deben estar interrelacionadas.

**Quinto requerimiento:** consiste en que haya un suministro limitado de recursos.

## E. El Arte de Formular Modelos de Programación Lineal.

Formular cualquier modelo cuantitativo significa seleccionar los elementos importantes de los problemas y definir como se relacionan. Para los problemas de la vida real esta no es una tarea fácil ya que envuelve una serie de juicios y rutas que seguir en un proceso y errores. Es más un arte que seguir un proceso sistemático.

Hay algunos pasos que nos pueden ayudar en la formulación de un modelo de programación lineal y estos son:

1. Definir en términos verbales el objetivo que se está tratando de alcanzar en la solución del problema. Se debe seleccionar un solo objetivo. Por ejemplo, reducir costos o incrementar los beneficios de la utilidad.
2. Listar verbalmente las decisiones que están por tomarse y que sean tan específicas como se pueda.
3. Listar verbalmente las restricciones que afectan estas decisiones. Tratando de ser precisos. Hay una gran cantidad de restricciones que se pueden presentar en la solución de nuestro problema y se listan a continuación.
  - ◆ *Restricciones de capacidad.* Estas son limitantes por causa de cantidad de equipo, espacio, o personal disponible y las relacionadas con el tiempo disponible de las máquinas.
  - ◆ *Restricciones del mercado.* Se relacionan con la cantidad de producto que puede ser vendido o usado.

- *Restricciones de calidad.* Estas son restricciones que ponen límites en mezclas de ingredientes, usualmente definidas en la calidad de producción de un producto.
  - *Restricciones de balance de material.* Son restricciones definidas por la producción en donde algunos procesos están en función de los insumos.
  - *Restricciones por definición.* Son aquellas que definen una variable determinada, a menudo dichas restricciones provienen de la contabilidad.
4. Definir específicamente las variables de decisión. Esta es una tarea difícil, ya que lo que se necesita es una lista de variables: que son las X's con su definición respectiva y unidades de medida.
  5. Definir específicamente las restricciones, usando las variables de decisión. Se toma la lista de restricciones definidas verbalmente en el paso 3 y se usan las variables de decisión del paso 4 para construir una serie de restricciones detalladas.
  6. Definir la función objetivo en detalle. Para cada variable de decisión del paso 4, se debe definir un coeficiente de costo o beneficio.

De lo anterior se desprenden las diferentes formas en que se puede plantear un problema de programación lineal que, como ya vimos, consiste en la maximización o minimización de una función lineal de varias variables, sujeta a restricciones lineales sobre los mismas variables. Una forma muy particular, es la llamada *forma estándar*.

La forma estándar de un problema de programación lineal es:

$$\text{Minimizar (maximizar) } Z = CX$$

Sujeto a:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \dots + a_{1n}x_n = b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + \dots + a_{2n}x_n = b_2$$

-----

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + a_{m3}x_3 + \dots + a_{mn}x_n = b_m$$

$$x_1 \geq 0; x_2 \geq 0; x_3 \geq 0; \dots x_n \geq 0$$

En donde los coeficientes  $a_{ij}$ ,  $b_i$ , y  $c_j$  son números reales, y  $x_i$ ,  $i=1, \dots, n$  son las variables a determinar.

La forma compacta y usual de escribir el problema es:

$$\text{Minimizar (maximizar) } Z = cx$$

Sujeto a:

$$Ax = b$$

$$x \geq 0$$

Donde:

A = matriz de  $n \times m$ .

c = vector hilera de  $n$  componentes.

b = vector columna de  $m$  componentes.

x = vector columna de  $n$  variables.

Cabe señalar que todo problema de programación lineal puede escribirse en la forma estándar.



## F. Dualidad

En algunos casos es más sencillo solucionar el problema por medio de lo que se denomina el *Problema Dual*, que no es otra cosa que la representación matemática simétrica al problema original (Primal). Cabe señalar algunas reglas respecto a los problemas duales.

- Si el problema original es de minimización su correspondiente dual es de maximización, y viceversa.
- El dual tiene tantas variables duales como restricciones tiene el problema primal, y viceversa.
- Una variable dual es no-restringida si la restricción asociada en el problema primal se debe cumplir con estricta igualdad, y viceversa.

Algunos ejemplos son:

| Min Z = cx |        |   | Max z = λb |                  |
|------------|--------|---|------------|------------------|
| Sujeto a:  |        | → |            |                  |
|            | Ax = b |   |            | λA ≤ c           |
|            | x ≥ 0  |   |            | λ no restringida |

| Min Z = cx |        |   | Max z = λb |        |
|------------|--------|---|------------|--------|
| Sujeto a:  |        | → |            |        |
|            | Ax ≥ b |   |            | λA ≤ c |
|            | x ≥ 0  |   |            | λ ≥ 0  |

| <b>Ejemplo 3</b> |  | <b>Primal</b>                  | <b>Dual</b>                            |
|------------------|--|--------------------------------|--|
|                  |  | <b>Min <math>Z = cx</math></b> | <b>Max <math>z = -\lambda b</math></b> |
| Sujeto a:        |  | $Ax \leq b$                    | $-\lambda A \leq c$                    |
|                  |  | $x \geq 0$                     | $\lambda \geq 0$                       |

El método de solución gráfica de la programación lineal sólo puede usarse cuando no hay más de tres variables, porque no podemos visualizar más de tres dimensiones.

Este método es simple y sencillo, ya que la solución se obtiene de manera visual al graficar las ecuaciones de las restricciones y encontrando los nodos o puntos de intersección entre dichas ecuaciones. Al evaluar estos puntos en la función objetivo, podemos identificar la solución óptima del modelo según sea el caso (máximo o mínimo).

Por último, es importante decir que la complejidad de un modelo de programación lineal se centra en el planteamiento del problema y la determinación de la variables de decisión y no en la búsqueda de la solución, ya que existen softwares que se encargan de encontrar la solución óptima a cualquier problema de programación lineal, siempre y cuando el planteamiento sea el correcto.

Con un ejemplo sencillo se espera aclarar lo anterior mediante el planteamiento del problema de programación lineal y su solución mediante **Excel-Solver**<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Es una herramienta de Excel que se utiliza para encontrar la solución óptima de cualquier problema de programación lineal.

**Ejemplo:**

David, Diana y Lidia son compañeros de ventas y trabajadores en una compañía que produce relojes finos. David y Diana trabajan un máximo de 40 horas por semana cada uno en la compañía, mientras que Lidia trabaja un máximo de 20 horas por semana.

La compañía hace dos diferentes tipos de relojes: Los relojes son del tipo antiguo y el otro es de pared. Para hacer un reloj, David (ingeniero mecánico) ensambla las partes mecánicas internas de los relojes mientras que Diana (ebanista) hace los cajones labrados en madera para meter la maquinaria de los relojes. Lidia se encarga de las órdenes y el envío de los relojes.

El total de tiempo que se requiere para cada una de estas tareas se muestra en la siguiente tabla.

| <i>Tareas</i>              | <i>Tiempo Requerido</i>   |                       |
|----------------------------|---------------------------|-----------------------|
|                            | <i>Reloj tipo antiguo</i> | <i>Reloj de pared</i> |
| Ensamble del mecanismo     | 6 horas                   | 4 horas               |
| Cajones labrados en madera | 8 horas                   | 4 horas               |
| Ordenes y envíos           | 3 horas                   | 3 horas               |

Cada uno de los relojes tipo antiguo construido y enviado devuelve una utilidad de \$300 unidades monetarias (UM), mientras que cada reloj de pared da \$200 UM.

Lo que quieren saber los tres compañeros, es cuánto se debe producir de cada reloj por semana para maximizar la utilidad total de la empresa.

## Solución

*El primer paso es plantear el modelo de programación lineal determinando el objetivo y las variables de decisión.*

Tenemos un problema en el que se desea saber cuantos relojes del tipo antiguo y de pared se deben a producir de acuerdo a las restricciones de tiempo disponible por trabajador a la semana y los tiempos de producción que cada uno de los trabajadores emplea en su tarea respectivamente, con el fin de optimizar la producción y maximizar sus utilidades.

Con lo anterior tenemos claro que el objetivo es maximizar la utilidad mediante la producción y venta óptima de los dos tipos de reloj. Entonces procedemos a definir las variables y restricciones:

### Variables

**Z** = Utilidad obtenida por la producción y venta de relojes

**X<sub>1</sub>** = No. de relojes tipo antiguo por construir (Producto A)

**X<sub>2</sub>** = No. de relojes de pared por construir (Producto B)

### Restricciones

1. El tiempo de ensamble de la maquinaria de los relojes esta limitada a 40 horas semanales, ya que es el máximo de horas que David trabaja a la semana.
2. El tiempo de labrado de las cajas de madera para los relojes esta limitada a 40 horas, ya que es el máximo de horas que Diana trabaja a la semana.
3. El tiempo para la toma de órdenes y envíos esta limitado a 20 horas, ya que es el máximo de horas que Lidia trabaja a la semana.

De lo anterior formulamos el modelo de programación lineal para este problema.

$$\text{Maximizar } Z = \$300 X_1 + \$200 X_2$$

$$6X_1 + 4X_2 = 40 \quad \text{Restricción del tiempo de ensamble de la maquinaria de los relojes.}$$

$$8X_1 + 4X_2 = 40 \quad \text{Restricción del tiempo de labrado de las cajas de madera.}$$

$$3X_1 + 3X_2 = 20 \quad \text{Restricción del tiempo de órdenes y envío.}$$

$$X_1, X_2 > 0$$

Una vez que tenemos el modelo, podemos hacer uso del SOLVER para encontrar la solución óptima, como se muestra.

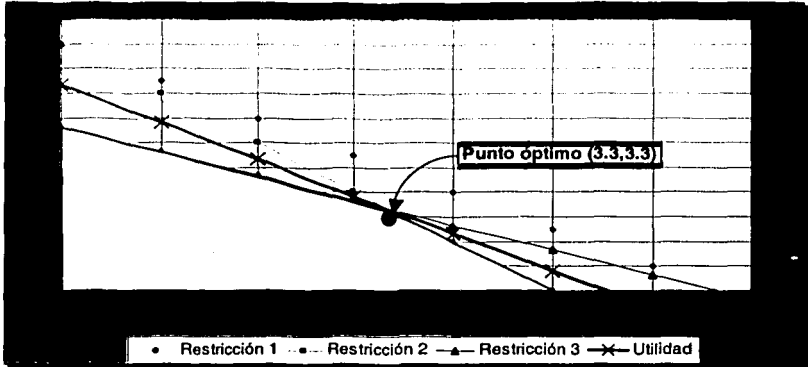
| Tareas                         | Reloj tipo antiguo (A) | Reloj de Pared (B) | horas tarea X cantidad                              |    | Horas disponibles |
|--------------------------------|------------------------|--------------------|---|----|-------------------|
| 1. Ensamble mecánico por reloj | 6                      | 4                  | (Cantidad_1)(A) + (Cantidad_2)(B)                   | <= | 40                |
| 2. Labrado de madera           | 8                      | 4                  | (Cantidad_1)(A) + (Cantidad_2)(B)                   | <= | 40                |
| 3. Ordenes y Embarque          | 3                      | 3                  | (Cantidad_1)(A) + (Cantidad_2)(B)                   | <= | 20                |
| Utilidad por producto          | \$300                  | \$200              | (Cantidad_1)(utilidad_A) + (Cantidad_2)(utilidad_B) |    |                   |
| Cantidad                       | 0                      | 0                  |   |    |                   |

Una vez que SOLVER realiza todas las interacciones posibles nos da un posible mejor resultado.

| Tareas                      | Reloj tipo antiguo | Reloj de Pared | horas tarea X cantidad por producir |    | Horas disponibles |
|-----------------------------|--------------------|----------------|-------------------------------------|----|-------------------|
| Ensamble mecánico por reloj | 6                  | 4              | 30.0                                | <= | 40                |
| Labrado de madera           | 8                  | 4              | 36.0                                | <= | 40                |
| Ordenes y Embarque          | 3                  | 3              | 18.0                                | <= | 20                |
| Utilidad                    | \$300              | \$200          | \$1,500                             |    |                   |
| Solución Óptima (Cantidad)  | 3                  | 3              |                                     |    |                   |

Lo anterior lo podemos comprobar mediante el método gráfico que nos permite ver de forma clara la solución óptima al problema. La gráfica muestra el área de

solución al problema planteado y se señala el punto que hace óptima a la función objetivo.



**Gráfica 1: Aplicación del método gráfico al problema de programación lineal.**

Como se vio antes en este punto la función adquiere su valor máximo (\$1,500 UM). Los valores de la solución óptima se redondearon a 3 ya que estamos hablando de productos terminados.

SOLVER no sólo encuentra la solución óptima, sino que también hace un análisis de sensibilidad y determina hasta cuanto pueden incrementar o decrementar nuestras variables. Supongamos que deseamos obtener mayor utilidad de los relojes tipo antiguo y en lugar de esperar \$300 UM de utilidad deseamos \$375 UM por reloj.

La siguiente tabla es el resultado que arrojó el análisis de sensibilidad hecho por SOLVER en donde podemos ver claramente que la máxima utilidad que podemos esperar de un reloj tipo antiguo es de \$400 UM y lo menos que podríamos obtener

serían \$200 UM, así que la suposición anterior de recibir \$375 UM por reloj antiguo no esta lejos de la realidad.

| <b>Nombre</b>      | <b>Valor<br/>Igual</b> | <b>Utilidad<br/>por reloj</b> | <b>Aumento<br/>permisible</b> | <b>Decremento<br/>permisible</b> |
|--------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| Reloj tipo antiguo | 3                      | 300                           | 100                           | 100                              |
| Reloj de pared     | 3                      | 200                           | 100                           | 50                               |

---

## Estudio Financiero

### A. Objetivo

El **Estudio Financiero** representa la última etapa de la evaluación de proyectos. El objetivo de este capítulo es proporcionar los conceptos básicos y el proceso que se sigue para poder realizar el estudio financiero, así como el de mostrar que el amplio conocimiento que el Actuario posee en el ramo de las finanzas, es el motivo por el cual tiene plena participación en esta última etapa de la evaluación de proyectos.

### B. ¿Qué es el estudio financiero?

El estudio financiero es la última etapa en la evaluación de proyectos en donde se sistematiza la información cuantitativa y financiera. El estudio consiste en ordenar y sintetizar todos los elementos de inversión, costos, gastos e ingresos que puedan deducirse como resultado de los estudios anteriores y algunos otros que no se hayan considerado.

Debido a que se puede incurrir en errores se pretende evaluar un proyecto en un plazo fijo, se adopta como norma que un proyecto debe evaluarse a diez años. No todos los proyectos que resulten rentables deben ponerse en marcha de inmediato, aun cuando existan los recursos necesarios, ya que en algunos casos existe la posibilidad de maximizar su rentabilidad si se posterga su iniciación.



El estudio financiero no sólo consiste en determinar si el proyecto es o no rentable, debe servir para discernir entre alternativas de acción para poder estar en condiciones de recomendar la aprobación o rechazo del proyecto en virtud de poder tener una operación en el grado óptimo de su potencialidad real.

### C. Análisis de estados financieros

Podemos empezar por conocer la información básica que se puede extraer de los estados financieros; *balance general*, *capital de trabajo*, *estado de resultados* y *flujo de efectivo*.

- El **balance general** es como una fotografía instantánea del valor contable de la empresa en una fecha determinada, como si la empresa quedara inmóvil momentáneamente. El balance general tiene dos lados: en el izquierdo aparecen los activos y en el derecho los pasivos y el capital. En el balance general se manifiestan las posesiones de la empresa y la manera en que éstas se financian. La definición contable que sirve como fundamento del balance general y que lo describe es:

$$\text{Activos} = \text{Pasivos} + \text{Patrimonio}$$

Los pasivos y el patrimonio de los accionistas se listan en el orden en que deben pagarse.

- El **estado de resultados** mide el beneficio en un período específico de tiempo, digamos, un año. La definición contable del beneficio es:

$$\text{Ingresos} - \text{Gastos} = \text{Beneficio}$$

- El **capital de trabajo neto** es la diferencia entre los activos circulantes menos los pasivos circulantes (exigible a corto plazo).
- El **flujo de efectivo o flujo de caja real** (figura 1) es el documento más importante que se pueda extraer de los estados financieros. Este ayuda a explicar el cambio en el efectivo contable y los equivalentes. Hay que decir que el flujo de caja no es lo mismo que el capital de trabajo neto, la estructura del flujo de efectivo es de la siguiente forma:

| <b>FLUJO DE EFECTIVO</b>                        |  |
|---|--|
| Ingresos por ventas                             |  |
| - Costos de ventas                              |  |
| - Gastos administrativos, generales y de ventas |  |
| - Depreciación                                  |  |
|   | <b>= UTILIDAD DE OPERACIÓN</b>                   |
| + Otros ingresos                                |  |
|   | <b>= UTILIDAD ANTES DE INTERESES E IMPUESTOS</b> |
| + Depreciación                                  |  |
| - Impuestos                                     |  |
|   | <b>= FLUJO DE EFECTIVO OPERATIVO</b>             |
| - Adquisición de activos fijos                  |  |
| + Venta de activos fijos                        |  |
| ± Capital de trabajo neto                       |  |
|   | <b>= FLUJO DE EFECTIVO</b>                       |

Figura 1. Forma de cálculo del flujo de efectivo

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Para el análisis de los estados financieros nos encontramos con una serie de las llamadas razones financieras que nos dan información sobre el estado actual de la empresa, como:

- ♦ **Solvencia a corto plazo:** Es la capacidad de la empresa para cumplir sus obligaciones a corto plazo.

Las razones de solvencia a corto plazo miden la capacidad de la empresa para pagar sus obligaciones financieras corrientes (es decir, pagar sus cuentas).

$$\text{Razón de liquidez} = \frac{\text{Total de activos circulantes}}{\text{Total de pasivos circulantes}}$$

$$\text{Razón de la prueba rápida} = \frac{\text{Activos rápidos}}{\text{Total de pasivos circulantes}}$$

- ♦ **Actividad:** Es la capacidad de la empresa para controlar su inversión de activos.

Las razones de actividad sirven para medir la eficiencia en la gestión de los activos de la empresa.

$$\text{Razón de rotación del activo} = \frac{\text{Total de Ingresos operativos}}{\text{Total de activos}}$$

$$\text{Razón de rotación de las cuentas por cobrar} = \frac{\text{Total de Ingresos operativos}}{\text{Cuentas por cobrar}}$$

$$\text{Rotación de existencias} = \frac{\text{Costo de las mercancías vendidas}}{\text{Existencias}}$$

$$\text{Permanencia media del stock sobre existencias} = \frac{\text{días por periodo}}{\text{Rotación de existencias}}$$

- ◆ **Apalancamiento financiero;** se relaciona con la dependencia que una empresa tiene de la financiación con endeudamiento más que con capital. Las medidas de apalancamiento financiero son instrumentos para determinar la probabilidad de incumplimiento de los contratos de deuda.

El aspecto positivo de la deuda es que es una forma importante de financiación y ofrece una ventaja tributaria significativa porque los pagos de intereses son deducibles de impuestos.

$$\text{Razón de endeudamiento} = \frac{\text{Deuda total}}{\text{Total de activos}}$$

$$\text{Razón de deuda - capital} = \frac{\text{Deuda total}}{\text{Total de capital}}$$

$$\text{Multiplicador de capital} = \frac{\text{Total de activos}}{\text{Total de capital}}$$

- ◆ **Rentabilidad;** Hasta qué punto una empresa es rentable.

$$\text{Margen de beneficio neto} = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Total de ingresos operativos}}$$

$$\text{Margen de beneficio bruto} = \frac{\text{Utilidad antes de interes e impuestos}}{\text{Total de ingresos operativos}}$$

## D. Modelos de rentabilidad financiera

Para poder realizar el estudio financiero el Actuario utiliza los modelos de rentabilidad financiera (MRF). El MRF es una proyección de Inversiones, gastos, ingresos y parámetros financieros de un proyecto.

Estos modelos se usan para:

- Pronosticar niveles de rentabilidad financiera y otros parámetros financieros de interés.
- Para entender cómo la rentabilidad se ve afectada por cambios en volumen, precios y costos, a lo que se llama: *análisis de sensibilidad*.

Las razones por las que un Actuario necesita calcular la rentabilidad financiera son: conocer si la inversión en un negocio nos va a suministrar un mayor retorno de beneficios, que dejar los fondos en donde están y comparar el retorno de dos o más alternativas de inversión.

Entre los parámetros que más usa el Actuario para determinar la rentabilidad financiera de un proyecto se encuentran: el *Valor Presente Neto (VPN)* y la *Tasa Interna de Retorno (TIR)*.

### 1. Valor Presente Neto

El valor presente neto (VPN) tiene como objetivo calcular el importe de capital que, invertido durante cierto plazo a una tasa de interés dada, sea suficiente para producir un monto determinado y desde el punto de vista de la evaluación de un proyecto, el VPN es el valor de una inversión medida en dinero el día de hoy, es decir, es el equivalente en unidades monetarias (UM) actuales de todos los ingresos y egresos, presentes y futuros, que constituyen el proyecto.

En otras palabras, el VPN es el valor en el año 0 de una serie de flujos anuales de efectivo generados por un negocio, si se descuentan usando una tasa de interés equivalente al costo de oportunidad del capital, la cual se le da el nombre de *tasa de descuento* (ver figura 2).

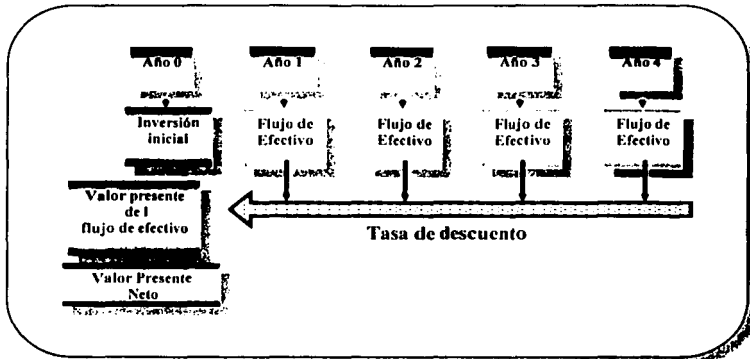


Figura 2. Interpretación Gráfica del VPN.

El *costo de oportunidad* o *valor de oportunidad* es el valor de las cosas que proviene de la riqueza futura que pueden generar para nosotros, que en última instancia, es el valor relevante que tiene un recurso. Desde la concepción contable, es el valor de las cosas que guarda una relación directa con su precio y desde un punto de vista financiero, es la tasa promedio de interés que puede obtenerse del ahorro o pagada por una entidad financiera.

El VPN puede asumir un valor positivo, nulo o negativo y dependiendo de estos resultados podemos llegar a tomar una decisión de aceptación o rechazo del proyecto (Ver figura 3).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

VPN < 0 el proyecto no es atractivo  
VPN = 0 es indiferente  
VPN > 0 el proyecto es atractivo

**Figura 3. Reglas de aceptación**

Si el VPN es **negativo** no es conveniente invertir en ese negocio o representa lo que nos cuesta comprometernos en el proyecto o lo que estamos dispuestos a pagar para que otro lo lleve a cabo en nuestro lugar.

Si el VPN es igual a cero entonces existe indiferencia, es decir, no nos cuesta nada ni ganamos nada.

Si el VPN es **positivo**, representa las ganancias extraordinarias que genera el proyecto.

Es importante decir que el VPN depende de la tasa de interés que se usa para calcularlo, ya sea que se haga sobre una tasa de interés simple o compuesto.

- El *interés simple* se caracteriza porque los intereses causados y no retirados, no ganan interés.
- El *interés compuesto* se caracteriza porque los intereses causados y no retirados, ganan interés.

Con el siguiente ejemplo se aclara el significado del valor presente neto del cual podremos deducir de manera inmediata, el procedimiento del cálculo.

**Ejemplo:**

Una pequeña empresa compra dos vehículos utilitarios en \$80,000 UM cada uno y se sabe que cada unidad produce \$48,000 UM de utilidad durante los próximos dos años; al final de este período los vende en \$50,000 UM cada uno.

¿Si la tasa de interés de oportunidad en este caso es del 20% anual, que tan buen negocio resulta para la empresa comprar estos automóviles?

Lo primero que hacemos es la representación gráfica de los flujos que se ve en la figura 4.

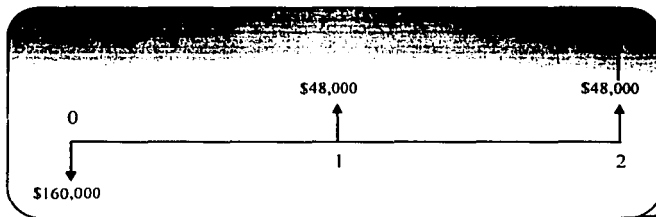


Figura 4. Flujos de dinero.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Aplicando el VPN debemos obtener en el momento cero el equivalente de todas y cada una de las sumas, egresos e ingresos, que constituyen el proyecto de inversión.

Tenemos un egreso de \$160,000 UM en el año cero y posteriormente ingresos de \$96,000 UM en los siguientes dos años, más un ingreso extra de \$100,000 por la venta de los automóviles al final de los dos años.



El cálculo del VPN queda de la siguiente forma:

$$\text{VPN} = -\$160,000 + \$96,000(1+0.20)^{-1} + \$96,000(1+0.20)^{-2} + \$100,000(1+0.20)^{-2}$$

$$\text{VPN} = -\$160,000 + \$96,000(1.528) + \$100,000(0.694)$$

$$\text{VPN} = \$56,108.8 \approx \$56,109$$

En este ejemplo podemos ver que el resultado es positivo, lo que indica que el proyecto es atractivo y que es conveniente que la empresa invierta en la compra de esos dos automóviles.

Siguiendo este principio tenemos que para  $t$  periodos la fórmula del VPN es como sigue:

$$= + \sum_{t=1}^n \left[ \frac{S_t}{(1+i)^t} \right]$$

Donde:

VPN = Valor presente neto.

$S_0$  = Inversión inicial.

$S_t$  = Flujo de efectivo neto del período  $t$ .

$n$  = Número de períodos de la vida del proyecto.

$i$  = Tasa de recuperación mínima atractiva (TREMA).

Cabe aclarar que  $S_0$  es un valor que tiene signo negativo, ya que representa un desembolso que se hace al inicio del período.

La TREMA la podemos definir en la figura 4.

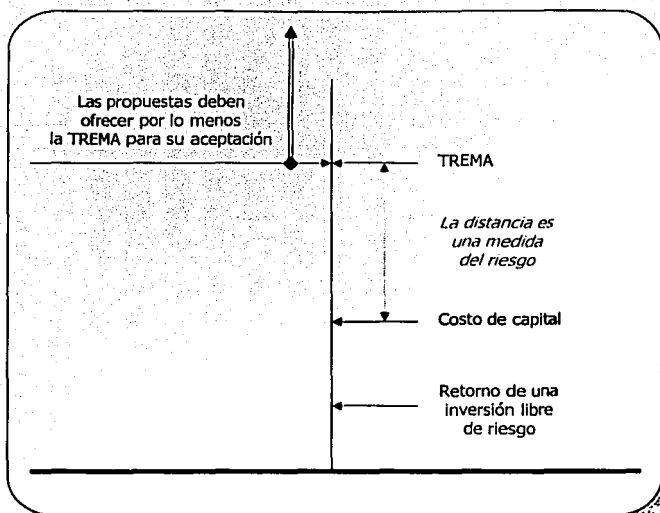


Figura 5. Concepto básico de la TREMA

## 2. ¿Qué es la TIR?

La tasa de interés que produce un VPN igual a cero es una medida de rentabilidad adecuada. Como se trata del interés que ganan los flujos de dinero que permanecen en el proyecto, se le da el nombre de tasa interna de rentabilidad, o simplemente TIR.

En otras palabras la TIR es una tasa de interés que descuenta una serie de flujos anuales de tal manera que el VPN (en el año cero) de la serie sea igual a la

inversión inicial. La TIR debe ser mayor que el costo de oportunidad del capital más un factor de riesgo (Ver figura 4).

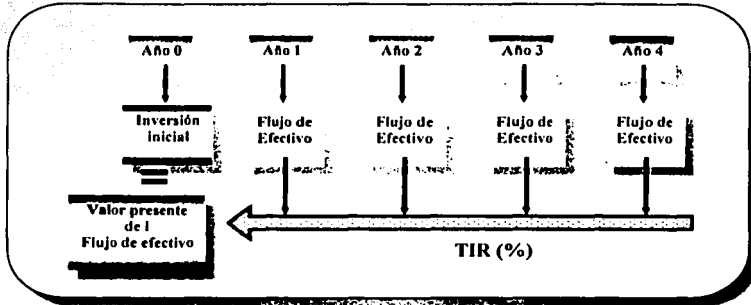


Figura 6. Interpretación gráfica de la TIR.

#### a. Las bases matemáticas en que se fundamenta la TIR

En términos generales podemos describir un proyecto de inversión como una sucesión de sumas de dinero ubicadas en el horizonte de tiempo, que pueden tener signo positivo, negativo o que pueden ser nulas. Si  $Q_j$  es la cantidad que aparece al final del periodo  $j$  y que puede ser cualquier número inferior, igual o superior a cero, entonces cualquier proyecto se puede representar de manera tal como se muestra en la figura 7.

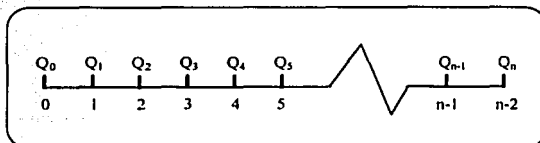


Figura 7. Representación flujos de dinero.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La expresión que obtendríamos de calcular el valor presente de este flujo quedaría representado por:

$$VPN = \sum_{j=0}^n \left[ \frac{1}{1+i} \right]^j Q_j$$

Para encontrar la TIR lo que en realidad tenemos que hacer es buscar el valor de  $i$  que hace igual a cero la suma.

Pero como esta suma no es otra cosa que un polinomio de grado  $n$  donde la incógnita es  $\left( \frac{1}{1+i} \right)$ , la TIR resulta ser una de las raíces positivas de tal polinomio.

La regla de Descartes indica que todo polinomio de grado  $n$  tiene un número de raíces igual a su grado y aunque muchas de ellas coinciden, existe un máximo de raíces diferentes, igual a la cantidad de veces que se producen cambios de signo entre miembros sucesivos del polinomio. Si tenemos un proyecto de inversión en el cual todas las erogaciones anteceden a todos los ingresos, sólo surgirá un cambio de signo y existirá una sola raíz positiva, es decir, un valor único para la TIR.

El cálculo analítico de la TIR no es posible cuando  $n$  excede a 4. Es necesario acudir entonces a un proceso de búsqueda por aproximaciones sucesivas, que con ayuda de la computadora resulta una tarea fácil.

Aunque el VPN y la TIR son parámetros que ayudan a conocer la rentabilidad de un proyecto no siempre son correctos. El hecho de que estos parámetros sean correctos depende mucho de la cantidad de información que se tiene y de la forma en la que el evaluador la interpreta en forma de flujos de dinero.

### 3. Flujos de efectivo.

Para evaluar una inversión propuesta, deben cuantificarse los cambios en los flujos de efectivo presentes y futuros de la empresa, así como determinar si agregan o no valor a la empresa. El primer paso es identificar qué flujos de efectivo son relevantes y cuáles no lo son.

Un flujo de efectivo relevante de un proyecto es un cambio en el flujo de efectivo futuro global de la empresa como consecuencia directa de la decisión de realizar ese proyecto; a estos flujos se les denomina *Flujos de efectivo incrementales* asociados con el proyecto.

Cualquier flujo de efectivo que ocurra, independientemente de la realización o no de un proyecto, no es relevante.

#### a. Errores al decidir si un flujo de efectivo es incremental.

*Costos "Hundidos":* Es un costo en el que ya se ha incurrido y que no se puede eliminar, es decir, es un costo que ya se ha pagado o que ya se ha establecido la obligación de pagarlo sin importar lo que ocurra con el proyecto. Por lo anterior entendemos que los costos hundidos no se deben tomar en cuenta en una decisión de inversión.

*Costos de oportunidad.* No es precisamente un desembolso que la empresa tenga que hacer, este costo se refiere más bien a una alternativa valiosa a la que se renuncia si se lleva a cabo una inversión en particular.

*Efectos colaterales (erosión):* Son flujos de efectivo de un nuevo proyecto que se generan a expensas de proyectos ya existentes de la empresa.

*Capital de trabajo neto.* La empresa suministra capital de trabajo al principio y lo debe recuperar hacia el final de la vida del proyecto. El capital de trabajo se puede parecer a un préstamo que se salda al final de la vida del proyecto.

*Costos de financiamiento.* Es una decisión de la administración, por lo tanto, se deberá analizar por separado. Lo importante es el VPN que genera el proyecto sin deuda.

### **b. Consideraciones adicionales**

Existen aspectos que también deben ser considerados. Lo primero es cuantificar el flujo de efectivo con el propósito de medirlo cuando realmente ocurra y no cuando se acumula en un sentido contable (Virtual). Lo segundo es que siempre debemos centrarnos en el flujo de efectivo después de impuestos, ya que representan una salida de efectivo real. Es por eso que al identificar los flujos incrementales se tiene que hacer referencia a flujos incrementales después de impuestos.

### **e. Análisis de sensibilidad**

El análisis de sensibilidad es una variación del análisis de escenarios múltiples, útil para determinar con exactitud las variables en las que el riesgo de pronóstico es especialmente alto.

La idea básica del análisis de sensibilidad es fijar todas las variables excepto una y establecer con ello el grado de sensibilidad que presenta el VPN estimado ante los cambios en esa determinada variable. Si el VPN estimado resulta ser muy sensible a cambios relativamente pequeños, hay que tener mucho cuidado, ya que el riesgo de pronóstico relacionado con esa variable es muy alto.

**Caso: Productos Eléctricos ARGOS, S.A.**

En Productos Eléctricos ARGOS, S.A. se ha desarrollado un nuevo producto (caja de contactos para la toma de corriente que tiene una mayor resistencia y son mas seguros) y el director general de la empresa desea saber si es factible fabricarlo y comercializarlo.

Después de realizar diversos estudios de mercado con base en lo visto este trabajo (capítulo 2) y posteriormente hacer los pronósticos de venta (capítulo 3) del producto, la tabla 1 plantea los pronósticos de venta y posibles precios, así como los ingresos esperados en cada año .

| <i>AÑO</i> | <i>VENTAS<br/>(miles)</i> | <i>PRECIO<br/>DE VENTA</i> | <i>INGRESOS<br/>(miles)</i> |
|------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 0          | -----                     | ----                       | -----                       |
| 1          | 3,000                     | \$15                       | \$45,000                    |
| 2          | 3,500                     | \$15                       | \$52,500                    |
| 3          | 4,000                     | \$18                       | \$72,000                    |
| 4          | 4,500                     | \$18                       | \$81,000                    |
| 5          | 4,500                     | \$18                       | \$81,000                    |
| 6          | 4,000                     | \$15.3                     | \$61,200                    |
| 7          | 4,000                     | \$15.3                     | \$61,200                    |
| 8          | 3,500                     | \$15.3                     | \$53,550                    |
| 9          | 3,500                     | \$15.3                     | \$53,550                    |
| 10         | 2,000                     | \$15.3                     | \$30,600                    |

Tabla 1. Pronósticos de venta

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Se ha calculado que el proyecto requerirá de un capital de trabajo neto inicial de \$1,500,000 UM. Una vez que se inicie el proyecto se estima que el capital de trabajo neto total al final de cada año será aproximadamente el 15% de las ventas del año (ver tabla 2).

| <b>INCREMENTOS AL<br/>CAPITAL DE TRABAJO</b><br>(cifras en miles) |                 |            |                   |
|---|-----------------|------------|-------------------|
| <b>AÑO</b>  | <b>INGRESOS</b> | <b>CTN</b> | <b>INCREMENTO</b> |
| <b>0</b>  |                 | \$1,500    |                   |
| <b>1</b>  | 45,000          | \$6,750    | \$5,250           |
| <b>2</b>  | 52,500          | \$7,875    | \$1,125           |
| <b>3</b>  | 72,000          | \$10,800   | \$2,925           |
| <b>4</b>  | 81,000          | \$12,150   | \$1,350           |
| <b>5</b>  | 81,000          | \$12,150   | \$0               |
| <b>6</b>  | 61,200          | \$9,180    | (\$2,970)         |
| <b>7</b>  | 61,200          | \$9,180    | \$0               |
| <b>8</b>  | 53,550          | \$8,033    | (\$1,148)         |
| <b>9</b>  | 53,550          | \$8,033    | \$0               |
| <b>10</b>   | 30,600          | \$4,590    | (\$3,443)         |

**Tabla 2. capital de trabajo**

También se han estimado los costos de producción y se determinó que el costo variable por unidad producida es de \$10 UM y los costos fijos totales son de \$10,000,000 UM anuales.

Para iniciar la producción se han hecho los estudios necesarios aplicando técnicas de programación lineal (capítulo 4) con el fin conocer y cuantificar los recursos necesarios para la producción. Una vez cuantificados los recursos se llegó al



siguiente resultado; es necesaria una inversión de \$25,000,000 UM (\$20,000,000 UM en equipo, \$2,500,000 UM en edificio, \$2,500,000 UM en terreno).

Se sabe que la vida útil del equipo es de 10 años (se debe suponer que valor al final de los 10 años es \$0 UM) y el edificio se depreciará a 20 años, ambos en forma lineal. Es decir, el equipo se deprecia a una tasa del 10% anual (ver tabla 3) y el edificio se deprecia a una tasa del 5% anual y como el proyecto lo estamos calculando en un horizonte de 10 años requerimos saber cual es el valor del edificio en el año 10 (ver tabla 4).

| <i>Depreciación Equipo (cifras en miles)</i> |                     |                              |
|--|---------------------|------------------------------|
| <i>Año</i>                                   | <i>Depreciación</i> | <i>Valor final en libros</i> |
| <b>1</b>                                     | \$2,000             | \$18,000                     |
| <b>2</b>                                     | \$2,000             | \$16,000                     |
| <b>3</b>                                     | \$2,000             | \$14,000                     |
| <b>4</b>                                     | \$2,000             | \$12,000                     |
| <b>5</b>                                     | \$2,000             | \$10,000                     |
| <b>6</b>                                     | \$2,000             | \$8,000                      |
| <b>7</b>                                     | \$2,000             | \$6,000                      |
| <b>8</b>                                     | \$2,000             | \$4,000                      |
| <b>9</b>                                     | \$2,000             | \$2,000                      |
| <b>10</b>                                    | \$2,000             | \$0                          |
|  | <b>\$20,000</b>     |                              |

**Tabla 3. Depreciación del equipo**

| <b>Depreciación Edificio (cifras en miles)</b> |                     |                              |
|--|---------------------|------------------------------|
| <b>Año</b>                                     | <b>Depreciación</b> | <b>Valor final en libras</b> |
| <b>1</b>                                       | \$125               | \$2,375                      |
| <b>2</b>                                       | \$125               | \$2,250                      |
| <b>3</b>                                       | \$125               | \$2,125                      |
| <b>4</b>                                       | \$125               | \$2,000                      |
| <b>5</b>                                       | \$125               | \$1,875                      |
| <b>6</b>                                       | \$125               | \$1,750                      |
| <b>7</b>                                       | \$125               | \$1,625                      |
| <b>8</b>                                       | \$125               | \$1,500                      |
| <b>9</b>                                       | \$125               | \$1,375                      |
| <b>10</b>                                      | \$125               | \$1,250                      |
|  | <b>\$2,500</b>      |                              |

**Tabla 4. Depreciación del edificio.**

Una vez que hemos calculado la depreciación del equipo, del edificio y conocemos el valor del terreno que de ante mano sabemos que no se deprecia, el siguiente paso es calcular el valor de rescate.

Por otro lado se ha determinado que el valor de mercado al final del periodo de 10 años para el equipo será del 10% de su costo y los edificios tendrán un valor de mercado del 60% de su costo, además se tiene una tasa de impuestos sobre el edificio del 35%.

| <b>VALOR DE RESCATE (cifras en miles)</b> |                |
|---|----------------|
| <b>EQUIPO</b>                             |                |
| COSTO ORIGINAL                            | \$20,000       |
| VALOR DE MERCADO (10%)                    | \$2,000        |
| VALOR CONTABLE                            | \$0            |
| BASE IMPOSITIVA                           | \$2,000        |
| IMPUESTO                                  | 35%            |
|   | \$1,300        |
| <b>Valor de rescate</b>                   | <b>\$1,300</b> |
| <b>EDIFICIO</b>                           |                |
| COSTO ORIGINAL                            | \$2,500        |
| VALOR DE MERCADO (60%)                    | \$1,500        |
| VALOR CONTABLE                            | \$1,250        |
| BASE IMPOSITIVA                           | \$250          |
| IMPUESTO                                  | 35%            |
|   | \$1,413        |
| <b>Valor de rescate</b>                   | <b>\$1,413</b> |
| <b>TERRENO</b>                            |                |
| COSTO ORIGINAL                            | \$2,500        |
| <b>Valor de rescate</b>                   | <b>\$2,500</b> |
| <b>TOTAL</b>                              | <b>\$5,213</b> |

Tabla 4. Valor de rescate.

El rendimiento requerido por Productos Eléctricos ARGOS, S.A. es del 10% y su tasa de interés de oportunidad es del 6%.

Una vez que se tiene la información suficiente sobre inversiones y costos del proyecto se construye el flujo de efectivo en el periodo de 10 años y se calcula el valor presente neto (VPN), se estima la tasa interna de rentabilidad (TIR) y la tasa verdadera de rendimiento (TVR), así como el periodo de recuperación de la inversión.

**FLUJO DE EFECTIVO**  
**INTRODUCCIÓN DE UN NUEVO PRODUCTO**  
**PRODUCTOS ELÉCTRICOS ARGOS, S.A.**

| AÑO                                   | 0        | 1              | 2              | 3               | 4               | 5               | 6               | 7               | 8               | 9               | 10              |                 |
|---------------------------------------|----------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| PRECIO UNITARIO DE VENTA              |          | \$15.0         | \$15.0         | \$18.0          | \$18.0          | \$18.0          | \$15.3          | \$15.3          | \$15.3          | \$15.3          | \$15.3          |                 |
| VENTAS UNIDADES (cifras en miles)     |          | 3,000          | 3,500          | 4,000           | 4,500           | 4,500           | 4,000           | 4,000           | 3,500           | 3,500           | 2,000           |                 |
| <b>(CIFRAS EN MILES)</b>              |          |                |                |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| INGRESOS                              |          | \$45,000       | \$52,500       | \$72,000        | \$81,000        | \$81,000        | \$61,200        | \$61,200        | \$53,550        | \$53,550        | \$30,600        |                 |
| COSTOS VARIABLES                      |          | \$30,000       | \$35,000       | \$40,000        | \$45,000        | \$45,000        | \$40,000        | \$40,000        | \$35,000        | \$35,000        | \$20,000        |                 |
| COSTOS FIJOS                          |          | \$10,000       | \$10,000       | \$10,000        | \$10,000        | \$10,000        | \$10,000        | \$10,000        | \$10,000        | \$10,000        | \$10,000        |                 |
| DEPRECIACIÓN                          |          | \$2,125        | \$2,125        | \$2,125         | \$2,125         | \$2,125         | \$2,125         | \$2,125         | \$2,125         | \$2,125         | \$2,125         |                 |
| UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS           |          | <b>\$2,875</b> | <b>\$5,375</b> | <b>\$19,875</b> | <b>\$23,875</b> | <b>\$23,875</b> | <b>\$9,075</b>  | <b>\$9,075</b>  | <b>\$6,425</b>  | <b>\$6,425</b>  |                 |                 |
| IMPUESTOS (35% ISR)                   |          | \$1,006        | \$1,881        | \$6,956         | \$8,356         | \$8,356         | \$3,176         | \$3,176         | \$2,249         | \$2,249         |                 |                 |
| PTU (10%)                             |          | \$288          | \$538          | \$1,988         | \$2,388         | \$2,388         | \$907           | \$907           | \$642           | \$642           |                 |                 |
| UTILIDAD NETA                         |          | <b>\$1,581</b> | <b>\$2,956</b> | <b>\$10,931</b> | <b>\$13,131</b> | <b>\$13,131</b> | <b>\$4,991</b>  | <b>\$4,991</b>  | <b>\$3,534</b>  | <b>\$3,534</b>  |                 |                 |
| DEPRECIACIÓN                          |          | \$2,125        | \$2,125        | \$2,125         | \$2,125         | \$2,125         | \$2,125         | \$2,125         | \$2,125         | \$2,125         | \$2,125         |                 |
| FLUJO DE EFECTIVO OPERATIVO           |          | <b>\$3,706</b> | <b>\$5,081</b> | <b>\$13,056</b> | <b>\$15,256</b> | <b>\$15,256</b> | <b>\$7,116</b>  | <b>\$7,116</b>  | <b>\$5,659</b>  | <b>\$5,659</b>  | <b>\$1,286</b>  |                 |
| CAPITAL DE TRABAJO NETO INICIAL       | \$1,900  |                |                |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| INCREMENTOS EN EL CTN                 |          | \$5,250        | \$1,125        | \$2,925         | \$1,350         | \$0             | \$2,970         | \$0             | \$1,148         | \$0             | \$3,443         |                 |
| RECUPERACIÓN DEL CTN                  |          |                |                |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 | \$4,599         |                 |
| AUMENTO AL CTN                        |          | -\$1,500       | -\$5,250       | -\$1,125        | -\$2,925        | -\$1,350        | \$0             | \$2,970         | \$0             | \$1,148         | \$0             |                 |
| DESEMBOLSO INICIAL                    | \$14,900 |                |                |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| VALOR DE RESCATE DESPUES DE IMPUESTOS |          |                |                |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 | \$5,213         |                 |
| GASTOS DE CAPITAL                     |          | -\$25,000      | \$0            | \$0             | \$0             | \$0             | \$0             | \$0             | \$0             | \$0             | \$5,213         |                 |
| FLUJO DE EFECTIVO TOTAL DEL PROYECTO  |          | -\$26,500      | -\$1,544       | <b>\$3,956</b>  | <b>\$10,131</b> | <b>\$13,906</b> | <b>\$15,256</b> | <b>\$10,086</b> | <b>\$7,116</b>  | <b>\$6,806</b>  | <b>\$5,659</b>  | <b>\$4,106</b>  |
| FLUJO EFECTIVO ACUMULADO              |          | -\$26,500      | -\$28,044      | -\$24,088       | -\$13,956       | -\$50           | <b>\$15,206</b> | <b>\$25,293</b> | <b>\$32,409</b> | <b>\$39,215</b> | <b>\$44,874</b> | <b>\$48,980</b> |
| FLUJO DE EFECTIVO DESCONTADO AL 10%   |          | -\$26,500      | -\$1,403       | <b>\$3,270</b>  | <b>\$7,612</b>  | <b>\$9,498</b>  | <b>\$9,473</b>  | <b>\$5,693</b>  | <b>\$3,652</b>  | <b>\$3,175</b>  | <b>\$2,400</b>  | <b>\$1,583</b>  |
| FLUJO EFECTIVO ACUMULADO              |          | -\$26,500      | -\$27,903      | -\$24,634       | -\$17,022       | -\$7,524        | <b>\$1,949</b>  | <b>\$7,642</b>  | <b>\$11,294</b> | <b>\$14,469</b> | <b>\$16,869</b> | <b>\$18,452</b> |
| Calculo del VPN (10%)                 |          |                |                |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 | \$18,452        |
| Calculo de la TIR                     |          |                |                |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 | 22.1%           |
| TIO                                   |          |                |                |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 | 6%              |
| Flujos a 10 años con la TIO           |          | -\$2,608       | <b>\$6,306</b> | <b>\$15,234</b> | <b>\$19,726</b> | <b>\$20,416</b> | <b>\$12,734</b> | <b>\$8,476</b>  | <b>\$7,648</b>  | <b>\$5,998</b>  | <b>\$4,106</b>  |                 |
|                                       |          | -\$26,500      | \$0            | \$0             | \$0             | \$0             | \$0             | \$0             | \$0             | \$0             | \$0             | \$98,035        |
| Calculo de la TVR                     |          |                |                |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 | 14.0%           |
| Periodo de recuperación corriente     |          |                |                |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 | 3.00 AÑOS       |
| Periodo de recuperación descontado    |          |                |                |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 | 4.79 AÑOS       |

(CIFRAS EN MILES)

99

**TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN**

Independientemente del resultado que se obtenga del cálculo del VPN y de la factibilidad del proyecto en esta primera impresión, es necesario hacer un análisis de escenarios múltiples y hacer un análisis de sensibilidad.

En realidad lo que se pretende hacer con el análisis de escenarios múltiples es crear alternativas posibles en las que se planteen un escenario optimista y uno pesimista. Para hacer este análisis se plantean los siguientes supuestos presentados en la tabla 5.

| <i>Variables</i>          | <i>Escenario Pesimista</i> | <i>Escenario Optimista</i> |
|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <i>Ventas en unidades</i> | Disminución del 10%        | Aumento del 10%            |
| <i>Precio de venta</i>    | Disminución del 10%        | Aumento del 10%            |
| <i>Costos variables</i>   | Aumento del 10%            | Disminución del 10%        |
| <i>Costos fijos</i>       | Aumento del 10%            | Disminución del 10%        |

**Tabla 5. Escenarios**

Estas variables se manipulan en el flujo de efectivo y se tuvo como resultado

**El Escenario Pesimista presenta VPN de -\$18,267**

**El Escenario Optimista presenta VPN de \$69,771**

El cálculo de los flujos de estos escenarios se muestran a continuación.

**FLUJO DE EFECTIVO EN UN ESCENARIO OPTIMISTA**  
**INTRODUCCIÓN DE UN NUEVO PRODUCTO**  
**PRODUCTOS ELÉCTRICOS ARGOS, S.A.**

| AÑO                                   | 0 | 1               | 2                | 3               | 4               | 5               | 6               | 7               | 8               | 9                | 10               |                  |
|---------------------------------------|---|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|
| PRECIO UNITARIO DE VENTA              |   | \$17            | \$17             | \$20            | \$20            | \$20            | \$16.8          | \$17            | \$16.8          | \$16.8           | \$16.8           |                  |
| VENTAS UNIDADES (cifras en miles)     |   | 3,300           | 3,850            | 4,400           | 4,950           | 4,950           | 4,400           | 4,400           | 3,850           | 3,850            | 2,200            |                  |
| (CIFRAS EN MILES)                     |   |                 |                  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |                  |                  |
| INGRESOS                              |   | \$54,450        | \$63,525         | \$87,120        | \$98,010        | \$98,010        | \$74,052        | \$74,052        | \$64,796        | \$64,796         | \$37,026         |                  |
| COSTOS VARIABLES                      |   | \$29,700        | \$34,650         | \$39,600        | \$44,550        | \$44,550        | \$39,600        | \$39,600        | \$34,650        | \$34,650         | \$19,800         |                  |
| COSTOS FIJOS                          |   | \$9,000         | \$9,000          | \$9,000         | \$9,000         | \$9,000         | \$9,000         | \$9,000         | \$9,000         | \$9,000          | \$9,000          |                  |
| DEPRECIACIÓN                          |   | \$2,125         | \$2,125          | \$2,125         | \$2,125         | \$2,125         | \$2,125         | \$2,125         | \$2,125         | \$2,125          | \$2,125          |                  |
| UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS           |   | <b>\$13,625</b> | <b>\$17,750</b>  | <b>\$34,395</b> | <b>\$42,335</b> | <b>\$42,335</b> | <b>\$23,327</b> | <b>\$23,327</b> | <b>\$19,021</b> | <b>\$19,021</b>  | <b>\$6,101</b>   |                  |
| IMPUESTOS (35% ISR)                   |   | \$4,769         | \$6,213          | \$12,738        | \$14,817        | \$14,817        | \$8,164         | \$8,164         | \$6,657         | \$6,657          | \$2,135          |                  |
| PTU (10%)                             |   | \$1,363         | \$1,775          | \$3,640         | \$4,234         | \$4,234         | \$2,333         | \$2,333         | \$1,902         | \$1,902          | \$610            |                  |
| UTILIDAD NETA                         |   | <b>\$7,494</b>  | <b>\$9,763</b>   | <b>\$20,017</b> | <b>\$23,284</b> | <b>\$23,284</b> | <b>\$12,830</b> | <b>\$12,830</b> | <b>\$10,461</b> | <b>\$10,461</b>  | <b>\$3,356</b>   |                  |
| DEPRECIACIÓN                          |   | \$2,125         | \$2,125          | \$2,125         | \$2,125         | \$2,125         | \$2,125         | \$2,125         | \$2,125         | \$2,125          | \$2,125          |                  |
| FLUJO DE EFECTIVO OPERATIVO           |   | <b>\$9,619</b>  | <b>\$11,888</b>  | <b>\$22,142</b> | <b>\$25,409</b> | <b>\$25,409</b> | <b>\$14,955</b> | <b>\$14,955</b> | <b>\$12,586</b> | <b>\$12,586</b>  | <b>\$5,481</b>   |                  |
| CAPITAL DE TRABAJO NETO INICIAL       |   |                 |                  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |                  |                  |
| INCREMENTOS EN EL CTN                 |   | \$5,350         | \$1,125          | \$2,925         | \$1,350         | \$0             | \$2,970         | \$0             | \$1,148         | \$0              | \$3,443          |                  |
| RECUPERACIÓN DEL CTN                  |   |                 |                  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                  | \$4,590          |                  |
| AUMENTO AL CTN                        |   | -\$1,500        | -\$5,250         | -\$1,125        | -\$2,925        | -\$1,350        | \$0             | \$2,970         | \$0             | \$1,148          | \$0              | \$8,033          |
| DESEMBOLSO INICIAL                    |   |                 |                  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |                  |                  |
| VALOR DE RESCATE DESPUES DE IMPUESTOS |   |                 |                  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                  | \$5,213          |                  |
| GASTOS DE CAPITAL                     |   | -\$25,000       | \$0              | \$0             | \$0             | \$0             | \$0             | \$0             | \$0             | \$0              | \$5,213          |                  |
| FLUJO DE EFECTIVO TOTAL DEL PROYECTO  |   | -\$26,500       | <b>\$4,369</b>   | <b>\$10,763</b> | <b>\$19,217</b> | <b>\$24,059</b> | <b>\$25,409</b> | <b>\$17,925</b> | <b>\$14,955</b> | <b>\$13,734</b>  | <b>\$12,586</b>  | <b>\$18,726</b>  |
| FLUJO EFECTIVO ACUMULADO              |   | -\$26,500       | -\$22,131        | -\$11,369       | <b>\$7,849</b>  | <b>\$31,906</b> | <b>\$57,317</b> | <b>\$75,242</b> | <b>\$90,197</b> | <b>\$103,930</b> | <b>\$116,517</b> | <b>\$135,242</b> |
| FLUJO DE EFECTIVO DESCONTADO AL 10%   |   | -\$26,500       | <b>\$3,972</b>   | <b>\$8,895</b>  | <b>\$14,438</b> | <b>\$16,433</b> | <b>\$15,777</b> | <b>\$10,118</b> | <b>\$7,674</b>  | <b>\$6,407</b>   | <b>\$5,338</b>   | <b>\$7,220</b>   |
| FLUJO EFECTIVO ACUMULADO              |   | -\$26,500       | -\$22,528        | -\$13,634       | <b>\$904</b>    | <b>\$17,237</b> | <b>\$33,014</b> | <b>\$43,132</b> | <b>\$50,807</b> | <b>\$57,214</b>  | <b>\$62,551</b>  | <b>\$69,771</b>  |
| Calculo del VPN (10%)                 |   |                 | <b>\$69,771</b>  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |                  |                  |
| Calculo de la TIR                     |   |                 | <b>47.8%</b>     |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |                  |                  |
| TIO                                   |   |                 | <b>6%</b>        |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |                  |                  |
| Flujos a 10 años con la TIO           |   | <b>\$7,381</b>  | <b>\$17,184</b>  | <b>\$28,894</b> | <b>\$34,129</b> | <b>\$34,003</b> | <b>\$22,650</b> | <b>\$17,811</b> | <b>\$15,431</b> | <b>\$13,341</b>  | <b>\$18,726</b>  |                  |
| Calculo de la TVR                     |   | -\$26,500       | \$0              | \$0             | \$0             | \$0             | \$0             | \$0             | \$0             | \$0              | \$209,502        |                  |
|                                       |   | <b>23.0%</b>    |                  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |                  |                  |
| Periodo de recuperación corriente     |   |                 | <b>2.67 AÑOS</b> |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |                  |                  |
| Periodo de recuperación descontado    |   |                 | <b>2.91 AÑOS</b> |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                  |                  |                  |

(CIFRAS EN MILES)

101

**TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN**

**FLUJO DE EFECTIVO EN UN ESCENARIO PESIMISTA**  
**INTRODUCCIÓN DE UN NUEVO PRODUCTO**  
**PRODUCTOS ELÉCTRICOS ARGOS, S.A.**

| ANO                                   | 0 | 1         | 2         | 3         | 4         | 5         | 6         | 7         | 8         | 9         | 10         |
|---------------------------------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| PRECIO UNITARIO DE VENTA              |   | \$14      | \$14      | \$16      | \$16      | \$16      | \$13.8    | \$14      | \$13.8    | \$13.8    | \$13.8     |
| VENTAS UNIDADES (cifras en miles)     |   | 2,700     | 3,150     | 3,600     | 4,050     | 4,050     | 3,600     | 3,600     | 3,150     | 3,150     | 1,800      |
| <b>(CIFRAS EN MILES)</b>              |   |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |
| INGRESOS                              |   | \$36,450  | \$42,525  | \$58,320  | \$65,610  | \$65,610  | \$49,572  | \$49,572  | \$43,376  | \$43,376  | \$24,786   |
| COSTOS VARIABLES                      |   | \$29,700  | \$34,650  | \$39,600  | \$44,550  | \$44,550  | \$39,600  | \$39,600  | \$34,650  | \$34,650  | \$19,800   |
| COSTOS FIJOS                          |   | \$11,000  | \$11,000  | \$11,000  | \$11,000  | \$11,000  | \$11,000  | \$11,000  | \$11,000  | \$11,000  | \$11,000   |
| DEPRECIACIÓN                          |   | \$2,125   | \$2,125   | \$2,125   | \$2,125   | \$2,125   | \$2,125   | \$2,125   | \$2,125   | \$2,125   | \$2,125    |
| UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS           |   | -\$6,375  | -\$5,250  | \$5,595   | \$7,935   | \$7,935   | -\$3,153  | -\$3,153  | -\$4,400  | \$4,100   | \$11,174   |
| IMPUESTOS (35% ISR)                   |   | \$2,231   | \$1,838   | \$1,958   | \$2,777   | \$2,777   | \$1,104   | \$1,104   |           |           |            |
| PTU (10%)                             |   | \$638     | \$525     | \$560     | \$794     | \$794     | \$315     | \$315     |           |           |            |
| UTILIDAD NETA                         |   | -\$3,506  | -\$2,888  | \$3,077   | \$4,364   | \$4,364   | -\$1,734  | -\$1,734  | -\$2,420  | -\$2,420  | \$1,174    |
| DEPRECIACIÓN                          |   | \$2,125   | \$2,125   | \$2,125   | \$2,125   | \$2,125   | \$2,125   | \$2,125   | \$2,125   | \$2,125   | \$2,125    |
| FLUJO DE EFECTIVO OPERATIVO           |   | -\$1,381  | -\$763    | \$5,202   | \$6,489   | \$6,489   | -\$391    | -\$391    | -\$295    | -\$295    | \$1,174    |
| CAPITAL DE TRABAJO NETO INICIAL       |   |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |
| INCREMENTOS EN EL CTN                 |   | \$5,250   | \$1,125   | \$2,925   | -\$1,350  | \$0       | \$2,970   | \$0       | \$1,148   | \$0       | \$3,443    |
| RECUPERACIÓN DEL CTN                  |   |           |           |           |           |           |           |           |           |           | \$4,590    |
| AUMENTO AL CTN                        |   | -\$1,500  | -\$5,250  | -\$1,125  | -\$2,925  | -\$1,350  | \$0       | \$2,970   | \$0       | \$1,148   | \$0        |
| DESEMBOLSO INICIAL                    |   |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |
| VALOR DE RESCATE DESPUES DE IMPUESTOS |   |           |           |           |           |           |           |           |           |           | \$5,213    |
| GASTOS DE CAPITAL                     |   | -\$25,000 | \$0       | \$0       | \$0       | \$0       | \$0       | \$0       | \$0       | \$0       | \$5,213    |
| FLUJO DE EFECTIVO TOTAL DEL PROYECTO  |   | -\$26,500 | -\$6,631  | -\$1,888  | \$2,277   | \$5,139   | \$4,489   | \$3,361   | -\$391    | \$853     | -\$295     |
| FLUJO EFECTIVO ACUMULADO              |   | -\$26,500 | -\$33,131 | -\$35,019 | -\$32,742 | -\$27,602 | -\$21,113 | -\$17,752 | -\$17,361 | -\$16,509 | -\$16,803  |
| FLUJO DE EFECTIVO DESCONTADO AL 10%   |   | -\$26,500 | -\$6,028  | -\$1,560  | \$1,711   | \$3,510   | \$4,079   | \$1,897   | -\$201    | \$398     | -\$125     |
| FLUJO EFECTIVO ACUMULADO              |   | -\$26,500 | -\$32,528 | -\$34,088 | -\$32,377 | -\$28,867 | -\$24,838 | -\$22,941 | -\$22,740 | -\$22,342 | -\$22,467  |
| Calculo del VPN (10%)                 |   |           |           |           |           |           |           |           |           |           | -\$18,267  |
| Calculo de la TIR                     |   |           |           |           |           |           |           |           |           |           | -2.8%      |
| TIO                                   |   |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 6%         |
| Flujos a 10 años con la TIO           |   | -\$11,203 | -\$3,008  | \$3,426   | \$7,290   | \$8,684   | \$4,243   | \$466     | \$958     | -\$312    | \$10,894   |
| Calculo de la TVR                     |   |           |           |           |           |           |           |           |           |           | -\$26,500  |
| Periodo de recuperación corriente     |   |           |           |           |           |           |           |           |           |           | \$0        |
| Periodo de recuperación descontado    |   |           |           |           |           |           |           |           |           |           | \$0        |
|                                       |   |           |           |           |           |           |           |           |           |           | \$21,434   |
|                                       |   |           |           |           |           |           |           |           |           |           | -2.1%      |
|                                       |   |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 9.37 AÑOS  |
|                                       |   |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 11.16 AÑOS |

(CIFRAS EN MILES)

**TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN**

102

Para el análisis de sensibilidad lo que se hace es fijar todas las variables con excepción de una y se ve cual es el nivel de cambio en el VPN. En este caso se decidió analizar la sensibilidad de las siguientes variables; precio de venta del producto, ventas anuales y el costo fijo.

En cada una de las variables se obtuvieron los siguientes resultados según el grado de aumento y decremento porcentual entre 20% y -20% (ver tabla 6).

| <i>VPN SEGÚN CAMBIO EN</i> |                  |                 |                     |
|----------------------------|------------------|-----------------|---------------------|
| <b>%</b>                   | <b>Precio</b>    | <b>Ventas</b>   | <b>Costos Fijos</b> |
| <b>-20%</b>                | <b>-\$18,168</b> | <b>\$6,793</b>  | <b>\$29,231</b>     |
| <b>-15%</b>                | <b>-\$8,008</b>  | <b>\$10,712</b> | <b>\$27,541</b>     |
| <b>-10%</b>                | <b>\$2,152</b>   | <b>\$14,632</b> | <b>\$25,851</b>     |
| <b>10%</b>                 | <b>\$42,792</b>  | <b>\$30,311</b> | <b>\$19,092</b>     |
| <b>15%</b>                 | <b>\$52,951</b>  | <b>\$34,231</b> | <b>\$17,402</b>     |
| <b>20%</b>                 | <b>\$63,111</b>  | <b>\$38,151</b> | <b>\$15,713</b>     |

**Tabla 6. Análisis de sensibilidad**

## **CONCLUSIÓN**

Como conclusión al análisis del caso en el que la compañía Productos Eléctricos Argos, S.A. desea de producir e introducir un nuevo producto al mercado se recomienda llevar a cabo el proyecto ya que el nivel de rentabilidad es aceptable.

Se hace una recomendación adicional. De acuerdo al análisis de sensibilidad el VPN del proyecto se muestra sumamente sensible a los cambios en el "precio de venta", es por eso que se debe hacer un especial énfasis en estimar correctamente dicha variable.



Durante la investigación y desarrollo de este trabajo y haciendo referencia al objetivo del mismo, en el que se plantea definir el proceso de la Evaluación de Proyectos y cómo un Actuario tiene participación en ella, me pude dar cuenta de que la formación académica del Actuario permite ir más allá de aplicar métodos y técnicas en el proceso de la evaluación de un proyecto.

La perspectiva que el Actuario tiene sobre el problema al que se enfrenta marca un panorama en el que no sólo debe presentar un resultado numérico frío, que pudiera malinterpretarse como una solución única o exacta. El Actuario tiene la responsabilidad de aclarar y hacer evidentes los riesgos que conlleva dicho resultado, así como aquellos que pudieran presentarse al tomar ciertas decisiones, derivadas del mismo, en la implementación del proyecto.

Así mismo, al término de este trabajo y sensibilizándome sobre las responsabilidades que puede adquirir el Actuario al evaluar un proyecto, llegué a la conclusión de que su labor puede verse reflejada en cualquiera de las etapas del proceso de evaluación, en las que puede adquirir funciones específicas como:

1. Determinar el nivel de riesgo al que se expone la evaluación del proyecto durante la etapa de formulación y preparación del mismo, ya que es aquí en donde el Actuario sabe con qué información cuenta y si ésta es consistente. El Actuario puede aconsejar y advertir sobre posibles errores en el proceso de evaluación.
2. Evaluador en la preparación y construcción de los diferentes estudios, en donde tiene la capacidad de detectar posibles riesgos sobre las variables de

decisión y errores en la definición, elección y consideración de las mismas. Así como complejidades que se presenten al hacer los cálculos y estimaciones, que de manera natural se presentan durante el desarrollo y estructuración de dichos estudios.

3. Adquirir el papel de supervisor sobre cada uno de los proyectos, es decir, llevar el seguimiento del estudio que se esté realizando de principio a fin.
  
4. Participar en la revisión global de la evaluación de un proyecto, es decir, una vez que se han dado por terminadas las tareas de investigación y evaluación del proyecto, el Actuario tendrá la responsabilidad de verificar que el documento que justifique la realización del proyecto no tenga errores.

Así como este trabajo refleja algunas de las funciones que los Actuarios pueden desarrollar en campos que no son precisamente para los que ha sido encaminado, existen otros campos en los que puede y tiene plena participación, pero que el profesionalista no los visualiza durante su preparación, sino hasta que éste incursiona en el mercado laboral o de la investigación. Por lo anterior espero que este trabajo sirva de motivación para aquellos a quienes les preocupa y desean conocer nuevas líneas del conocimiento y áreas de aplicación.

# BIBLIOGRAFÍA

---

**ROSS, WESTERFIELD, JAFFE (2002)** Part II Value and Capital Budgeting. Corporate Finance, 6<sup>th</sup> Ed., New York, McGraw Hill International Edition.

**CHASE, AQUILANO, JACOBS (2001)** Chapter 11, Forecasting. Operation Management for Competitive Advantage, 9<sup>th</sup> Ed., New York, McGraw Hill International Edition.

**HILLER, HILLER, LIEBERMAN (2000)** Chapter 2, Linear Programming: Basic Concepts. Introduction Management Science, A modeling and case studies approach with spreadsheets, Ed. 2000, New York, McGraw Hill International Edition.

**PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (2000)** Chapter 1, Project Management Framework. Project Management Body of Knowledge, Ed. 2000, Pennsylvania USA, project Management Institute Inc.

**BONINI, HAUSMAN, BIERMAN (1997)** Part I, Introduction to Analysis and Model Building. Quantitative Analysis for Management, 9<sup>th</sup> Ed., McGraw Hill International Edition.

**Sapag Chain, Nassar (1990)** Preparación y Evaluación de Proyectos de Inversión, México 1990, McGraw Hill International Edition.

**THIERAUF, GROSSE (1975)** Capítulo 8, Programación lineal. Toma de Decisiones por medio de Investigación de Operaciones, segunda impresión, México, Editorial Limusa.