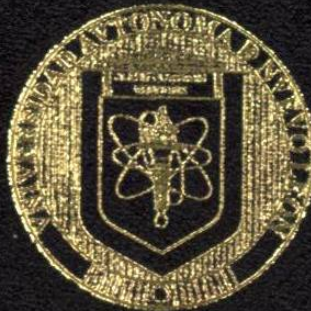


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

Y ELECTRICA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



"ANALISIS DE UNA PROPUESTA DE UNA NUEVA EMPRESA  
POR MEDIO DE SIMULACION"

POR

FERNANDO ESTAVILLO PEDROZA

TESIS

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA  
ADMINISTRACION CON ESPECIALIDAD EN FINANZAS

SALTILLO, COAHUILA

MAYO 2002

TM  
25853  
.M2  
FIME  
2002  
.E87

2002

ANÁLISIS DE UNA EMPRESA PROPIETA DE UNA NUEVA EMPRESA

POR MEDIO DE SIMULACION:

F.F.P.



1020149013

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

Y ELECTRICA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



"ANALISIS DE UNA PROPUESTA DE UNA NUEVA EMPRESA  
POR MEDIO DE SIMULACION"

POR

FERNANDO ESTAVILLO PEDROZA

**T E S I S**

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA  
ADMINISTRACION CON ESPECIALIDAD EN FINANZAS

SALTILLO, COAHUILA

MAYO 2002

588628

TM  
Z 5853  
.M2  
FIME  
2002  
.E87

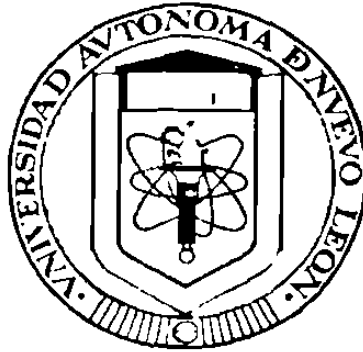


FONDO  
RESIS

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA**

**DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO**



**“ ANALISIS DE UNA PROPUESTA DE UNA NUEVA EMPRESA  
POR MEDIO DE SIMULACION ”**

**POR**

**FERNANDO ESTAVILLO PEDROZA**

**TESIS**

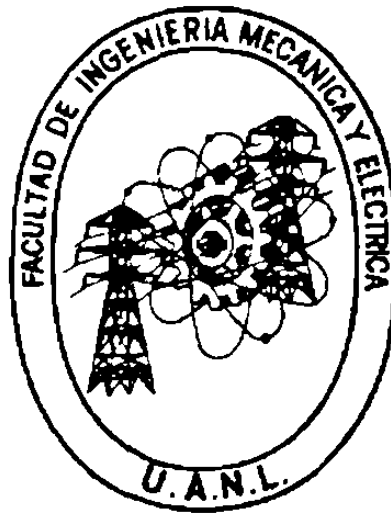
**EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA  
ADMINISTRACION CON ESPECIALIDAD EN FINANZAS.**

**MONTERREY, N.L. MAYO DEL 2002**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA**

**DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO**



**“ANALISIS DE UNA PROPUESTA DE UNA NUEVA EMPRESA POR  
MEDIO DE SIMULACION”.**

**POR**

**FERNANDO ESTAVILLO PEDROZA**

**TESIS**

**EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA  
ADMINISTRACIÓN CON ESPECIALIDAD EN FINANZAS**

**MONTERREY, N.L. MAYO DEL 2002.**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**  
**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA**  
**DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO**

Los miembros del comité de tesis recomendamos que la tesis "ANALISIS DE UNA PROPUESTA DE UNA NUEVA EMPRESA POR MEDIO DE SIMULACION" Realizada por el alumno Fernando Estavillo Pedroza, matricula 1041126 sea aceptada como su defensa como opción al grado de Maestro en Ciencias de la Administración con especialidad en Finanzas.

El Comité de Tesis



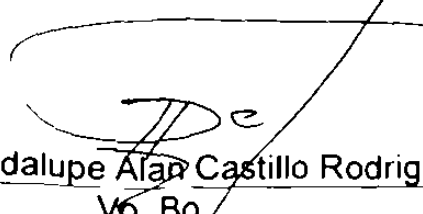
M.C. Roberto Villarreal Garza  
Asesor



M.C. Oscar Gonzalez  
Coasesor



M.C. Vicente Garcia Diaz  
Coasesor



Dr. Guadalupe Alan Castillo Rodriguez  
Vó Bo  
División de Estudios de Post-grado

Monterrey, N L , Mayo del 2002.



# PROLOGO

Este estudio trata sobre el análisis de un ejemplo hipotético de una propuesta de una nueva empresa por medio de simulación. Se aplican los conceptos de ingeniería económica y de probabilidad y estadística para cuantificar los beneficios y costos asociados del proyecto para determinar la probabilidad (riesgo) de que este sea suficientemente rentable para garantizar las inversiones de capital, así como la determinación de los factores que influyen mayormente en la rentabilidad de éste y la elaboración de alternativas para reducir el riesgo.

# I N D I C E

Capítulo	Página
Síntesis. ....	1
1. Introducción	
1 1. Síntesis del capítulo .....	2
1 2. Objetivo.....	2
1 3. Fases del estudio .....	3
1 4. Riesgo, incertidumbre y sensibilidad.....	4
1 5. Toma de decisiones en la investigación de operaciones .....	6
1 6. Principios para la toma de decisiones. ....	6
1 7. Análisis probabilístico de riesgo.....	8
2 Marco teórico	
2 1. Síntesis del capítulo .....	10
2 2. El valor del dinero en el tiempo .....	10
2 3. Equivalencia .....	11
2 4. Notación y diagramas para flujos de efectivo... ..	11
2 5. Fórmulas de capitalización ..	12
2 6. Capitalización discreta y continua .....	13
2 7. Distribución de variables aleatorias .....	16
2 8. Evaluación de la incertidumbre con la simulación .....	18
2 9. Ajuste de curvas de probabilidad .....	19

<b>3 Metodología del análisis</b>	
3.1 Síntesis del capítulo. . . . .	22
3.2. Narrativa del problema . . . . .	22
3.3 Planteamiento del problema y suposiciones. . . . .	23
3.4 Determinación del valor anual a valores fijos.....	25
3.5 Elaboración del modelo	
3.5.1 Factores de importancia... . . . .	27
3.5.2 Variables aleatorias y rangos de variación.....	28
3.5.3 Distribución uniforme.. . . . .	28
3.6 Cálculo del valor anual simulado . . . . .	29
3.7. Aplicación en la hoja de cálculo.....	34
<b>4. Resultados de la simulación</b>	
4.1 Síntesis del capítulo . . . . .	44
4.2. Determinación del número de pruebas.....	44
4.3 Distribución de probabilidad del valor anual . . . . .	46
4.4 Contribución a la varianza de cada factor. . . . .	50
4.5 Alternativas para reducir el riesgo . . . . .	51
<b>5 Conclusiones y recomendaciones</b>	
5.1 Síntesis del capítulo. . . . .	58
5.2 Análisis de riesgo . . . . .	58
5.3 Contribución a la varianza . . . . .	60
5.4 Resumen y recomendaciones . . . . .	62
Bibliografía . . . . .	63
Listado de tablas . . . . .	64
Listado de figuras . . . . .	64
Glosario . . . . .	65
Resumen autobiográfico . . . . .	66
Apéndices... . . . .	67

# S I N T E S I S   G E N E R A L

Elaboración de un modelo de simulación para un problema de toma de decisión basado en la propuesta de una nueva empresa, para estimar el riesgo del proyecto mediante la aplicación de una hoja de cálculo, macros y funciones de Excel, Microsoft<sup>R</sup>. Esto es un ejemplo de la diversidad de problemas de toma de decisiones que se pueden plantear y resolver por medio de una hoja de cálculo.

También se aplica el ajuste de curvas de frecuencia del sistema de Johnson, para contrastar cómo se vería afectada una decisión si se hubiera supuesto una distribución normal resultante del mérito económico.

El punto principal de este documento es la aplicación de los recursos disponibles en casi todas las computadoras personales actuales, para resolver un problema moderadamente complejo. A partir de esto, se puede elaborar una gran diversidad de problemas de decisión sin la necesidad de programas especializados.

# C A P I T U L O 1

## INTRODUCCION

### 1.1 Síntesis

En este capítulo se presentan los siguientes temas:

- Objetivo
- Fases del estudio
- Riesgo, incertidumbre y sensibilidad
- Toma de decisiones
- Principios para la toma de decisiones
- Análisis probabilístico de riesgo

### 1.2 Objetivo

El objetivo de este documento es el de presentar una metodología para determinar el riesgo de una propuesta para una nueva empresa, determinar los factores que mayormente están relacionados con el riesgo, y, presentar alternativas para reducirlo. La técnica utilizada es una simulación (método de Monte Carlo). El problema es un caso hipotético y los parámetros utilizados son arbitrarios. Cabe mencionar que existe una forma analítica para llegar al mismo resultado por medio de una expansión de series de Taylor de segundo orden; la simulación es una opción más sencilla que esta.

### 1.3 Fases del estudio

La primera parte del estudio necesita una definición del problema, el cual debe incluir tres aspectos principales

- a) descripción del objetivo
- b) identificación de alternativas de decisión
- c) reconocimiento de las limitaciones, restricciones y requisitos del problema

La segunda fase del estudio corresponde a la construcción del modelo más adecuado para representar el problema. Tal modelo deberá especificar expresiones cuantitativas para el objetivo y las restricciones del problema en función de sus variables de decisión. Si el modelo resultante se ajusta a uno de los modelos matemáticos comunes (por ejemplo, programación lineal) puede obtenerse una solución conveniente mediante técnicas matemáticas. Si las relaciones matemáticas del modelo son demasiado complejas para permitir soluciones analíticas, puede ser más apropiado un modelo de simulación. Algunos casos pueden exigir el uso de una combinación de modelos matemáticos, heurísticos y de simulación. Esto, por supuesto, depende de la naturaleza y complejidad del problema a analizar

La tercera fase del estudio corresponde a la solución por el modelo. En modelos matemáticos esto se logra usando técnicas de optimización definidas y se dice que el modelo proporciona una solución "óptima". Si se usan los modelos de simulación o heurísticos el concepto de optimidad no está bien definido, y la solución en estos casos se emplea para obtener evaluaciones aproximadas de las medidas del sistema

Además de la solución del modelo también se debe asegurar, siempre que sea posible, información adicional sobre el comportamiento de la solución del sistema debido a cambios en los parámetros del sistema. Usualmente se conoce como análisis de sensibilidad. Tal análisis es muy necesario cuando los

parámetros del sistema no pueden expresarse con exactitud. En este caso es importante estudiar el comportamiento de la solución en los entornos de estas estimaciones

La cuarta fase busca la validación del modelo. Un modelo es válido si, independientemente de sus inexactitudes al representar el sistema, puede dar una predicción confiable del funcionamiento del sistema. Un método común para probar la validez de un modelo es comparar su funcionamiento con algunos datos pasados disponibles del sistema actual. El problema es que no existe seguridad de que el funcionamiento futuro del sistema continuará duplicando su historia. También, ya que el modelo está basado en el examen cuidadoso de datos anteriores, esta comparación siempre deberá revelar resultados favorables.

Debe notarse que tal método de validación no es apropiado para sistemas que no existen, ya que no habrá datos disponibles para hacer la comparación. En algunos casos, si el sistema original se investiga por un modelo matemático, puede ser factible construir un modelo de simulación del cual se obtienen datos para llevar a cabo la comparación indicada

La fase final del estudio trata sobre la implantación de los resultados probados del modelo. Esto básicamente implica la traducción de estos resultados en instrucciones de operación detalladas, emitidas en una forma comprensible a los individuos que administrarán y operarán el sistema.

#### 1.4 Riesgo, incertidumbre y sensibilidad

La escasez de conocimiento preciso con respecto a las futuras condiciones de negocios, desarrollos tecnológicos, sinergias entre los proyectos consolidados, etc., ocasionan riesgo e incertidumbre en las actividades de toma de decisiones. Las decisiones bajo riesgo son decisiones en las que el analista modela el problema de decisión en términos de los supuestos resultados futuros

posibles, o escenarios, cuyas probabilidades de ocurrencia se pueden estimar. Una decisión bajo incertidumbre, por el contrario, es aquella donde el principal problema es que hay varios futuros desconocidos cuyas probabilidades de ocurrencia no pueden estimarse

De hecho, la diferencia entre riesgo e incertidumbre es algo **arbitraria**. Una escuela contemporánea de pensamiento propone que los resultados futuros probables y representativos y sus probabilidades siempre se pueden producir de manera subjetiva\*. Por tanto, no es absurdo sugerir que la toma de decisiones bajo riesgo es el marco más plausible y conveniente para tratar con el poco conocimiento sobre el futuro. Aunque podemos distinguir técnicamente entre riesgo e incertidumbre, ambos pueden ocasionar que el estudio arroje resultados diferentes de las predicciones, y rara vez se consigue algo significativo al intentar tratarlos por separado. Por tanto, en adelante los términos riesgo e incertidumbre se usarán indistintamente.

Cuando se trata con la incertidumbre, a menudo es útil determinar en qué medida los cambios en una estimación afectarían una decisión de inversión de capital, es decir, qué tan sensible es una determinada inversión a cambios en los factores (parámetros) particulares no conocidos plenamente. Si los parámetros como vida del proyecto o ingreso anual pueden modificarse ampliamente sin afectar demasiado la decisión de inversión, se dice que la decisión bajo consideración no es sensible a ese factor particular. Por el contrario, si un cambio pequeño en la magnitud relativa de un parámetro modifica una decisión de inversión, se concluye que la decisión es altamente sensible a dicho parámetro

\*R. Schlaifer *Analysis of Decisions under Uncertainty* McGraw Hill 1969



## 1.5 Toma de decisiones en la investigación de operaciones.

La investigación de operaciones aspira a determinar mejor el curso de acción de un problema de decisión con la restricción de recursos limitados. Como técnica para la solución de problemas, la investigación de operaciones debe visualizarse como una ciencia y como un arte. El aspecto de la ciencia radica en ofrecer técnicas y algoritmos matemáticos adecuados para resolver problemas de decisión. Se dice que es un arte, debido a que el éxito que se alcanza en todas las fases, anteriores y posteriores a la solución de un modelo matemático, depende en forma apreciable de la creatividad y habilidad personal de los analistas encargados de tomar las decisiones

## 1.6 Principios para la toma de decisiones

### Principio 1: Desarrollar alternativas

La elección (decisión) se da entre alternativas. Es necesario identificar las alternativas y después definir las para el análisis subsecuente. Es importante definir y desarrollar las alternativas mediante una evaluación detallada, debido al impacto en la calidad de decisión.

### Principio 2 Enfocarse a las diferencias

Al comparar alternativas debe considerarse sólo aquello que resulta relevante para la toma de decisiones, es decir, las diferencias en los posibles resultados

Principio 3 Los resultados probables de las alternativas, económicas y de otro tipo, deben llevarse a cabo constantemente desde un punto de vista definido (perspectiva).

La perspectiva de quien toma las decisiones, que con frecuencia son los propietarios de la empresa, debe usarse normalmente. Sin embargo, es importante que se defina en primer lugar el punto de vista para la decisión particular y después se utilice de manera consistente en la descripción, análisis y comparación de las alternativas. Las alternativas, sin embargo, presentan diferencias desde las perspectivas de los empleados, y la satisfacción de éstos es un criterio de decisión importante. El punto de vista para el análisis, comparación y decisión será el de los empleados de la compañía, como grupo, y las alternativas factibles deberán definirse de acuerdo con esta perspectiva.

#### Principio 4: Utilizar una unidad de medición común

Para enumerar todos los resultados probables hará más fácil el análisis y comparación de alternativas. Es conveniente hacer conmesurables (directamente comparables) tantos resultados probables como sea posible. También se deben tratar de traducir otros resultados (que aparentemente no parecen ser económicos) a la unidad monetaria. Esta traducción, por su puesto, no será factible para algunos de los resultados, pero el esfuerzo adicional que implica dirigirse hacia esta meta incrementará la conmesurabilidad y hará más fácil el subsecuente análisis y comparación de alternativas.

#### Principio 6: Hacer explícita la incertidumbre

La incertidumbre es inherente al proyectar (o estimar) los resultados futuros de las alternativas y debe reconocerse en su análisis y comparación. El análisis de las alternativas incluye proyectar o estimar las consecuencias futuras relacionadas con cada una de ellas. La magnitud y el impacto de los resultados futuros de cualquier curso de acción son inciertos. Incluso si la alternativa no implica ningún cambio a partir de las operaciones actuales, la probabilidad de que los estimados actuales de, por ejemplo, las entradas futuras de efectivo y

los gastos no sea la que finalmente ocurra, es alta. Por eso, considerar la incertidumbre es un aspecto importante en el análisis.

#### Principio 7: Revisar las decisiones

La toma de decisiones mejorada resulta de un proceso adaptativo; hasta donde sea posible, los resultados iniciales proyectados de la alternativa seleccionada deben compararse con los resultados reales. Un buen proceso de toma de decisiones puede llevar a una decisión que tenga un resultado indeseable. Otras decisiones, aunque relativamente exitosas, tendrán resultados significativos diferentes de los inicialmente estimados. Aprender de, y adaptar con base a nuestra experiencia es esencial; son indicadores de una buena organización. El porcentaje de decisiones importantes en una organización que no son post-evaluadas debe ser pequeño. Por ejemplo un error común que se comete en la comparación de alternativas es equivocarse al examinar el impacto de la incertidumbre en los estimados de los factores seleccionados en la decisión. Sólo las evaluaciones posteriores harán visible este tipo de inconsistencias en los estudios de ingeniería económica que se realizan en una organización.

#### 1.7 Análisis probabilístico de riesgo

Existen conceptos de probabilidad y estadística seleccionados para analizar las consecuencias económicas de algunas situaciones de decisión que implican riesgo e incertidumbre y que requieren conocimientos e insumos de ingeniería.

La probabilidad de que un costo, ingreso, vida útil u otro valor de un factor económico ocurra, o de que un valor equivalente particular ocurra, o el valor de una tasa de rendimiento para un flujo de efectivo ocurra, normalmente se considera como la frecuencia relativa con el que el suceso (valor) ocurre en el

largo plazo o la probabilidad estimada de manera subjetiva que ocurrirá. Factores como éstos, con resultados probabilísticos, se llaman variables aleatorias.

En una situación de decisión dada, (una empresa nueva, proyecto de mejoramiento, etc.) existen cuando menos dos alternativas asociadas. Los montos de flujo de efectivo para cada alternativa a menudo son el resultado de la suma, diferencia, cociente, potencia de variables aleatorias como las inversiones iniciales de capital, gastos de operación, ingresos, cambios en el activo circulante y otros factores económicos. Bajo éstas circunstancias, las medidas de mérito económico (valor equivalente, valor de la tasa de rendimiento, valor anual, etc.) de flujo de efectivo también serán variables aleatorias.

La información sobre estas variables aleatorias particularmente útil en la toma de decisiones se encuentra en sus valores y variaciones esperados, en especial los vinculados con las medidas económicas del mérito de las alternativas. Estas cantidades derivadas para las variables aleatorias se usan para explicitar más la incertidumbre con respecto a cada alternativa, incluida cualquier probabilidad de pérdida. De esta manera, cuando se considera la incertidumbre, la variabilidad en las mediciones económicas del mérito y la probabilidad de pérdida asociada con las alternativas, normalmente se se usan en el proceso de toma de decisiones

# C A P I T U L O 2

## MARCO TEORICO

### 2.1 Síntesis

En este capítulo se presentan los siguientes temas:

- El valor del dinero en el tiempo
- Equivalencia
- Notación y diagramas para flujos de efectivo
- Fórmulas de capitalización
- Capitalización discreta y continua
- Distribución de variables aleatorias
- Evaluación de la incertidumbre con la simulación
- Ajuste de curvas de probabilidad

### 2.2 El valor del dinero en el tiempo

El término capital se refiere a la riqueza en forma de dinero o propiedad que puede utilizarse para producir más riqueza. La mayoría de los estudios de ingeniería económica contempla un compromiso de capital por largos períodos, por lo que se debe considerar el efecto del tiempo. En este sentido, se reconoce que hoy un peso vale más que dentro de uno o dos años debido al interés (ó utilidad) que puede ganar. Por tanto el dinero tiene un valor temporal.

### 2.3 Equivalencia

Se deben comparar las alternativas en lo posible cuando produzcan resultados similares, cumplan el mismo propósito o realicen la misma función. De esta forma, se debe pensar en comparar opciones alternativas, ó propuestas, reduciéndolas a una base equivalente que depende de:

la tasa de interés

los montos implicados de dinero

la calendarización de las entradas y salidas de dinero

la forma en que se paga el interés ó utilidad sobre el capital invertido y el capital inicial recuperado

### 2.4 Notación y diagramas/tablas de flujo de efectivo

La siguiente notación se usa en las fórmulas para los cálculos de interés compuesto.

$i$  = tasa de interés efectiva por periodos de capitalización discreta

$\bar{r}$  = tasa de interés efectiva por periodos de capitalización continua

$N$  = número de periodos de capitalización

$P$  = suma presente de dinero, valor equivalente de uno o más flujos de efectivo en un punto de referencia en el tiempo llamado presente

$F$  = suma futura de dinero, valor equivalente de uno o más flujos de efectivo en un punto de referencia en el tiempo llamado futuro

$A$  = flujos de efectivo al final de periodo (o valores equivalentes al final de periodo) en una serie uniforme continua para un número específico de periodos, que inicia al final del primer periodo y continúa hasta el último.

Se recomienda el uso de diagramas y/o tablas (de tiempo) de flujo de efectivo para clarificar cuando ocurren los flujos en distintos tiempos, además el

punto de vista es una característica esencial de los diagramas de flujo de efectivo, esto en base al principio No. 3 citado en el Capítulo 1.

El diagrama de flujo de efectivo emplea varias convenciones: la línea horizontal es una escala de tiempo, que progresivamente se mueve de izquierda a derecha. Las marcas del período (año, trimestre, mes, etc.) pueden aplicarse a intervalos de tiempo más que a puntos en la escala temporal. Cuando se utiliza la convención de flujo de efectivo al final de período, los números del período se colocan al final de cada intervalo de tiempo.

Las flechas significan flujos de efectivo y se colocan al final de cada periodo, si se requiere una distinción, las flechas hacia abajo representan gastos y las flechas hacia arriba representan ingresos

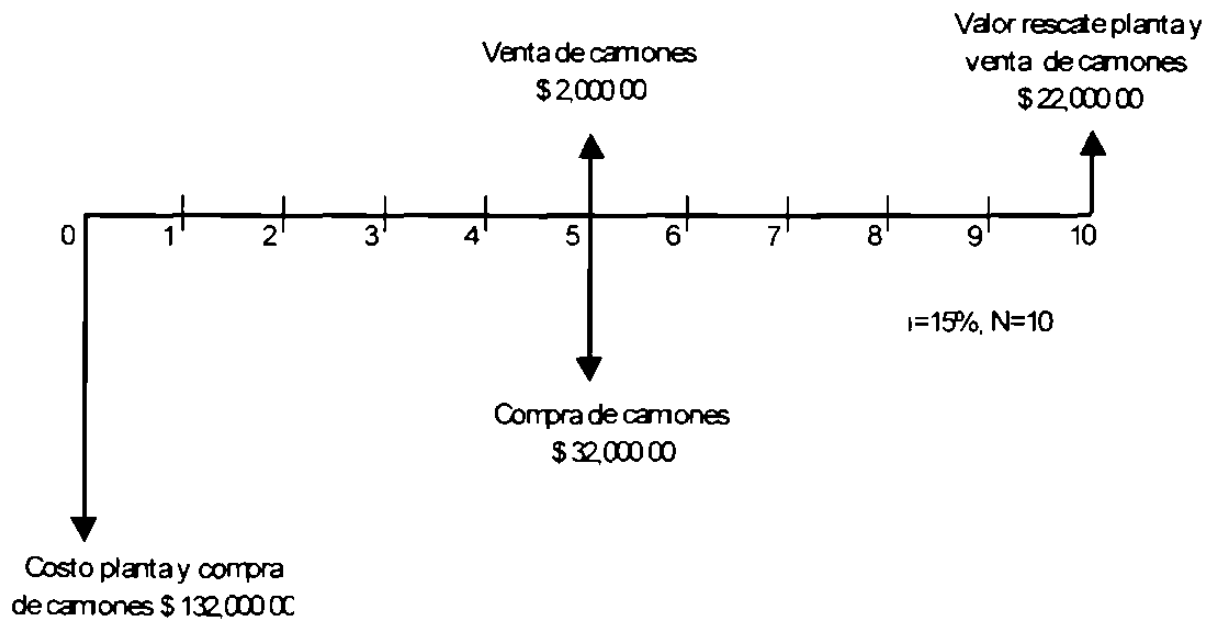
## 2.5 Fórmulas de interés para capitalización continua y flujos de efectivo discretos.

En la mayoría de las transacciones de los negocios y estudios económicos, el interés se capitaliza a final de los periodos discretos y, se supone que los flujos de efectivo ocurren en cantidades discretas a finales de dichos periodos, esta práctica se seguirá para el análisis del problema, sección 3.2 Sin embargo, es evidente que en la mayoría de las empresas, el efectivo fluye casi en forma continua. Como el efectivo, cuando está disponible, se puede utilizar por lo general de manera lucrativa, esta situación crea muy a menudo oportunidades para la capitalización del interés devengado. Como se puede tratar con esta situación (modelar) cuando se dispone de tasas de interés capitalizables de forma continua los conceptos de capitalización continua y flujo de efectivo continuo algunas veces se utilizan en los estudios económicos. **Realmente, los efectos de estos procedimientos comparados con los de la capitalización discreta son más bien reducidos en la mayoría de los casos.**

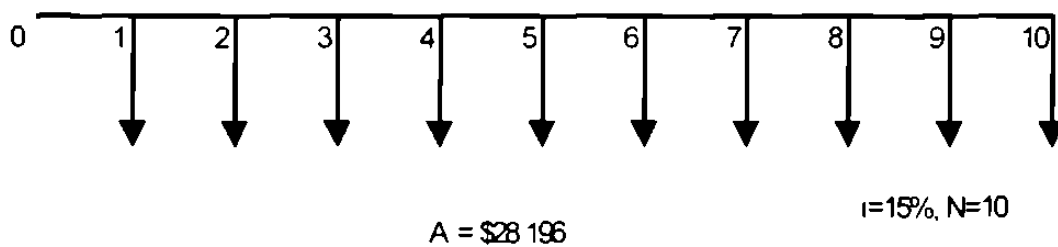
## 2.6 Capitalización discreta y continua

Para nuestro ejemplo, sabemos que los flujos de efectivo ocurren al final de cada periodo, pero la capitalización pudiera considerarse continua. Calculando el valor anual para ambos casos (ver sección 3.4).

Los flujos de efectivo que no se expresan como valores anuales son como siguen:

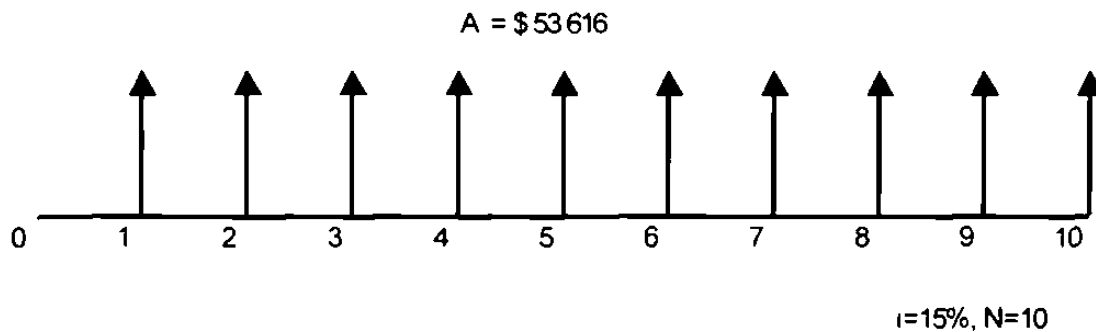


Lo cual es equivalente a un serie uniforme como se muestra abajo





Sumando el valor anual de arriba a los gastos anuales y restando el ingreso anual, el valor anual neto es:



$i$  (tasa discreta):

$$\begin{aligned}
 \text{Valor anual} &= - \$ 132,000 (A/P, 15\%, 10) - \$ 30,000(P/F, 15\%, 5)(A/P, 15\%, 10) - \\
 &\$525,688 + \$22,000(A/F, 15\%, 10) + \$ 607,500 \\
 &= - \$ 132,000 (A/P, 15\%, 10) - \$ 30,000(P/F, 15\%, 5)(A/P, 15\%, 10) + \\
 &\$22,000(A/F, 15\%, 10) + \$ 110 250 \\
 &= - \$ 132,000 (0.1993) - \$ 30,000(0.4972)(0.1993) + \$22,000(0.0493) + \\
 &\$81,812 \\
 &= -\$ 26,307.6 - \$ 2,972.76 + \$ 1,084.6 + \$ 81,812 \\
 &= \$ 53,616.24
 \end{aligned}$$

$r$  (tasa continua):

$$\begin{aligned}
 \text{Valor anual} &= - \$ 132,000 (A/P, \underline{15\%}, 10) - \\
 &\$30,000(P/F, \underline{15\%}, 5)(A/P, \underline{15\%}, 10) - \$525,688 + \$22,000(A/F \underline{15\%}, 10) + \$607,500 \\
 &= - \$ 132,000 (A/P, \underline{15\%}, 10) - \$ 30 000(P/F, \underline{15\%}, 5)(A/P, \underline{15\%}, 10) + \\
 &\$22,000(A/F, \underline{15\%}, 10) + \$110 250 \\
 &= - \$ 132,000 (0.2083) - \$ 30 000(0.4723)(0.2083) + \$22,000(0.0465) + \\
 &\$81,812 \\
 &= -\$ 27,495.60 - \$ 2,951.40 + \$ 1,082.40 + \$ 81 812 \\
 &= \$ 52,388.00
 \end{aligned}$$

Diferencia = \$ 53,616.24 - \$ 52,388.00 = \$ 1,228.24 / \$ 53,616.24 = 2.3%, por lo tanto el efecto de considerar una tasa de capitalización continua es reducido y se utilizarán las fórmulas de capitalización discreta, de acuerdo a lo mencionado en la sección 2.5.

Tabla I. Factores y símbolos de interés compuesto discreto				
Para encontrar:	Dado:	Factor "dado" por el cual multiplicar	Nombre del factor	Símbolo del factor funcional:
F	P	$(1+i)^N$	Monto compuesto de pago único	$(F/P, i\%, N)$
P	F	$1/(1+i)^N$	Valor presente de pago único	$(P/F, i\%, N)$
F	A	$[(1+i)^N - 1]/i$	Monto compuesto de serie uniforme	$(F/A, i\%, N)$
P	A	$[(1+i)^N - 1]/[i(1+i)^N]$	Valor presente de serie uniforme	$(P/A, i\%, N)$
A	F	$i/[(1+i)^N - 1]$	Fondo de amortización	$(A/F, i\%, N)$
A	P	$i(1+i)^N / [(1+i)^N - 1]$	Capital de recuperación	$(A/P, i\%, N)$

Tabla II. Factores y símbolos de interés compuesto continuo y flujos discretos.				
Para encontrar:	Dado:	Factor "dado" por el cual multiplicar	Nombre del factor	Símbolo del factor funcional:
F	P	$e^{rN}$	Monto compuesto de pago único	$(F/P, \underline{r\%}, N)$
P	F	$e^{-rN}$	Valor presente de pago único	$(P/F, \underline{r\%}, N)$
F	A	$(e^{rN} - 1) / (e^r - 1)$	Monto compuesto de serie uniforme	$(F/A, \underline{r\%}, N)$
P	A	$(e^{rN} - 1) / [e^{rN} (e^r - 1)]$	Valor presente de serie uniforme	$(P/A, \underline{r\%}, N)$
A	F	$(e^r - 1) / (e^{rN} - 1)$	Fondo de amortización	$(A/F, \underline{r\%}, N)$
A	P	$[e^{rN} (e^r - 1)] / (e^{rN} - 1)$	Capital de recuperación	$(A/P, \underline{r\%}, N)$

## 2.7 Distribuciones de variables aleatorias continuas

### Media y varianza de un conjunto de datos

El primer paso para representar la naturaleza de un conjunto de datos primarios es calcular su media y su varianza. La media o el valor promedio es una representación de la tendencia central de los datos, en tanto que la varianza es una medida de dispersión o de variación aleatoria alrededor de la

media. Básicamente, el valor de la media es lo que utilizamos como representación si decidimos aproximarlo por medio de un valor constante (determinístico). Por otro lado, la varianza es una medida del grado de incertidumbre, en el sentido que entre mayor sea el valor de la varianza, más inclinados estaremos a pensar que la variable es de carácter probabilístico en vez de determinístico.

Distribuciones comunes unimodales:

- ◆ Uniforme
- ◆ Exponencial negativa
- ◆ Gamma
- ◆ Normal
- ◆ Lognormal
- ◆ Beta
- ◆ Weibull
- ◆ Triangular
- ◆ Sistemas de Johnson  $S_U$  y  $S_B$
- ◆ Sistemas de Pearson

Multiplicación de una variable aleatoria por una constante

Una operación común que se realiza sobre una variable aleatoria es multiplicarla por una constante, por ejemplo, el gasto estimado de mano de obra en mantenimiento por un periodo,  $Y=cX$ , cuando el número de horas de mano de obra por periodo ( $X$ ) es una variable aleatoria y el costo por mano de obra ( $c$ ), es una constante. Otro ejemplo es el cálculo del valor presente para un proyecto cuando los montos de flujo neto de efectivo,  $F_k$ , son variables aleatorias y entonces cada  $F_k$  se multiplica por una constante  $(P/F, i\%, k)$  para obtener el valor presente. En el caso de este estudio se aplicará este concepto

para calcular algunos costos, como los de operación y mantenimiento que son proporcionales a el porcentaje de utilización de la planta, el cual es una variable aleatoria.

#### Multiplicación de dos variables aleatorias independientes

Una variable aleatoria de flujo de efectivo, digamos  $Z$ , puede resultar del producto de otras dos variables aleatorias  $Z=XY$ . Algunas veces  $X$  y  $Y$  pueden ser tratadas como variables aleatorias estadísticamente independientes. Por ejemplo, si los gastos anuales estimados,  $Z=XY$ , para una parte de reparación que obtiene repetidamente durante el año sobre una base competitiva, cuando el precio unitario ( $X$ ) y el número de unidades que se utilizan por año ( $Y$ ) se modelan como variables aleatorias independientes.

### 2.8 Evaluación de la incertidumbre con la simulación de Monte Carlo

El desarrollo de las computadoras ha tenido como resultado el aumento en el uso de la simulación de Monte Carlo como una herramienta importante para el análisis de incertidumbres de proyectos. Para problemas complicados, la simulación de Monte Carlo genera resultados aleatorios para factores probabilísticos de modo que imiten la aleatoriedad inherente al problema original. De esta manera, una solución para un problema complejo se puede inferir del comportamiento de estos resultados aleatorios.

Para llevar a cabo un análisis de simulación, el primer paso es construir un modelo analítico que represente la situación actual de decisión. Esto puede ser tan sencillo como determinar una ecuación para el valor presente de un robot industrial propuesto en una línea de montaje o tan complejo como examinar los efectos de las regulaciones ambientales propuestas sobre las operaciones típicas de una refinería de petróleo.

El segundo paso es producir una distribución de probabilidad a partir de datos históricos o subjetivos para cada factor de incertidumbre en el modelo. Se generan resultados de muestra aleatoriamente con la distribución de probabilidad de cada cantidad incierta y después se usan para determinar un resultado de prueba para el modelo. La múltiple repetición de este proceso de muestreo conduce a una distribución de frecuencias de resultados de pruebas para una adecuada medición de mérito, como el del valor presente o el del valor anual. Entonces se puede emplear la distribución de frecuencias resultante para hacer relaciones probabilísticas sobre el problema original.

En general, entre más grande sea el número de pruebas, más precisa será la aproximación de la media y la desviación estandar. Un método para determinar si se ha llevado a cabo un número suficiente de pruebas es llevar un promedio móvil de resultados. Al principio, este promedio variará de manera considerable de prueba a prueba. La cantidad de cambio entre los promedios debe de disminuir a medida que el número de pruebas de simulación aumente. Finalmente este promedio de resultados (acumulado) se debe nivelar a una aproximación precisa.

## 2.9 Ajuste de curvas de probabilidad por el método de igualación de momentos

Una vez determinado el número de muestras, se obtienen algunos datos de la distribución de frecuencias resultante tales como

- ✓ Valor máximo
- ✓ Valor mínimo
- ✓ Media
- ✓ Desviación estandar
- ✓  $\beta_1$  sesgo (skewness)
- ✓  $\beta_2$  concentración (kurtosis)
- ✓ Histograma

Para una distribución normal el valor de los parámetros  $\beta$  y  $\beta_2$  son cero y tres respectivamente. La distribución de los valores resultantes se estima por igualación de estos parámetros, ya que estos determinan la forma de la distribución resultante afectando directamente la probabilidad del riesgo.

#### Diagrama de transformación

Se muestra a continuación un diagrama de transformación, sólo como referencia, ya que la discusión sobre la transformación queda fuera del objetivo de este estudio. La localización de el eje de las abscisas para la función transformada es arbitraria en el diagrama. La variable  $x$  (en la función transformada) representa el valor anual. Donde  $\varepsilon$  y  $\xi + \lambda$  son los límites de la función transformada,  $\varepsilon$  también es factor de localización y  $\lambda$  es el factor de escala de la función transformada,  $\gamma$  es el factor de localización de la función transformadora  $f(y)$  y  $\delta$  es el factor de escala de ésta,  $z$  es la abscisa de una curva de probabilidad normal estandarizada y la función transformadora de la familia de curvas  $S_B$ ,  $f(y) = \text{Ln} [y/(1-y)]$ , para  $0 < y < 1$ .

Los parámetros para el ajuste de estas curvas se encuentran en las tablas estadísticas citadas en la bibliografía

Estos parámetros se aprecian en la Figura No 2.1 de la página siguiente:

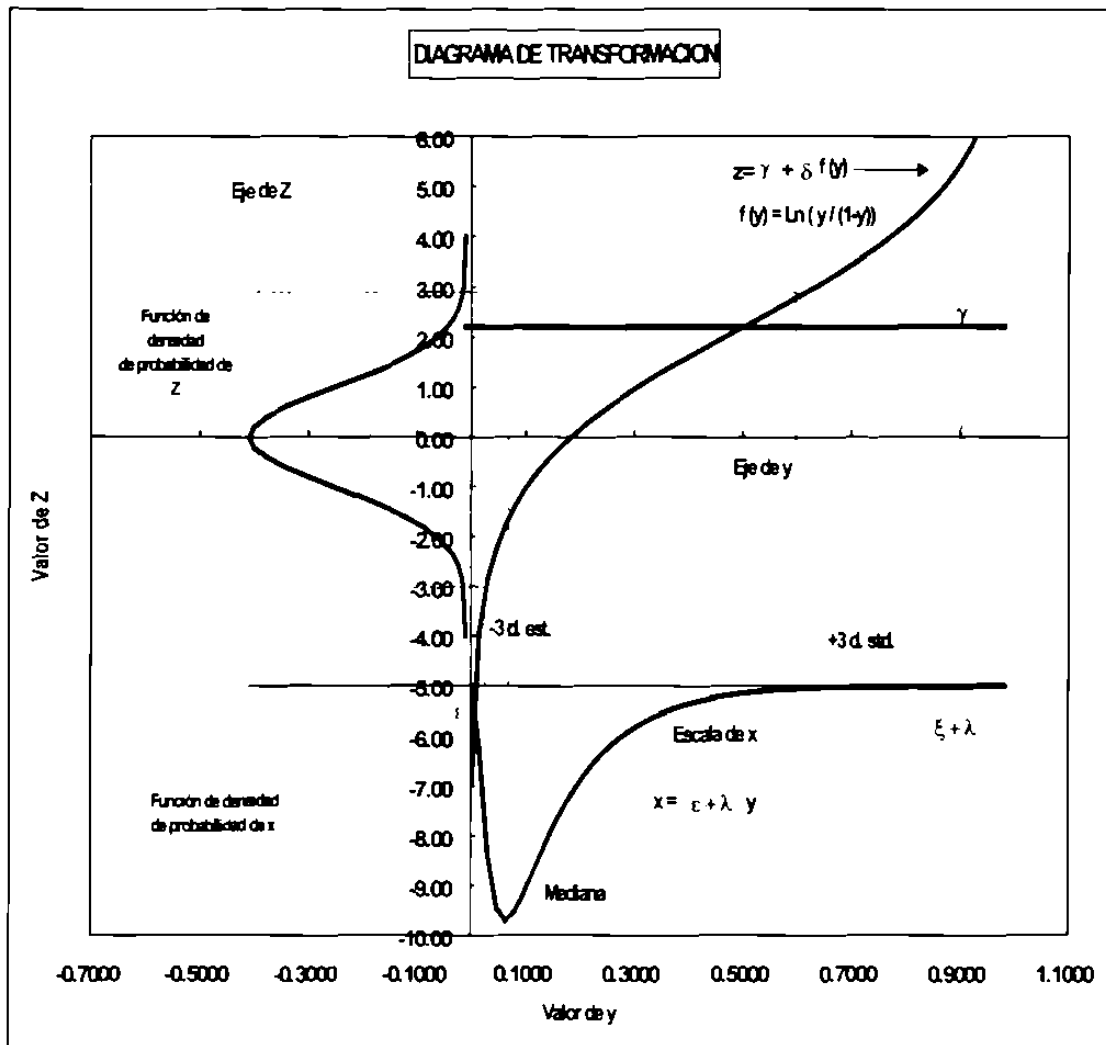


Figura 2.1 Diagrama de transformación.



# C A P I T U L O 3

## METODOLOGIA DEL ANALISIS

### 3.1 Síntesis:

En este capítulo se presentan los siguientes temas:

- Narrativa del problema
- Planteamiento del problema y suposiciones
- Determinación del valor anual con valores fijos
- Elaboración del modelo
- Cálculo del valor anual simulado
- Aplicación en la hoja de cálculo

### 3.2 Narrativa del problema

Un pequeño grupo de inversionistas piensa poner en marcha una planta de concreto premezclado en un área suburbana de rápido desarrollo a 15 millas de una ciudad grande. El grupo cree que habrá un buen mercado para el cemento premezclado en ésta área en, al menos, los siguientes 10 años, y que si establecen esta planta local, es poco probable que se establezca otra planta cerca. Las plantas existentes en la ciudad próxima, por supuesto continuarían sirviendo a esta nueva área. Los inversionistas creen que la planta podría operar aproximadamente al 75% de su capacidad 250 días por año, pues se localiza donde el clima es templado todo el año.

La planta costará \$ 100 000.00 y tendrá una capacidad máxima de 72 yardas cúbicas por día. Se estima que su valor de mercado al final de los 10 años será \$ 20,000 00, que es el valor del terreno. Para entregar el concreto, se adquirirán cuatro camiones usados, con un costo de \$ 8,000.00 cada uno, una vida estimada de 5 años y un valor de cambio de \$ 500 00 cada uno al final de este tiempo. Además de los cuatro operadores de los camiones, a quienes se les pagaría \$ 50 00 por día a cada uno, se requerirían cuatro personas para operar la planta y la oficina, lo que costaría \$175.00 diarios.

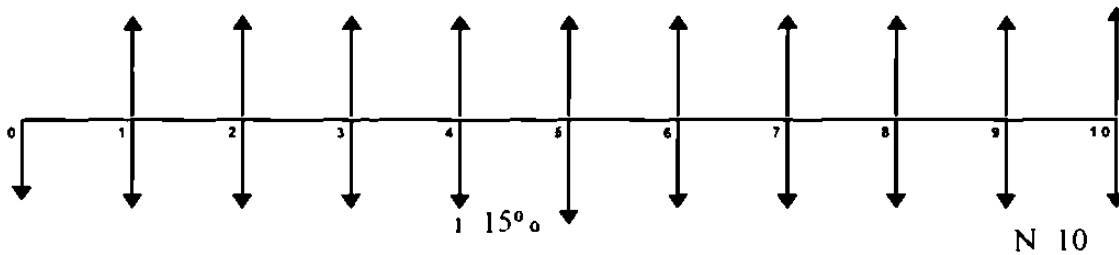
Los gastos anuales de operación y mantenimiento para la planta y la oficina se estiman en \$ 7,000 00, y los de cada camión en \$ 2,250.00, ambos en vista de una utilización del 75% de la capacidad. Se estima que los costos de materia prima son \$ 27 00 por yarda cúbica de concreto. Impuestos de nómina, vacaciones y otras prestaciones adicionales constituirán el 25% de la nómina anual. Los impuestos anuales y seguros de cada camión serían \$500 00 y los impuestos y seguros de la planta serían de \$ 1,000 00 por año. Los inversionistas no aportarían ningún trabajo a la empresa, pero se emplearía un administrador con un salario anual de \$20,000 00.

El concreto premezclado y entregado se vende en un promedio de \$45 00 por yarda cúbica. Se espera que la planta tenga una vida útil de 10 años, y, por otra parte, el capital invertido por los inversionistas devenga cerca del 15% al año antes de impuestos a las utilidades.

### 3.3 Planteamiento del problema y suposiciones

Principio 3 – Utilizar un punto de vista consistente el diagrama de flujo de efectivo descrito en la sección 2.3

### Diagrama de flujo de efectivo



### Principio 4- Utilizar una unidad de medición común

Se utilizará el valor anual neto como medida de mérito, ya que la mayoría de los datos están expresados en anualidades

### Suposiciones

- I. Se compran los cuatro camiones y la planta en el punto cero
- II. Se venden cuatro camiones y se compran otros cuatro al final del periodo 5.
- III. Se venden cuatro camiones al final del periodo 10.
- IV. La mitad de los gastos de operación y mantenimiento es fija y que la otra mitad variará con la utilización de la capacidad en una relación de línea recta. Sea  $x$  = gastos anuales de operación y mantenimiento, el 50% son fijos y el 50% de estos varía directamente con la utilización de la capacidad. Al 75% de capacidad,  $x/2 + (x/2)(0.75) = \$16,000.00$ , de tal modo que  $x = \$18,286.00$  al 100% de capacidad. Por tanto, para otro porcentaje de utilización, al 50% de capacidad, por ejemplo, los gastos de operación y mantenimiento serían:  $\$9,143.00 + 0.5(\$9,143.00) = \$13,715.00$
- V. Otros factores, como el costo de materiales, variarán en proporción directa con la utilización de la capacidad.
- VI. Los flujos de efectivo ocurren a final de periodo.

VII. Es poco probable que se establezca otra planta cerca

3.4 Determinación del valor anual a valores fijos.

Calendarización de los flujos de efectivo

Periodo	Flujos de efectivo	
0	Planta	= -\$100,000.00
	Compra camiones 4 x \$ 8,000 00	= -\$ 32,000.00
	A = (A/P, 15%, 10) =	-\$ 132,000 00(0.1993)
	A =	-\$ 26,307 60
5	Vende camiones 4 x \$ 500 00	= \$ 2,000 00
	Compra camiones 4 x \$ 8,000 00	=-\$ 32,000.00
	P = (P/F, 15%, 5) =	-\$ 30,000.00(0 4972)
	P =	-\$ 14,916 00,
	A=	-\$ 14,916 00 (A/P, 15% 10)
	A=	-\$ 2,972 76
10	Vende camiones 4 x \$ 500 00	= \$ 2,000.00
	Valor rescate terreno	= \$ 20,000.00
	A = (A/F, 15%, 10) =	\$ 22,000 00(0 0493)
	A =	\$ 1 084 60
1 .10	Valores Anuales	
	Mano de obra.	
	Choferes 4 x \$50 x 250	= -\$ 50,000 00
	Personal \$ 175 x 250	= -\$ 43,750 00
	Administrador	= <u>-\$ 20,000 00</u>
		- \$ 113,750 00

## Operaciones y mantenimiento al 75% capacidad

Camiones . 4 x \$ 2,250	=	-\$ 9,000.00
Planta y oficina	=	<u>-\$ 7,000 00</u>
		=\$ 16,000 00

## Impuestos y seguros

Camiones : 4 x \$ 500	=	-\$ 2,000 00
Planta y oficina	=	<u>-\$ 1,000 00</u>

=\$ 3,000 00

## Impuestos sobre nómina, otras prestaciones

Camiones . 0 25 x \$ 113 750

= -\$ 28,438.00

## Materiales:

72 x 250 x 0 75 x \$ 27 = -\$ 364,500 00

## Ingreso:

72 x 250 x 0 75 x \$ 45 = \$ 607,500.00

## Suma de valores anuales:

**Gastos**

Planta y camiones .	\$	26 307 60
Mano de obra	\$	113,750.00
Camiones (2da compra) .	\$	2,972 76
Operaciones y mantenimiento al 75% cap	\$	16,000.00
Impuestos y seguros	\$	3,000 00
Impuestos sobre nóminas	\$	28 438 00
<u>Materiales</u>	\$	<u>364,500 00</u>
<b>Total gastos anuales</b>	<b>\$</b>	<b>554,968.36</b>

**Ingresos**

Valor rescate planta y camiones	\$ 1,084 60
<u>Ingresos</u>	<u>\$ 607,500.00</u>
<b>Total ingresos anuales</b>	<b>\$ 608,584.60</b>

Total ingresos – total gastos anuales = \$ 608 584.60 - \$ 554,968 36

Valor anual neto = \$ 53,616.24, aparentemente el proyecto es una oportunidad de inversión atractiva

### 3.5 Elaboración del modelo

#### 3.5.1 Factores de importancia

En este problema existen tres factores que son de gran importancia y que se deben estimar: **utilización de la capacidad de la planta, precio de venta del producto y vida útil de la planta**. Hay un cuarto factor que es importante: los **costos de la materia prima**, pero cualquier cambio significativo en este factor quizá sea igual de benéfico para los competidores y probablemente se reflejaría en un cambio en el precio de venta del concreto premezclado. Los otros elementos de costo deben ser determinables con gran precisión. Por lo tanto se investigará el efecto de las variaciones en la utilización de la planta, el precio de venta, la vida útil de la planta y el costo de la materia prima.

### 3.5.2 Variables aleatorias, rangos de variación y distribuciones de probabilidad asignados a cada factor

Tabla III. Resumen de factores variables			
Factor	Valor medio	Rango de variación	Distribución de probabilidad asignada
Precio de venta	\$45 00	+/- 20% \$54 00 - \$ 36 00	Uniforme con parámetros a = \$ 36 00 y b = \$54 00
Porcentaje de utilización de la capacidad	75%	+/- 20% 90% -60%	Uniforme con parámetros a = 60% y b = 90 %
Vida útil de la planta	10 años	+/- 30 % 13 años - 7 años	Uniforme con parámetros a = 7 años y b = 13 años
Costo de materia prima	\$27 00	+/- 20% \$32 40 - \$ 21 60	Uniforme con parámetros a = \$ 21 60 y b = \$ 32 40

#### 3 5 3 Distribución uniforme UN(a,b)

La distribución uniforme se asignó a los cuatro factores, ya que no se tiene alguna referencia histórica sobre el comportamiento de éstos. La probabilidad de que ocurra un valor para la variable aleatoria  $x$ , es igual para todo el intervalo  $[a,b]$ . De otra manera, si se hubiera asignado otra distribución, por ejemplo, la normal, la probabilidad de que la variable tome valores alrededor de la media es mayor que para los valores que se alejan de la media. Por tanto, se cumple con el Principio 6: hacer explícita la incertidumbre mencionado en el Capítulo 1.

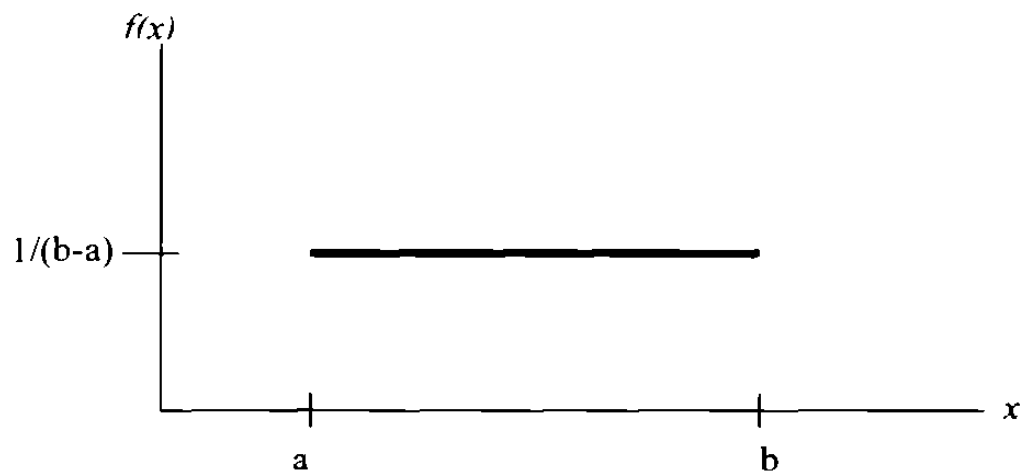


Fig. 3.1 Función de densidad de probabilidad uniforme

#### Parámetros de la distribución uniforme

$$f(x) = \frac{1}{b-a} \quad a < X < b$$

función de densidad de probabilidad (dfp).

$$F_c(x) = \frac{X-a}{b-a} \quad a < X < b$$

función de densidad de probabilidad acumulada (FDA).

$$\text{media} = \frac{b+a}{2}$$

$$\text{varianza} = \frac{(b-a)^2}{12}$$

#### 3.6 Cálculo del valor anual por medio de un simulación

A continuación se presenta la manera de calcular el valor anual por medio de la simulación

1. Se genera un número aleatorio entre 0 y 1 para cada factor, ver tabla III.



2. El número aleatorio generado se supone que es igual a la probabilidad de que la variable tome un valor en el rango [a b]. Por lo tanto, la función de densidad acumulada (FDA) se iguala al número aleatorio y se despeja para x, el valor que tomará la variable aleatoria

$$F_x(x) = \frac{X - a}{b - a} = \text{número aleatorio}$$

$$x = \text{número aleatorio} (b - a) + a$$

por ejemplo, para el precio de venta, el valor aleatorio sería, de acuerdo a la tablas II y III:

$$x = 0.845091 (\$54.00 - \$ 36.00) + \$ 36.00 = \$ 51.21$$

para el % de utilización

$$x = 0.393288 (90.00\% - 60.00\%) + 60.00\% = 71.79\%$$

para la vida útil de la planta.

$$x = 0.695842 (13.0 - 7.0) + 7.0 = 11.17 \text{ años}$$

Para el costo de materia prima:

$$x = 0.074293 (\$32.40 - \$ 21.60) + \$ 21.60 = \$ 22.40$$



Aquí una **constante** (\$132,000) se multiplica por una **variable aleatoria** que es el factor  $(A/P, i\%, N)$ , de acuerdo a la sección 2.7

$$\begin{aligned}
 5 \quad & \text{Vende camiones } 4 \times \$ 500.00 & = & \$ 2,000.00 \\
 & \text{Compra camiones } 4 \times \$ 8,000.00 & = & -\$ 32,000.00 \\
 & P = (P/F, 15\%, 5) = & -\$ 30,000.00(0.4972) \\
 & P = & -\$ 14,916.00, \\
 & A = & -\$ 14,916.00 (A/P, 15\% 11.17) \\
 & A = & -\$ 2,831.06
 \end{aligned}$$

Aquí una **constante** (-\$ 30,000) se multiplica por una **variable aleatoria** que es el factor  $(A/P, i\%, N)$ , de acuerdo a la sección 2.7

$$\begin{aligned}
 10 \quad & \text{Vende camiones } 4 \times \$ 500.00 & = & \$ 2,000.00 \\
 & \text{Valor rescate terreno} & = & \$ 20,000.00 \\
 & A = (A/F, 15\%, 11.17) & = & \$ 22,000.00(0.0398) \\
 & A & = & \$ 876.67
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 1..10 \quad & \text{Valores Anuales} \\
 & \text{Mano de obra} \\
 & \text{Choferes } 4 \times \$ 50 \times 250 & = & -\$ 50,000.00 \\
 & \text{Personal } \$ 175 \times 250 & = & -\$ 43,750.00 \\
 & \text{Administrador} & = & \underline{-\$ 20,000.00} \\
 & & & - \$ 113,750.00 \\
 & \text{Operaciones y mantenimiento al } 71.79\% \text{ capacidad} \\
 & \text{Camiones} & = & \underline{-\$ 8,834.91} \\
 & \text{Planta y oficina} & = & \underline{-\$ 6,871.60} \\
 & & = & \underline{-\$ 15,706.51}
 \end{aligned}$$

Impuestos y seguros		
Camiones · 4 x \$ 500	=	-\$ 2,000 00
Planta y oficina	=	<u>-\$ 1,000 00</u>
	=	-\$ 3,000 00

Impuestos sobre nómina, otras prestaciones		
Camiones . 0 25 x \$ 113,750		
	=	-\$ 28,438 00

Materiales:		
72 x 250 x 0.7179 x \$ 27	=	-\$ 348,899.44

Ingreso:		
72 x 250 x 0.7179 x \$ 45	=	\$ 581,499 00

Suma de valores anuales

### Gastos

Planta y camiones ·	\$	25 060 01
Mano de obra:	\$	113,750 00
Camiones (2da. compra) ·	\$	2 831 06
Operaciones y mantenimiento al 75% cap	\$	15 706 51
Impuestos y seguros	\$	3 000 00
Impuestos sobre nóminas	\$	28,438 00
<u>Materiales</u>	<u>\$</u>	<u>348,899 44</u>
<b>Total gastos anuales</b>	<b>\$</b>	<b>537,685.02</b>

### Ingresos

Valor rescate planta y camiones	\$	876 67
<u>Ingresos</u>	<u>\$</u>	<u>581,499 00</u>
<b>Total ingresos anuales</b>	<b>\$</b>	<b>582,375.67</b>

Total ingresos – total gastos anuales = \$ 582,375.67 - \$ 537,685 02

Valor anual neto = \$ 44,690 65 simulado Este proceso se repite en la simulación 1000, 1500 y 2000 veces hasta que el valor medio del valor anual empieza a converger hacia el valor del valor nominal encontrado con valores fijos en la sección 3.3

### 3.7 Aplicación en la hoja de cálculo

En esta parte de la hoja de cálculo se definen así los parámetros del problema (las letras representan columnas y los números renglones):

celda C1: interés, C4: costo de la planta, C5 valor de rescate de la planta, C6 capacidad de la planta, **C7: precio de venta** **C8: costo de materia prima**, **C9: porcentaje de la capacidad utilizada**, C10 días por año **C11: vida útil de la planta**, C12: gastos de operación y mantenimiento de la planta expresados como una función lineal del porcentaje de la capacidad, C13: impuestos y seguros de la planta, C15. número de camiones, C16 costo de un camión, C17. vida útil de la planta, C18: valor de rescate de la planta, C19. gastos de operación y mantenimiento de los camiones expresados como una función lineal del porcentaje de capacidad utilizada, C20 impuestos y seguro de los camiones, C22: número de choferes C23 sueldo de los choferes, C25: número de personas de planta y oficina, C26 sueldo del personal, C28: porcentaje sobre el total de nómina que representa gastos por otras prestaciones, y C31 sueldo del administrador Las celdas E7, E8 E9 y E11 son fórmulas para calcular el límite superior de variación del factor en base al rango de variación de las celdas D7, D8, D9 y D11 De la misma manera, las celdas F7, F8, F9 y F11 son fórmulas para calcular el límite inferior de variación de los factores

En las celdas A7, A8, A9 y A11 se alimentan los porcentajes de variación estimados para los factores El macro (subrutina) utilizado para encontrar la contribución a la varianza usa estos valores y los copia a las celdas D7, D8, D9

y D11 respectivamente. A continuación se muestra la tabulación de estos valores en la hoja de calculo.

	A	B	C	D	E	F
1		% antes de impuestos a las utilidades	0.15			
2						
3						
4		Costo planta	100000			
5		Valor rescate	20000			
6		Capacidad (yd <sup>3</sup> /día)	72	Rango + - %	Limite superior	Limite inferior
7	0.1	Precio venta (\$/yd <sup>3</sup> )	45	0.1	=C7*(1+D7)	=C7*(1-D7)
8	0.1	Costo materia prima (\$/yd <sup>3</sup> )	27	0.1	=C8*(1+D8)	=C8*(1-D8)
9	0.1	% capacidad*	0.75	0.1	=C9*(1+D9)	=C9*(1-D9)
10		Dias por año	250			
11	0.3	Vida útil (años)	10	0.3	=C11*(1+D11)	=C11*(1-D11)
12		Gasto opn y mtto (anual)*	=4000+4000* C9			
13		Impuestos y seguros (anual)	1000			
14						
15		No camiones	4			
16		Costo camión	8000			
17		Vida util (años)	5			
18		Valor rescate	500			
19		Gasto opn y mtto (anua)*	=1285 714 + C9*1285 714			
20		Impuestos y seguro (anual)	500			
21						
22		No choferes	4			
23		Sueldo (\$ d a)	50			
23						
25		No personas (planta y oficina)	4			
26		Sueldo (\$ dia)	43 75			
27		A	B			
28		Impuesto de nomina vac y otras prestaciones	0.25			
29						
30						
31		Adm nistrador (\$ año)	20000			

### Generación de valores aleatorios

En las celdas E24 a la E2023 se generan valores aleatorios para el precio de venta, de la misma manera se generan para el costo de materia prima, porcentaje de capacidad, vida útil, y, a partir de estos, se calculan los gastos e ingresos hasta llegar al valor anual en las celdas Y24 a la Y2023. El símbolo \$, agregado como \$E\$8 por ejemplo, es para mantener fijo el número de renglón para todos los valores, de otra manera al copiarlo se incrementaría por uno para cada renglón. La función de la hoja de cálculo RAND() genera un número aleatorio entre cero y uno.

Valores precio de venta, costo de materia prima porcentaje de utilización de capacidad y vida útil.

	E	F	G	H
23	Precio de venta	Costo materia prima	% capacidad	Vida útil
24	=RAND()* (\$E\$7- \$F\$7)+\$F\$7	=RAND()* (\$E\$8- \$F\$8)+\$F\$8	=RAND()* (\$E\$9\$F\$9) +\$F\$9	=RAND()* (\$E\$11\$F\$11) +\$F\$11
25	=RAND()* (\$E\$7- \$F\$7)+\$F\$7	=RAND()*(\$E\$8- \$F\$8)+\$F\$8	=RAND()* (\$E\$9\$F\$9)+ \$F\$9	=RAND()* (\$E\$11\$F\$11) +\$F\$11
26	=RAND()* (\$E\$7- \$F\$7)+\$F\$7	=RAND()* (\$E\$8- \$F\$8)+\$F\$8	=RAND()* (\$E\$9\$F\$9)+ \$F\$9	=RAND()* (\$E\$11\$F\$11) +\$F\$11

## Factores para el interés

	I	J	K
23	$(A/P, i\%, N)$	$(A/F\%, i N)$	$(A/F, i\%, N-5)$
24	$=(\$C\$1*(1+\$C\$1)^{H24})/((1+\$C\$1)^{H24-1})$	$=\$C\$1/((1+\$C\$1)^{H24-1})$	$=\$C\$1/((1+\$C\$1)^{(H24-5)-1})$
25	$=(\$C\$1*(1+\$C\$1)^{H25})/((1+\$C\$1)^{H25-1})$	$=\$C\$1/((1+\$C\$1)^{H25-1})$	$=\$C\$1/((1+\$C\$1)^{(H25-5)-1})$
26	$=(\$C\$1*(1+\$C\$1)^{H26})/((1+\$C\$1)^{H26-1})$	$=\$C\$1/((1+\$C\$1)^{H26-1})$	$=\$C\$1/((1+\$C\$1)^{(H26-5)-1})$

## Costos de la planta

	M	N	O
22	Costos de la planta		
23	Costo	Operación y mantto	Seguros e impuestos
24	$=-\$C\$4*I24+\$C\$5*J24$	$=-\$A\$12-G24*\$A\$12$	$=-(G24/\$C\$9)*\$C\$13$
25	$=-\$C\$4*I25+\$C\$5*J25$	$=-\$A\$12-G25*\$A\$12$	$=-(G25/\$C\$9)*\$C\$13$
26	$=-\$C\$4*I26+\$C\$5*J26$	$=-\$A\$12-G26*\$A\$12$	$=-(G26/\$C\$9)*\$C\$13$

## Ventas, costo materia prima y camiones

	P	Q	R
23	Ventas	Materia prima	Costo camiones
24	$=E24*\$C\$10*\$C\$6*G24$	$=-\$C\$10*G24*\$C\$6*F24$	$=\$N\$19*I24$
25	$=E25*\$C\$10*\$C\$6*G25$	$=-\$C\$10*G25*\$C\$6*F25$	$=\$N\$19*I25$
26	$=E26*\$C\$10*\$C\$6*G26$	$=-\$C\$10*G26*\$C\$6*F26$	$=\$N\$19*I26$



## Costos de camiones (continuación) y sueldos de los choferes

	S	T	U
22	Costos camiones		Sueldos
23	Operaciones y mantto.	Impuestos y seguros	Choferes
24	$=(-\$A\$19-\$A\$19*G24)$ *\$C\$15	$=(G24/\$C\$9)*$ \$C\$20*\$C\$15	$=-\$C$10*$ \$C\$22*\$C\$23
25	$=(-\$A\$19-\$A\$19*G25)$ *\$C\$15	$=(G25/\$C\$9)*$ \$C\$20*\$C\$15	$=-\$C$10*$ \$C\$22*\$C\$23
26	$=(-\$A\$19-\$A\$19*G26)$ *\$C\$15	$=(G26/\$C\$9)*$ \$C\$20*\$C\$15	$=-\$C$10*$ \$C\$22*\$C\$23

## Sueldos y prestaciones (continuación), valor anual

La función SUM(M24:X24), suma los valores en el renglón 24 de la columna M a la columna X.

	V	W	X	Y
22	Sueldos y prestaciones			Valor anual $\Sigma$ VA
23	Personal	Adm	Prestaciones	
24	$=-$ \$C\$25*\$C\$26*\$C\$10	$=-\$C$31$	$=(U24+V24+W24)$ *\$C\$28	$=SUM(M24.X24)$
25	$=-$ \$C\$25*\$C\$26*\$C\$10	$=-\$C$31$	$=(U25+V25+W25)$ *\$C\$28	$=SUM(M25 X25)$
25	$=-$ \$C\$25*\$C\$26*\$C\$10	$=-\$C$31$	$=(U26+V26+W26)$ *\$C\$28	$=SUM(M26 X26)$

Estadísticos del valor anual.

El rango Y24..Y2023 contiene los valores anuales simulados las funciones mostradas a continuación sirven para encontrar valores mínimo, máximo, media, desviación estandar, sesgo y concentración

	AA	AB
23	MIN	=MIN(Y24 Y2023)
24	MAX	=MAX(Y24 Y2023)
25	RANGO	=AB24-AB23
26		
27	MEDIA	=AVERAGE(Y24 Y2023)
28	DESV EST.	=STDEV(Y24 Y2023)
29		
30	SESGO	=SKEW(Y24 Y2023)
31	CONCENTRACION	=KURT(Y24 Y2023)+3

Contribución a la varianza

Aquí se encuentran los valores de la contribución a la varianza de cada factor. Los valores del rango AE41 AE45 se copian como valores, según el macro utilizado para la contribución de la varianza, es el valor de la desviación estandar, AF41..AF45 son las varianzas, AG41 AG45 es el decremento en la varianza ocasionado por cada factor. AH42 AH45 es la contribución a la varianza de cada factor. AH46 es la suma de las contribuciones a la varianza de los factores. AF41 es la varianza con todos los factores variables.

	AD	AE	AF	AG	AH
41		42779 998	=AE41*AE41		
42	Precio venta	25251 577	=AE42*AE42	=\$AF\$41 -AF42	=AG42/\$AF\$41
43	Costo materia prima	38401 072	=AE43*AE43	=\$AF\$41 -AF43	=AG43/\$AF\$41
44	% capacidad	41372 264	=AE44*AE44	=\$AF\$4 1-AF44	=AG44/\$AF\$41
45	Vida útil	42980 980	=AE45*AE45	=\$AF\$41 -AF45	=AG45/\$AF\$41
46					=SUM (AH42 AH45)

Macro para encontrar la contribución a la varianza de cada factor

Sub Var()

Range("A7:A11").Select

Selection.Copy

Range("D7").Select

ActiveSheet.Paste

Range("AF7").Select

ActiveWindow.LargeScroll Down = 1

Range("AF27").Select

ActiveWindow.LargeScroll Down = 1

Range("AK36").Select

ActiveWindow.SmallScroll Down = -10

Range("AB28").Select

Application.CutCopyMode = False

```
Selection.Copy
Range("AE41").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks:=
    False, Transpose:=False
Range("D7").Select
Application.CutCopyMode = False
ActiveCell.FormulaR1C1 = "0%"
Range("AB28").Select
Selection.Copy
Range("AE42").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks:= _
    False, Transpose:=False
Range("A7").Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Range("D7").Select
ActiveSheet.Paste
Range("D8").Select
Application.CutCopyMode = False
ActiveCell.FormulaR1C1 = "0%"
Range("AE9").Select
ActiveWindow.LargeScroll Down =1
Range("AB28").Select
Selection.Copy
ActiveWindow.SmallScroll Down =10
Range("AE43").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks:= _
    False, Transpose:=False
Range("A8").Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
```

```
Range("D8") Select
ActiveSheet.Paste
Range("D9").Select
Application CutCopyMode = False
ActiveCell.FormulaR1C1 = "0%"
Range("AH49").Select
ActiveWindow.SmallScroll Down =-5
Range("AB28").Select
Selection.Copy
ActiveWindow.SmallScroll Down =5
Range("AE44").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues Operation=xlNone, SkipBlanks = _
    False, Transpose:=False
Range("A9") Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Range("D9") Select
ActiveSheet.Paste
Range("D11") Select
Application.CutCopyMode = False
ActiveCell.FormulaR1C1 = "0%"
Range("AB28").Select
Selection.Copy
ActiveWindow.SmallScroll Down =10
Range("AE45").Select
Selection.PasteSpecial Paste =xlValues, Operation =xlNone, SkipBlanks = _
    False, Transpose:=False
Range("A11").Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Range("D11") Select
```

```

ActiveSheet Paste
Application CutCopyMode = False
Range("AH49").Select
End Sub

```

### Histograma

Se utiliza la función frequency (arreglo de valores, arreglo de celdas) El rango de los valores del valor anual es de la celda Y24 a la celda Y2023, el rango de las celdas para el histograma es de la celda AE33 a la celda AE39 La celda AB34 tiene el ancho de celda.

	AE	AF
22	Celdas	Frecuencia
23	=AB23-2*AB34	=FREQUENCY(Y24 Y2023,AE23 AE39)
24	=AE23+\$AB\$34	=FREQUENCY(Y24 Y2023,AE23 AE39)
25	=AE24+\$AB\$34	=FREQUENCY(Y24 Y2023,AE23 AE39)
26	=AE25+\$AB\$34	=FREQUENCY(Y24 Y2023,AE23 AE39)
27	=AE26+\$AB\$34	=FREQUENCY(Y24 Y2023,AE23 AE39)
28	=AE27+\$AB\$34	=FREQUENCY(Y24 Y2023,AE23 AE39)
29	=AE28+\$AB\$34	=FREQUENCY(Y24 Y2023 AE23 AE39)
30	=AE29+\$AB\$34	=FREQUENCY(Y24 Y2023,AE23 AE39)
31	=AE30+\$AB\$34	=FREQUENCY(Y24 Y2023 AE23 AE39)
32	=AE31+\$AB\$34	=FREQUENCY(Y24 Y2023,AE23 AE39)
33	=AE32+\$AB\$34	=FREQUENCY(Y24 Y2023,AE23 AE39)
34	=AE33+\$AB\$34	=FREQUENCY(Y24 Y2023 AE23 AE39)
35	=AE34+\$AB\$34	=FREQUENCY(Y24 Y2023,AE23 AE39)
36	=AE35+\$AB\$34	=FREQUENCY(Y24 Y2023 AE23 AE39)
37	=AE36+\$AB\$34	=FREQUENCY(Y24 Y2023 AE23 AE39)
38	=AE37+\$AB\$34	=FREQUENCY(Y24 Y2023,AE23 AE39)
39	=AE38+\$AB\$34	=FREQUENCY(Y24 Y2023 AE23 AE39)

# C A P I T U L O 4

## RESULTADOS DE LA SIMULACION

### 4.1 Síntesis

Este capítulo trata los siguientes temas

- Determinación del número de pruebas para la simulación
- Distribución de probabilidad para el valor anual simulado
- Contribución a la varianza de la distribución del valor anual de cada factor
- Alternativas para reducir el riesgo

### 4.2 Determinación del número de pruebas

Los resultados se obtuvieron simulando cinco veces mil, mil quinientos y dos mil veces el valor anual respectivamente

Tabla V Variación de la media				
n	Minimo	Maximo	Rango	% variación
1000	\$44 816	\$54 867	\$10 051	19%
1500	\$48 976	\$56 873	\$7 897	15%
2000	\$53,165	\$55 551	\$2,386	4%

n	Mínimo	Máximo	Rango
1000	\$85 545	\$89 368	\$3,823
1500	\$82 235	\$90 752	\$8 517
2000	\$86,349	\$87 856	\$1,507

De acuerdo a los resultados anteriores (ver tablas IV y V) una simulación de dos mil valores, es satisfactoria con un 4% de variación en la media. El rango de variación de la desviación estandar se redujo de \$3 823 00 a \$1,507 00 aproximadamente el 60 % =  $(\$ 3,823 - \$1,507) / \$3,823$ . Por tanto, una simulación de dos mil muestras se considera satisfactoria para los propósitos de este estudio.

### Resultados de la simulación

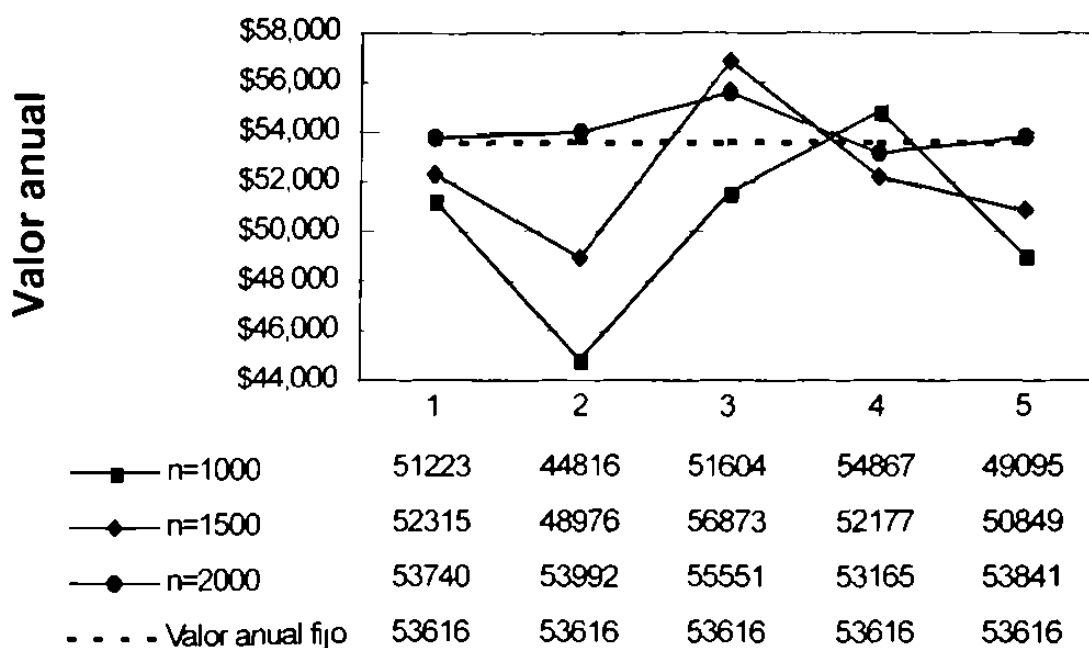


Figura 4 1 Resultados de la simulación



#### 4.3 Distribución de probabilidad resultante del valor anual y ajuste de curvas de probabilidad.

Histograma del valor anual

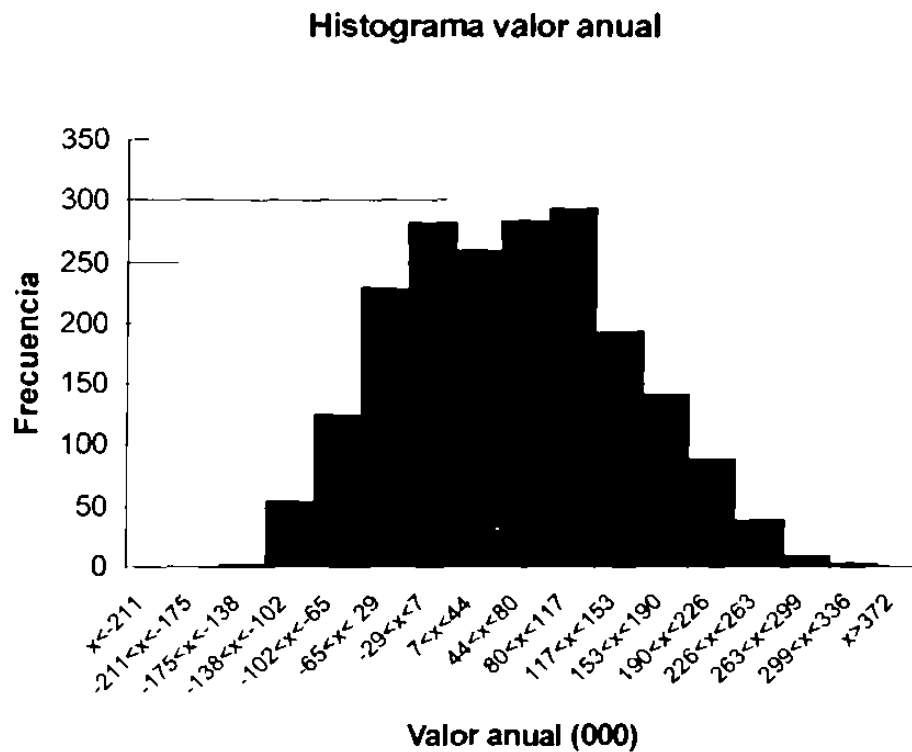


Figura 4 2 Histograma del valor anual

Tabla VII Estadísticos del valor anual			
Valor mínimo -\$ 138,396.13	Valor máximo \$ 299,277.87	Rango \$ 437 624.00	Media \$ 51,883.32
Desv. est \$ 87,809.93	Sesgo $\beta$ 0.20	Concentración $\beta_2$ 2.50	No valores 2000

De acuerdo a la tabla VI, los factores de sesgo y concentración, difieren con los de una distribución normal que son cero y tres respectivamente, según se expuso en el Capítulo 2. De acuerdo a estos parámetros se hace un ajuste de curva del sistema de Sb de Johnson por igualación de los primeros cuatro momentos (la discusión sobre este procedimiento queda fuera del objetivo de este documento), obteniendo

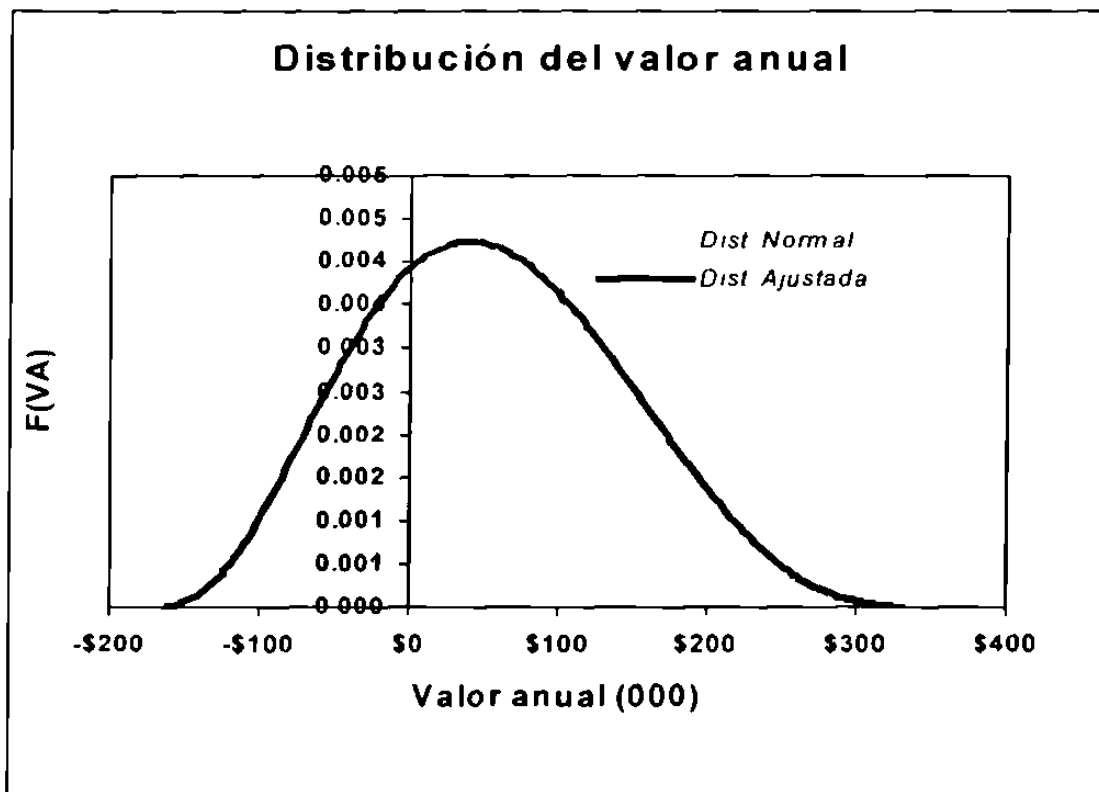


Figura 4.3 Distribución de probabilidad del valor anual

En la figura 4.3 se pueden ver los efectos de los parámetros de sesgo y concentración en comparación con una distribución normal.

### Parámetros de la distribución anual

Se encuentran a continuación en la tabla VII, los valores del valor anual están expresados en miles. La notación Z: N(0,1) indica una distribución normal estandarizada Ver gráfica 1, sección 2.9

Media \$ 51 883	D. estandar \$ 87 809	$\gamma$ 0 4423	$\delta$ 1 4700	$\lambda$ 562 44
$\beta_1$ 0.04	$\beta_2$ 2.50	$\mu'(y)$ 0 4323	$\sigma'(y)$ 0 1519	$\xi$ \$-190 38
$\beta^{1/2}$ 0.20		$\lambda + \omega$ \$ 379 63		
	Z N(0,1)	Porcentaje Acumulado	Punto de la distribución del Valor Anual (000)	
	-4.0	0 0032%	\$-163 912	
	-3.0	0 1350%	\$-140 379	
	-2.5	0 6210%	\$-122 532	
	-2.0	2 2750%	\$-99 428	
	-1.5	6 6807%	\$-70 339	
	-1.0	15 8655%	\$-34 964	
	-0.5	30 8538%	\$ 6 278	
	0.0	50 0000%	\$ 52 065	
	0.5	69 1462 %	\$ 100 214	
	1.0	84 1345%	\$ 148 046	
	1.5	93 3193%	\$ 192 949	
	2.0	97 7250%	\$ 232 920	
	2.5	99 3790 %	\$ 266 851	
	3.0	99 8650 %	\$ 294 512	
	4.0	99 9968 %	\$ 333 088	

Frecuencias observadas y esperadas para el valor anual					
Rango del valor anual (000)	Frecuencia observada	Frecuencia esperada, $S_B$	Frecuencia esperada, Normal	$(F_{Obs} - F_{esp})^2 / F_{esp} S_B$	$(F_{Obs} - F_{esp})^2 / F_{esp} Norma$
$x < \$-102$	46	40.978	68.538	0.615	7.412
$\$-102 < x < \$-66$	128	112.288	91.428	2.198	14.629
$\$-66 < x < \$-30$	184	198.634	162.736	1.078	2.779
$\$-30 < x < \$ 6$	253	266.536	244.176	0.687	0.319
$\$ 6 < x < \$ 42$	306	300.651	308.847	0.095	0.026
$\$ 42 < x < \$ 79$	259	298.485	329.314	5.223	15.013
$\$ 79 < x < \$ 115$	303	265.745	296.009	5.223	0.165
$\$ 115 < x < \$ 151$	222	212.514	224.297	0.423	0.024
$\$ 151 < x < \$ 187$	150	150.576	143.272	0.002	0.316
$\$ 187 < x < \$ 223$	88	91.422	77.146	0.128	1.527
$\$ 223 < x < \$ 259$	49	44.460	35.016	0.464	5.585
$\$ 259 < x < \$ 295$	12	17.724	19.663	1.849	2.987
$x > \$ 295$	0	0.000	0.000		
$\Sigma$	2000	2000	2000	$\chi^2$ 17.987	$\chi^2$ 50.781
				$\nu$ 7	$\nu$ 9
			$\alpha$ 0.010	$\chi_{\alpha}^2$ 18.475	$\chi_{\alpha}^2$ 21.666

Donde:  $\nu$  – grados de libertad,  $\alpha$  nivel de significancia y  $\chi^2$  = estadístico chi-cuadrado. Ver a Johnson, N L. citado en la bibliografía

De acuerdo a la curva de probabilidad ajustada se estima la probabilidad (riesgo) de que el valor anual sea cero o menor que cero, también se estima asumiendo normalidad, para, de esta manera determinar como los parámetros de sesgo y concentración afectan la estimación del riesgo.

Estimación del riesgo		
P(Valor Anual $\leq$ 0)	28 69%	Curva ajustada
P(Valor Anual $\leq$ 0)	26 20%	Curva normal

De acuerdo a la estimación de riesgo existe una probabilidad de aproximadamente del **30%** de que este proyecto no sea rentable, en otras palabras 30 de cada 100 proyectos perderán dinero. El efecto de los parámetros de sesgo y concentración **no** son significativos si se hubiera utilizado una curva normal para la estimación del riesgo en este caso.

#### 4.4 Contribución de los factores a la varianza de la distribución del valor anual.

El siguiente paso en el análisis, es determinar cómo contribuyen los factores a la varianza de la distribución resultante. El objetivo de esta sección es el de encontrar el factor con mayor influencia en la varianza para poder llevar a cabo un re-asesoramiento de dicho factor. El método utilizado es la simulación en el siguiente orden.

1. Se corren cinco simulaciones (dos mil pruebas) con los rangos par todos los factores de variación definidos en la tabla II
2. Se obtiene el valor de la varianza  $\text{Varianza} = (\text{desviación estándar})^2$ . Se obtiene un promedio de las cinco simulaciones y este valor se registra .
3. Se corren cinco simulaciones ( dos mil pruebas) con el rango de variación fijo del factor  $i$  definido en la tabla II y manteniendo variable el valor de los tres factores restantes. El valor fijo es el valor medio definido en la tabla II.
4. Se repite el paso 2
5. Se repite el paso 3 y 2 para cada uno de los factores definidos
6. Se obtiene el decremento de la varianza. A la varianza obtenida en al paso 1 se le resta la varianza obtenida en los pasos 3, 4 y 5. Se registra cada decremento para cada factor
7. Se divide el decremento de la varianza obtenida para cada factor entre la varianza obtenida cuando todos los factores son variables, encontrando de este modo la contribución a la varianza de cada factor

Nota: la cantidad de cinco veces es arbitraria, y se considera suficiente debido al número de dos mil pruebas definido anteriormente

#### Resumen del riesgo y la contribución a la varianza de los factores

Contribución a la varianza de los factores			
Factor	Contribución a la varianza	Rango de variación del factor %	Rango de variación del factor
<b>Precio de venta</b>	<b>66.4%</b>	+/- 20%	\$54 00 - \$36.00
Costo materia prima	20.6%	+/- 20%	\$32.40 - \$ 21 60
% de capacidad	11.1%	+/- 20%	90% - 60%
Vida útil	2 26%	+/- 30%	13 – 7 años

La contribución a la varianza indica que el proyecto es **muy sensible al precio de venta**, moderadamente sensible al costo de materia prima y poco sensible al porcentaje de capacidad y prácticamente **insensible a la vida útil**. Por lo tanto el precio de venta y el costo de la materia prima son los factores que se deben re-asesorar. Además existe un riesgo del 30% de no ganar o perder dinero.

#### 4.5 Alternativas para reducir el riesgo de obtener un valor anual negativo.

En base a el análisis anterior, se proponen alternativas para reducir el riesgo por medio de el re-asesoramiento de los factores con mayor contribución a la varianza. De tal manera se proponen las siguientes alternativas:

**Alternativa 1:** reducir la variación del precio de venta de +/- 20% a +/-10% y dejar los demás factores de acuerdo a la propuesta original. El resumen es como sigue:

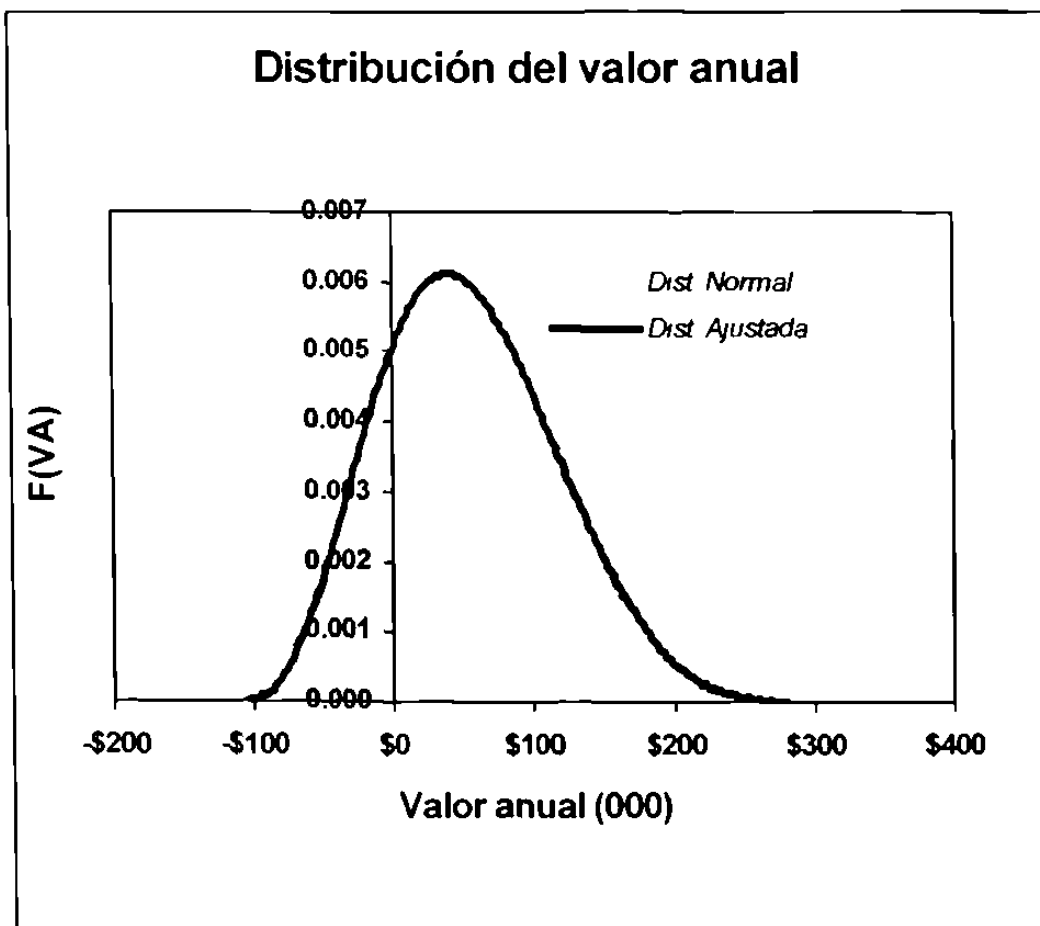


Figura 4 4 Distribución del valor anual para la alternativa 1.

Estimación del riesgo		
P(Valor Anual<=0)	20 1%	Curva ajustada
P(Valor Anual<=0)	18 7%	Curva normal

Contribución a la varianza de los factores			
Factor	Contribución a la varianza	Rango de variación del factor %	Rango de variación del factor
Precio de venta	33.8%	+/- 10%	\$49.50 - \$40.50
<b>Costo materia prima</b>	<b>49.4%</b>	+/- 20%	\$32.40 - \$21.60
% de capacidad	16.6%	+/- 20%	90% - 60%
Vida útil	4.1%	+/- 30%	13 - 7 años

Comparado con la propuesta original el riesgo se reduce del 30% al 20% y el proyecto se hace más **sensible al costo de materia prima**. Ver apéndice "A" para encontrar el histograma y los parámetros de la distribución del valor anual.



**Alternativa 2:** reducir la variación del costo de materia prima de +/- 20% a +/- 10% y dejar los demás factores de acuerdo a la alternativa 1. El resumen es como sigue:

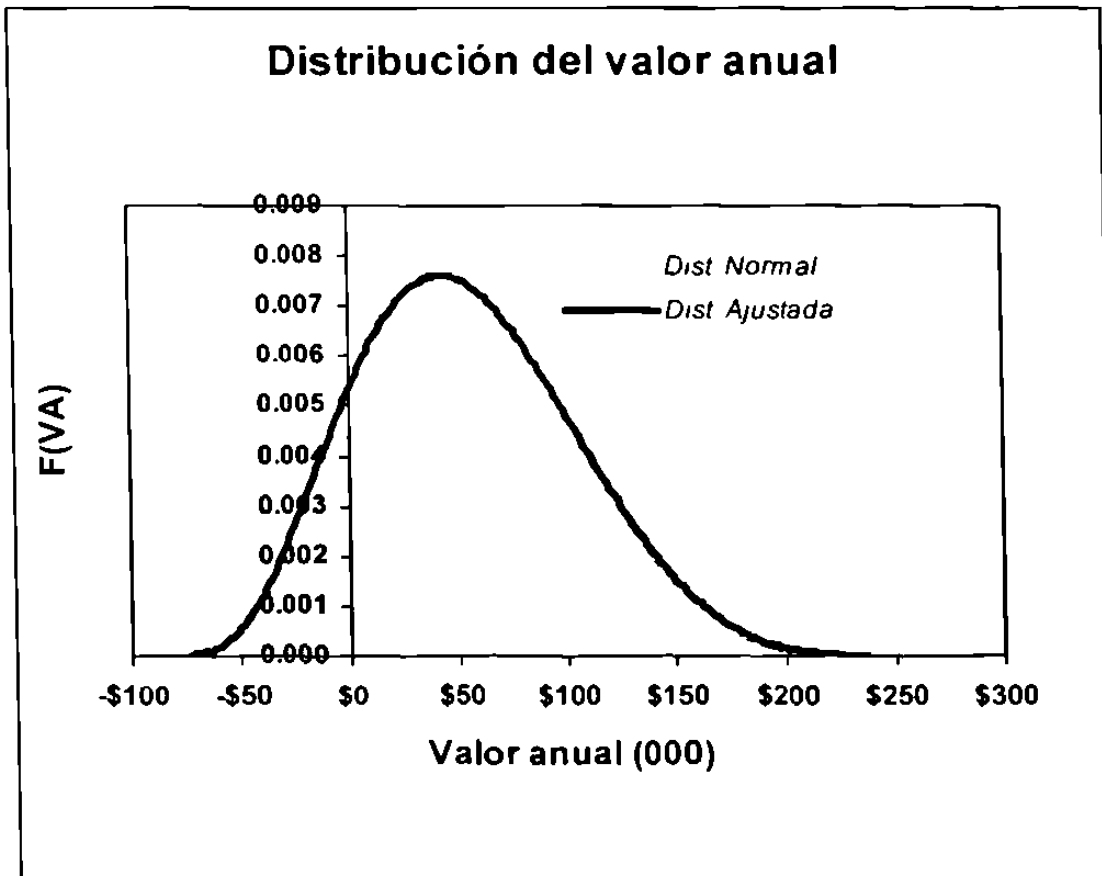


Figura 4 5 Distribución del valor anual para la alternativa 2.

Estimación del riesgo		
P(Valor Anual<=0)	14 7%	Curva ajustada
P(Valor Anual<=0)	14 2%	Curva normal

Contribución a la varianza de los factores			
Factor	Contribución a la varianza	Rango de variación del factor %	Rango de variación del factor
<b>Precio de venta</b>	<b>50.9%</b>	+/- 10%	\$49 50 - \$40 50
Costo materia prima	20.5%	+/- 10%	\$29 70 - \$24.30
% de capacidad	26.9%	+/- 20%	90% - 60%
Vida útil	2.8%	+/- 30%	13 - 7 años

Comparado con la propuesta original el riesgo se reduce del 20% al 14% y el proyecto se hace **más sensible al precio de venta**, moderadamente sensible al porcentaje de utilización de la capacidad y al costo de materia prima y prácticamente insensible a la vida útil. Ver apéndice "A" para encontrar el histograma y los parámetros de la distribución del valor anual.

**Alternativa 3:** reducir la variación del porcentaje de capacidad de +/- 20% a +/-10% y dejar los demás factores de acuerdo a la propuesta original. El resumen es como sigue:

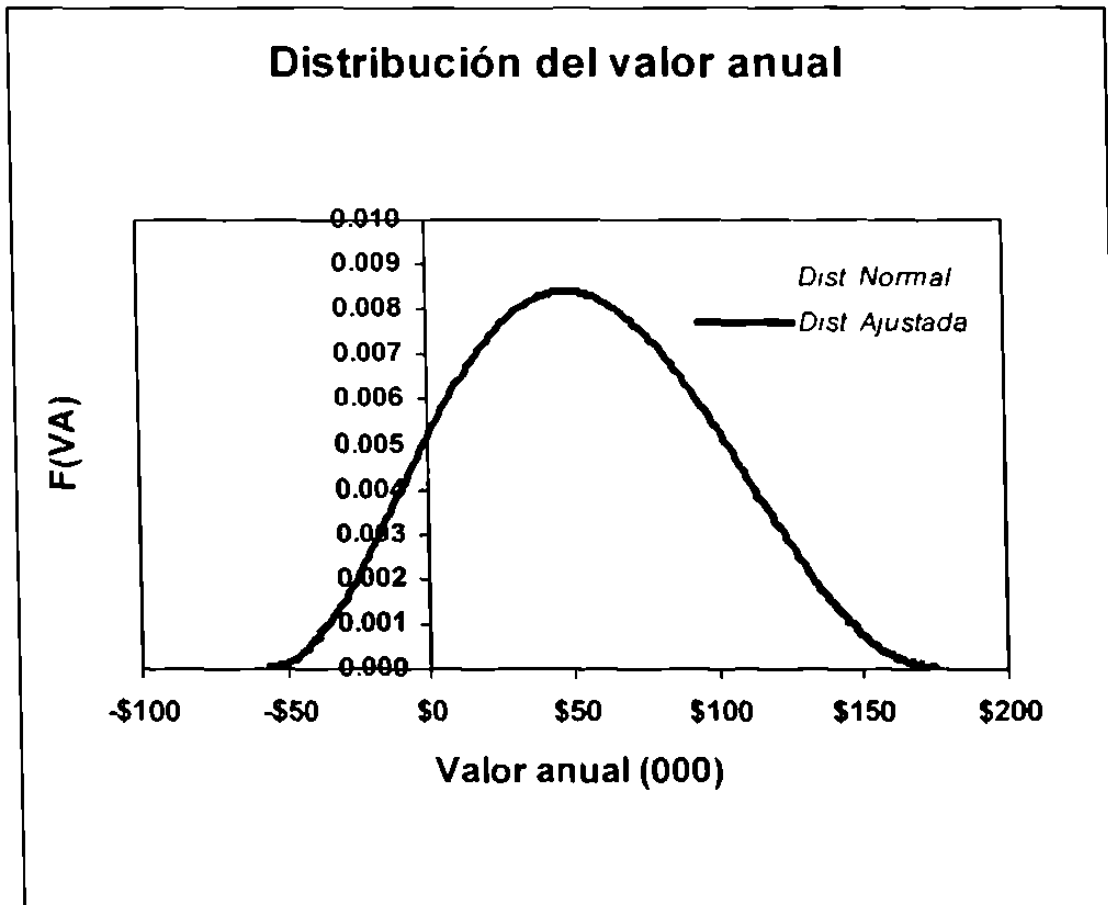


Figura 4.6 Distribución de probabilidad para la alternativa 3

Estimación del riesgo		
P(Valor Anual<=0)	12.37%	Curva ajustada
P(Valor Anual<=0)	11.77%	Curva normal

Contribución a la varianza de los factores			
Factor	Contribución a la varianza	Rango de variación del factor %	Rango de variación del factor
<b>Precio de venta</b>	<b>64.6%</b>	+/- 10%	\$49 50 - \$40 50
Costo materia prima	23.9%	+/- 10%	\$29 70 - \$24 30
% de capacidad	12.6%	+/- 10%	%82.5 - %67.5
Vida útil	2.3%	+/- 30%	13 – 7 años

Comparado con la propuesta original el riesgo se reduce del 15% al 11% y el proyecto se hace más sensible al precio de venta. Ver apéndice "A" para encontrar el histograma y los parámetros de la distribución del valor anual.

# C A P I T U L O 5

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Síntesis

En este capítulo se presentan los siguientes temas:

- Resumen del análisis riesgo
- Resumen del análisis contribución a la varianza de los factores
- Resumen y recomendaciones

### 5.2 Análisis de riesgo

Como se indica en la tabla IX, el riesgo estimado podría reducirse del 30% al 12%, en caso de que los rangos de variación mostrados en la tabla IX se cumplieran en el largo plazo. El riesgo se podría reducir aún más a costa de una reducción en el rango de variación de los factores lo cual desde un punto de vista práctico no sería realista. En la gráfica 5.1 se muestra como varía el riesgo de acuerdo a la desviación estandar del valor anual para la propuesta original y para las tres alternativas.

Tabla IX Resumen del análisis riesgo				
	Propuesta original	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Factor	Rango de variación del factor %	Rango de variación del factor %	Rango de variación del factor %	Rango de variación del factor
Precio de venta	+/- 20%	+/- 10%	+/- 10%	+/- 10%
Costo materia prima	+/- 20%	+/- 20%	+/-10%	+/- 10%
% de capacidad	+/- 20%	+/- 20%	+/-20%	+/- 10%
Vida útil	+/- 30%	+/- 30%	+/- 30%	+/- 30%
<b>Riesgo</b>	<b>30%</b>	<b>20%</b>	<b>15%</b>	<b>12%</b>

### Riesgo para los casos propuestos

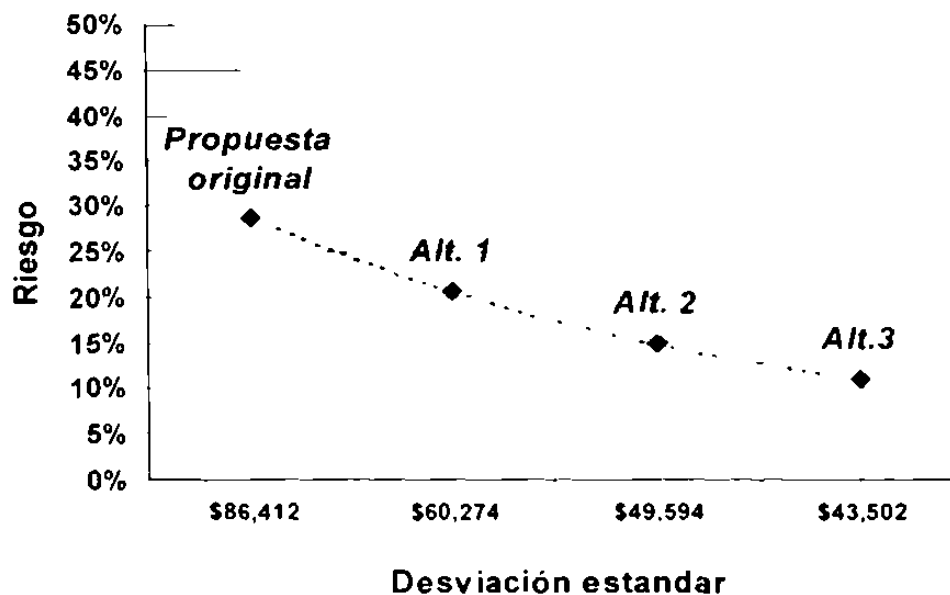


Figura 5.1 Resumen grafico de simulación por computadora

### 5.3 Contribución a la varianza

Como se indica en la tabla X, el precio de venta es el factor que más contribuye a la varianza, o, en otras palabras, el proyecto es muy sensible al precio de venta y prácticamente insensible a la vida útil de la planta. Desde este punto de vista, este último factor podría eliminarse en el estudio y concentrarse en los factores de precio de venta, costo de materia prima y porcentaje de utilización de la capacidad. Cuando los rangos de variación del precio de venta y el costo de materia prima se mantienen iguales el factor principal es el precio de venta, lo que muestra la tabla X para la propuesta original y para las alternativas 2 y 3. En cambio, en la alternativa 1, los rangos de variación son diferentes para estos dos factores, siendo ahora el factor principal el costo de materia prima.

	Propuesta original	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Factor	Contribución a la varianza	Contribución a la varianza	Contribución a la varianza	Contribución a la varianza
Precio de venta	<b>66.4%</b>	33.8%	<b>50.9%</b>	<b>64.6%</b>
Costo materia prima	20.6%	<b>49.4%</b>	20.5%	23.9%
% de capacidad	11.1%	16.6%	26.9%	12.6%
Vida útil	2.26%	4.1%	2.8%	2.3%
Total*	100.4%	104.0%	101.1%	103.4%

\*Los totales difieren del 100% debido a la inherencia aleatoria de este proceso.

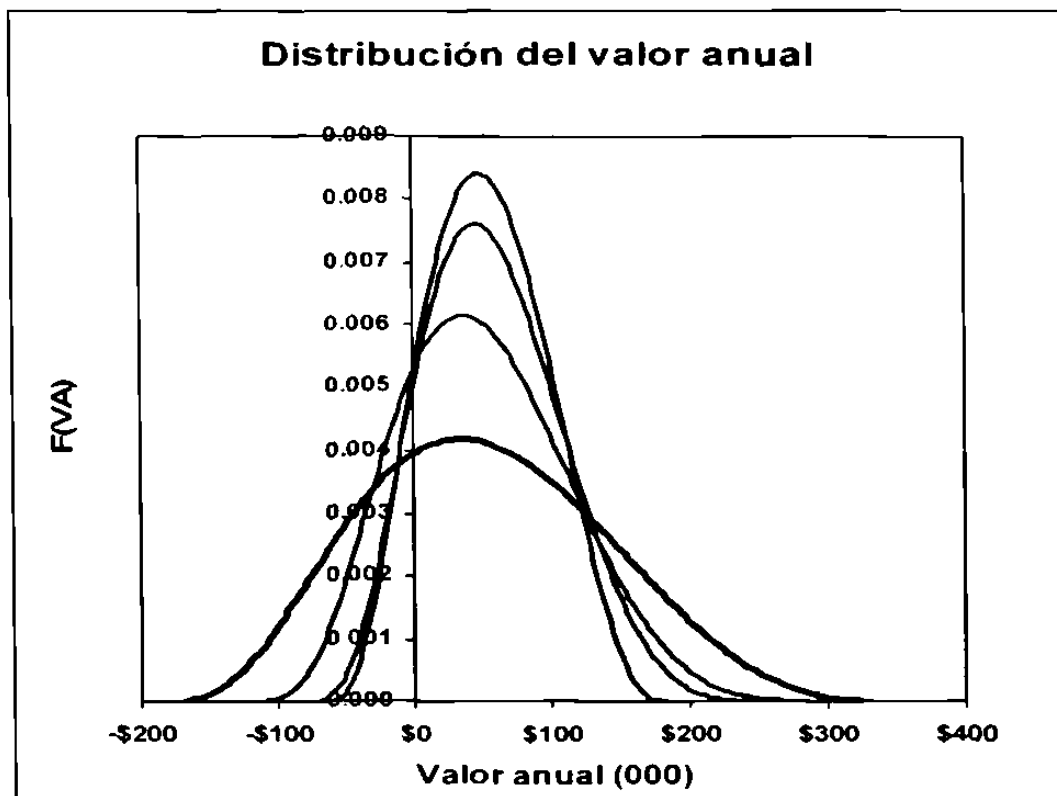


Figura 5.2 Distribuciones del valor anual para las alternativas.

En la figura 5.2 se muestran las diferentes curvas de probabilidad ajustadas en la misma escala. La curva más baja corresponde a la propuesta original, la que sigue en altura a la alternativa 1 y así sucesivamente a la alternativa 3, que es la de menor riesgo. Nótese el efecto de la desviación estándar en la dispersión de las curvas. El área bajo cada curva desde menos infinito hasta el eje vertical cuando el valor anual es cero, corresponde a el riesgo estimado. Los valores de sesgo y concentración para las distribuciones del valor anual de las alternativas son



Párametro de la distribución	Propuesta original	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Sesgo	0.2	0.3	0.3	0.1
Concentración	2.5	2.7	2.7	2.5
Desv. Estandar	\$ 87,809	\$61,627	\$ 49,909	\$ 42,657
Rango	\$ 437,624	\$ 323,397	\$ 274,702	\$ 214,641

Se podría decir que las alternativas 2 y 3 son prácticamente iguales, por tanto en todo caso se decidiría por la alternativa 2

#### 5. 4 Resumen y recomendaciones

Los factores que se tienen que re-asesorar en orden de importancia son.

1. El precio de venta
2. El costo de materia prima
3. El porcentaje de utilización de la planta

El factor de vida útil de la planta debe de eliminarse del estudio, ya que el proyecto es prácticamente insensible a este. En las alternativas, se sugieren algunos cambios en la variación de los factores y se presentan los resultados en la tabla IX. Se pueden hacer muchas combinaciones para evaluar resultados, sin embargo la discusión presentada aquí se considera suficiente, ya que, el objetivo es ilustrar la metodología de una simulación Monte Carlo para una toma de decisión.

## BIBLIOGRAFIA

Cox, N.

Volume 11: How to perform statistical tolerance analysis  
American Society for Quality Control, 1986.

De Garmo, P.

Ingeniería Económica, décima edición  
Prentice Hall, 1998.

Johnson, N.L.

Frequency curves generated by methods of translation  
Biometrika Vol 36  
The College University, London 1936

Pearson, E.S.

Biometrika tables for statisticians Vol II  
Cambridge University Press, 1972

Taha, H.

Investigación de Operaciones, segunda edición  
Alfa Omega, 1995

Taylor, G A

Ingeniería Económica, decima tercera edicion  
Limusa, 1985.

Winston, W L

Introduction to Mathematical Programming second edition  
International Thomson Publishing, 1995

## LISTADO DE TABLAS Y FIGURAS

Tablas	Página
I. Factores y símbolos de interés compuesto discreto. . . . .	15
II. Factores y símbolos de interés compuesto continuo. . . . .	16
III. Resumen de factores variables . . . . .	28
IV Cálculo de valores aleatorios para los factores . . . . .	31
V. Variación de la media.....	44
VI. Variación de la desviación estandar . . . . .	45
VII. Estadísticos del valor anual . . . . .	46
VIII Parámetros de la distribución del valor anual . . . . .	48
IX. Resumen del análisis: riesgo . . . . .	59
X. Resumen del análisis: contribución a la varianza . . . . .	60

## Figuras

2.1 Diagrama de transformación . . . . .	21
3.1 Función de densidad uniforme . . . . .	29
4.1 Resultados de la simulación.....	45
4.2 Histograma del valor anual propuesta original . . . . .	46
4.3 Distribución de probablilidad del valor anual propuesta original . . . . .	47
4.4 Distribución de probablilidad del valor anual alternativa 1 . . . . .	52
4.5 Distribución de probablilidad del valor anual alternativa 2.....	54
4.6 Distribución de probablilidad del valor anual alternativa 3 . . . . .	56
5.1 Resumen gráfico de la simulacion por computadora . . . . .	59
5.2 Distribuciones del valor anual . . . . .	61

## GLOSARIO

Concentración (kurtosis) parámetro usado para determinar la concentración de datos alrededor de la media en una distribución de probabilidad. Técnicamente se conoce como el cuarto momento de los datos con respecto a la media.

Curva  $S_B$ : familia de curvas del sistema de curvas de frecuencia de N.L. Johnson, ver bibliografía

Heurístico: método iterativo de optimización que no garantiza la optimalidad de la solución, simplemente busca una aceptable solución factible al problema.

Macro: subrutina utilizada en programación

Sesgo (skewness). parámetro usado para determinar la simetría de una distribución de probabilidad con respecto a la media de la distribución. Técnicamente se conoce como el tercer momento de los datos con respecto a la media.

Programación lineal método iterativo de optimización que garantiza la optimalidad de la solución

## RESUMEN AUTOBIOGRAFICO

Titulo de la Tesis:

"Análisis de una Propuesta de una Nueva Empresa por medio de Simulación", en opción al grado de Maestro en Ciencias de la Administración con especialidad en Finanzas.

Lugar y fecha de nacimiento:

Saltillo, Coah., 16/03/67.

Nombre de los padres:

Fernando Estavillo García †

María Luisa Pedroza Aguirre †

Nivel de estudios:

Ingeniero Industrial en Producción

Cédula profesional No. 3113102.

Instituto Tecnológico de Saltillo, 1990.

Experiencia Profesional.

1991-1993

Valenite GTE

Servicio a sistemas de compensación hidráulica para desgaste de herramienta, servicio técnico en herramientas de corte

1993 -

DaimlerChrysler de México, S A de C V

Departamento de Planeación Avanzada de Manufactura

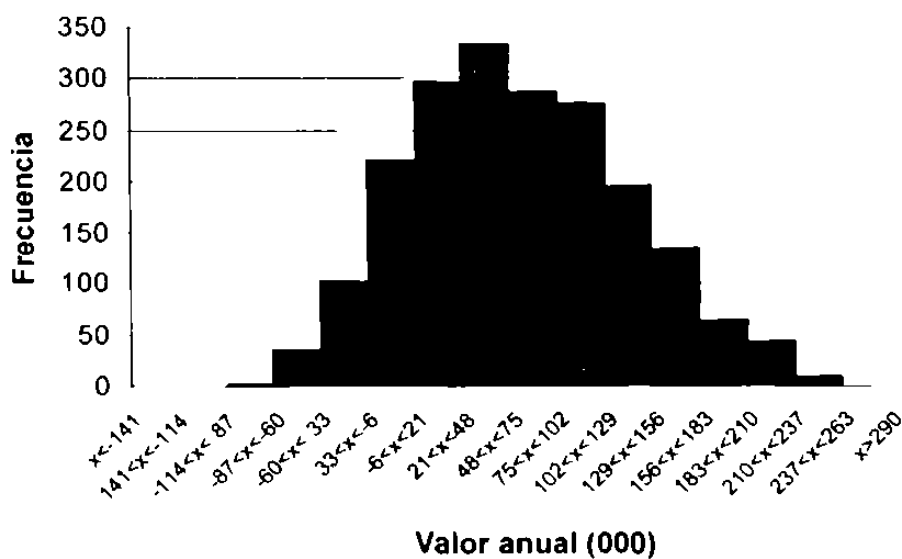
Ingeniero de la Producción

Evaluación de proyectos, diseño de procesos de manufactura, compra y puesta en marcha de equipo y fabricación de prototipos para componentes de motores de combustión interna

## APENDICE "A"

Alternativa 1: reducir la variación del precio de venta de +/- 20% a +/-10% y dejar los demás factores de acuerdo a la propuesta original

### Histograma valor anual



### Histograma del valor anual para alternativa 1

Estadísticos del valor anual			
Valor mínimo	Valor máximo	Rango	Media
-\$86,860 96	\$236 536 21	\$323 397 17	\$53,648 30
Desv. est	Sesgo $\beta$	Concentracion $\beta_2$	No valores
\$61,627 18	0 30	2 70	2000

APENDICE "A"

Parámetros de la distribución del valor anual(000)					
Media \$ 53 648	D estandar \$ 61 627	$\gamma$ 0 8431	$\delta$ 1 7410	$\lambda$ 482 59	$\lambda+\xi$ \$ 348 370
$\beta_1$ 0 30	$\beta_2$ 2 70	$\sigma(\gamma)$ 0 3893	$\mu'(\gamma)$ 0 1277	$\xi$ \$-134 225	

Puntos de la distribución del valor anual		
Z. N(0,1)	Porcentaje Acumulado	Punto de la distribución del Valor Anual
-4 0	0 0032%	\$-106 082
-3.0	0 1350%	\$-86 407
-2 5	0 6210%	\$-72 532
-2 0	2 2750%	\$-55 362
-1 5	6 6807%	\$-34 545
-1 0	15 8655%	\$-9 924
-0 5	30 8538%	\$ 18 354
0 0	50 0000%	\$ 49 762
0 5	69 1462%	\$ 83 372
1 0	84 1345 %	\$ 117 937
1 5	93 3193%	\$ 152 061
2 0	97 7250%	\$ 184 417
2 5	99 3790%	\$ 213 945
3 0	99 8650 %	\$ 239 963
4 0	99 9968%	\$ 280 687

## APENDICE "A"

Frecuencias observadas y esperadas del valor anual

Rango del valor anual (000)	Frecuencia observada	Frecuencia esperada, $S_B$	Frecuencia esperada Normal	$(F_{Obs} - F_{esp})^2 / F_{esp} S_B$	$(F_{Obs} - F_{esp})^2 / F_{esp, Normal}$
\$-87 < x < \$-60	38	33 753	65 375	0 534	11.463
\$-60 < x < \$-33	102	109 068	94 533	0 458	0.590
\$-33 < x < \$-6	221	211 141	173 097	0 460	13 257
\$-6 < x < \$ 21	296	293 654	262 569	0 019	4.256
\$ 21 < x < \$ 48	332	329 474	329 954	0 019	0.013
\$ 48 < x < \$ 75	288	315 363	343 498	2 374	8 967
\$ 75 < x < \$ 102	276	264 365	296 250	0 512	1 384
\$ 102 < x < \$ 129	195	195 738	211 666	0 003	1 312
\$ 129 < x < \$ 156	136	127 344	125 284	0 588	0 917
\$ 156 < x < \$ 183	64	71 422	61 429	0 771	0.108
\$ 183 < x < \$ 210	43	33 260	24 950	2 852	13 058
\$ 210 < x < \$ 237	9	15 412	12 045	2 668	0.770
$\Sigma$	2000	2000	2000	$\chi^2$ 11 259	$\chi^2$ 56 094
				$\nu$ 7	$\nu$ 9
			$\alpha$ 0 01	$\gamma_{\alpha}^2$ 18 475	$\gamma_{\alpha}^2$ 21 666



## APENDICE "A"

Alternativa 2: reducir la variación del costo de materia prima de +/- 20% a +/- 10% y dejar los demás factores de acuerdo a la alternativa 1

### Histograma valor anual

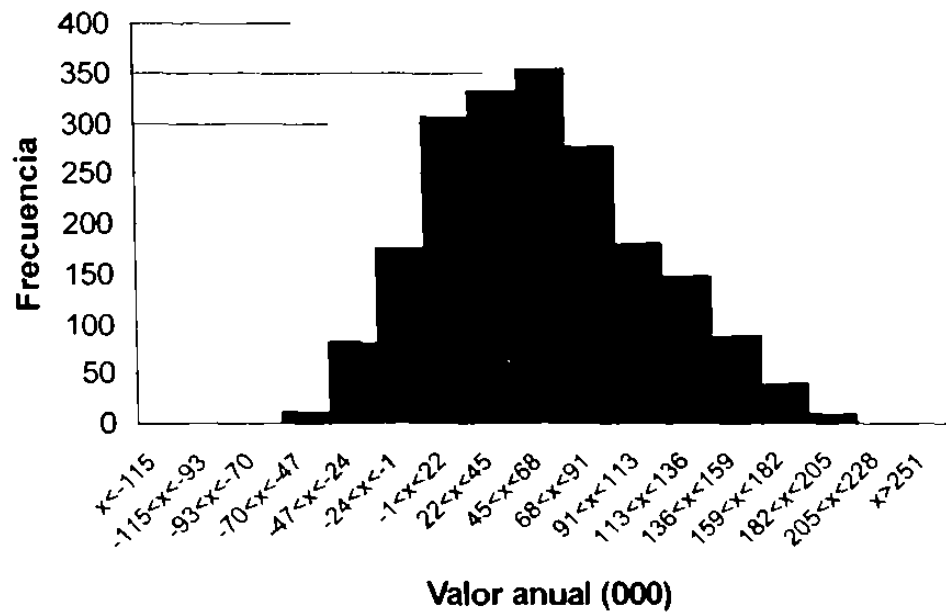


Figura 4.6. Histograma del valor anual para la alternativa 2

Estadísticos del valor anual			
Valor mínimo	Valor máximo	Rango	Media
-\$69,674.24	\$205,027.81	\$274,702.05	\$54,622.30
Desv. est.	Sesgo $\beta$	Concentración $\beta_2$	No. valores
\$49,909.13	0.30	2.70	2000

APENDICE "A"

Parámetros de la distribución del valor anual(000)					
Media \$ 54 622	D estandar \$ 49 909	$\gamma$ 0 8431	$\delta$ 1 7410	$\lambda$ 390 83	$\lambda+\xi$ \$ 293 300
$\beta_1$ 0.30	$\beta_2$ 2 70	$\sigma'(y)$ 0 3893	$\mu'(y)$ 0 1277	$\xi$ \$-97 528	

Puntos de la distribución del valor anual		
Z N(0 1)	Porcentaje Acumulado	Punto de la distribución del Valor Anual
-4 0	0 0032%	\$-74 737
-3 0	0 1350%	\$-58 802
-2 5	0 6210%	\$-47 565
-2 0	2 2750%	\$-33 660
-1 5	6 6807%	\$-16 801
-1 0	15 8655%	\$ 3 138
-0 5	30 8538%	\$ 26 039
0 0	50 0000%	\$ 51 475
0 5	69 1462%	\$ 78 694
1 0	84 1345%	\$ 106 687
1 5	93 3193%	\$ 134 322
2 0	97 7250 %	\$ 160 526
2 5	99 3790%	\$ 184 439
3 0	99 8650 %	\$ 205 510
4 0	99 9968%	\$ 238 491

## APENDICE "A"

Frecuencias observadas y esperadas del valor anual

Rango del valor anual (000)	Frecuencia observada	Frecuencia esperada, $S_B$	Frecuencia esperada Normal	$(F \text{ Obs} - F \text{ esp})^2 / S_B$	$(F \text{ Obs} - F \text{ esp})^2 / F \text{ esp Normal}$
-----------------------------	----------------------	----------------------------	----------------------------	---	--

$x < \$-70$	0	0 000			
$\$-70 < x < \$-47$	11	13 552	42 175	0 480	23 044
$\$-47 < x < \$-24$	81	75 696	73 516	0 371	0 761
$\$-24 < x < \$-1$	175	183 092	149 396	0 357	4 388
$\$-1 < x < \$ 22$	306	285 394	246 880	1 487	14.157
$\$ 22 < x < \$ 45$	332	340 827	331 776	0 228	0.0001
$\$ 45 < x < \$ 68$	353	337 602	362 597	0 702	0 254
$\$ 68 < x < \$ 91$	277	287 764	322 277	0 402	6.361
$\$ 91 < x < \$ 113$	181	213 862	232 944	5 049	11 583
$\$ 113 < x < \$ 136$	148	138 053	136 925	0 716	0 895
$\$ 136 < x < \$ 159$	88	75 845	65 449	1 947	7.769
$\$ 159 < x < \$ 182$	39	33 999	25 438	0 735	7 229
$\$ 182 < x < \$ 205$	9	14 323	11 3089	1 978	0 471
$\Sigma$	2000	2000	2000	$\chi^2$ 14 459	$\chi^2$ 76 915
				$v$ 7	$v$ 9
				$\alpha$ 0 01	$\chi^2$ 18 475
					$\gamma^2$ 21 666

## APENDICE "A"

Alternativa 3 reducir la variación del porcentaje de capacidad de +/- 20% a +/- 10% y dejar los demás factores de acuerdo a la propuesta original.

### Histograma valor anual

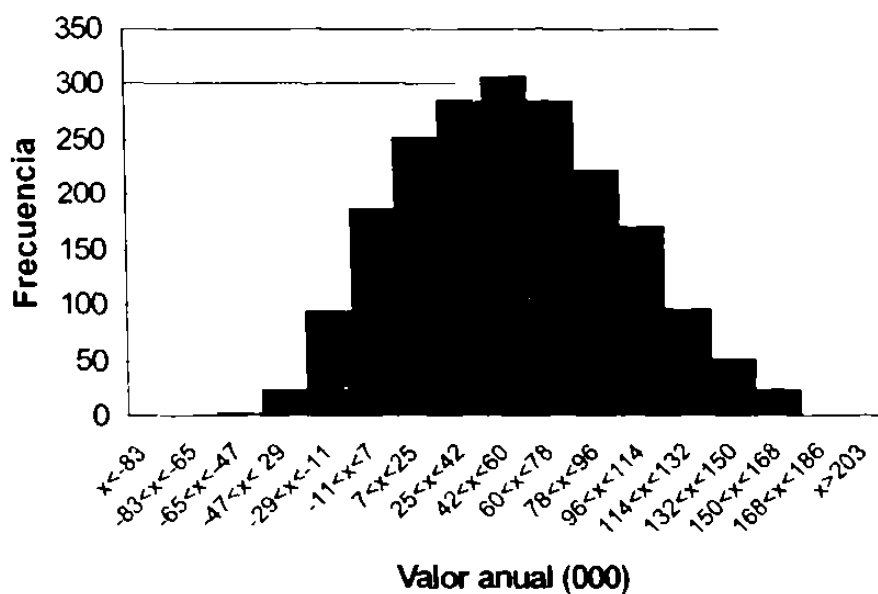


Figura 4 8 . Histograma del valor anual para la alternativa 3

Estadísticos del valor anual			
Valor mínimo	Valor máximo	Rango	Media
-\$46,958 22	\$167,682 97	\$214,641 19	\$53,069 21
Desv est	Sesgo $\beta$	Concentración $\beta_2$	No valores
\$42,657 20	0 10	2 50	2000

APENDICE "A"

Parámetros de la distribución del valor anual					
Media \$ 53.069	D. estandar \$ 42 657	$\gamma$ 0 2014	$\delta$ 1 3690	$\lambda$ 261 54	$\lambda+\xi$ \$ 192 420
$\beta_1$ 0.10	$\beta_2$ 2 50	$\sigma'(y)$ 0 4672	$\mu'(y)$ 0 1631	$\xi$ \$-69 122	

Puntos de la distribución del valor anual		
Z: N(0,1)	Porcentaje acumulado	Punto de la distribución del Valor Anual(000)
-4 0	0 0032%	\$-57 508
-3 0	0 1350%	\$-46 111
-2 5	0 6210%	\$-37 204
-2 0	2 2750%	\$-25 481
-1 5	6 6807%	\$-10 551
-1 0	15 8655%	\$ 7 687
-0 5	30 8538%	\$ 28 862
0 0	50 0000%	\$ 52 046
0 5	69 1462%	\$ 75 853
1 0	84 1345%	\$ 98 744
1 5	93 3193%	\$ 119 403
2 0	97 7250%	\$ 137 010
2 5	99 3790%	\$ 151 298
3 0	99 8650%	\$ 162 437
4 0	99 9968%	\$ 177 064

## APENDICE "A"

Frecuencias observadas y esperadas del valor anual

Rango del valor anual (000)	Frecuencia observada	Frecuencia esperada, $S_B$	Frecuencia esperada, Normal	$(F \text{ Obs} - F \text{ esp})^2 / F \text{ esp. } S_B$	$(F \text{ Obs} - F \text{ esp})^2 / F \text{ esp. Normal}$
$x < \$-47$	0	0 000	0 000		
$\$-47 < x < \$-29$	24	32 363	54 154	2 161	16.790
$\$-29 < x < \$-11$	95	96 358	77 839	0.019	3.783
$\$-11 < x < \$ 7$	186	176 667	145 055	0.493	11.557
$\$ 7 < x < \$ 25$	251	245 549	227 302	0.120	2.470
$\$ 25 < x < \$ 42$	286	288 251	299 516	0 017	0.609
$\$ 42 < x < \$ 60$	307	299 327	331 884	0 196	1.865
$\$ 60 < x < \$ 78$	286	279 765	309.247	0 138	1.747
$\$ 78 < x < \$ 96$	222	234 999	242 312	0 719	1 702
$\$ 96 < x < \$ 114$	172	173 841	159 658	0 019	0 954
$\$ 114 < x < \$ 132$	97	107 858	88 459	1 093	0.824
$\$ 132 < x < \$ 150$	51	50 393	41.212	0 007	2 324
$\$ 150 < x < \$ 168$	23	14.624	23 706	4 797	0.021
$\Sigma$	2000	2000	2000	$\chi^2$ 9 783	$\chi^2$ 44 650
				$v$ 7	$v$ 9
			$\alpha$ 0 01	$\chi_{\alpha}^2$ 18 475	$\chi_{\alpha}^2$ 21 666

