

## CAPÍTULO 9.6

### Material complementario del Libro Introducción a la Ingeniería Económica



**Autor : Profesor Jaime Marchant García**

# **ANÁLISIS DE RIESGO Y LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS**

## **RESUMEN DE CLASES**

- 1.- Marco conceptual
- 2.- Análisis de sensibilidad
- 3.- Análisis de escenarios

## ANEXOS

- 4.- Probabilidad que el van sea menor que cero.
- 5.- Análisis del árbol de decisiones.
- 6.- Análisis con probabilidades conjuntas.

## 1.- MARCO CONCEPTUAL

El análisis del riesgo individual de un proyecto, implica evaluar la incertidumbre inherente a la determinación de los flujos de efectivo, considerando que, una mayor dispersión en torno al valor monetario esperado, implica mayor riesgo.

Lo importante es comprender que el VAN depende de los flujos de efectivo proyectados, para lo cual se puede trabajar de diferentes formas, escenarios, con o sin probabilidades, con flujos dependientes o independientes etc.

## 2.- ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

A.- CONCEPTO. El análisis de sensibilidad es una técnica que indica en forma exacta, la magnitud en la que cambiará el VAN como respuesta a un cambio determinado de una de las variables del proyecto manteniendo constantes las otras. (Ceteris Paribus).A.-

## B.- SITUACIÓN O EJERCICIO

Inversión M\$ 26.000

Horizonte 4 años

Tasa Costo capital 12%

DETALLE	0	1	2	3	4
<b>INGRESOS</b>					
Ingresos por venta (100%)		40.000	40.000	40.000	40.000
<b>EGRESOS</b>					
Costo Variable ( 60%.ventas)		24.000	24.000	24.000	24.000
Costos Fijos		5000	5000	5000	5000
Depreciacion edificios		180	360	360	360
Depreciación equipos		1.600	2.560	1.520	960
UaII ( EBT)		9.220	8.080	9.120	9.680
Impuestos 40%		3.688	3.232	3.648	3.872
Ingreso Neto		5.532	4.848	5.472	5.808
Depreciación		1.780	2.920	1.880	1.320
Flujo efectivo prov.operación		7.312	7.768	7.352	7.128
Inversión Edificio	(12.000)				
Inversión Equipo	(8.000)				
Incremento Capital de Trab.	(6.000)				
Recup.capital de trabajo					6.000
Valor Residual					10.540
<b>Flujo neto de efectivo</b>	<b>(26.000)</b>	<b>7.312</b>	<b>7.768</b>	<b>7.352</b>	<b>23.668</b>
<b>VAN ( Ke = 12% )</b>	<b>6.996</b>				

## C.- MATRIZ DE SENSIBILIDAD

A partir de los cambios en las tres variables, se calcularon los diferentes VAN para cada variación. Luego se observa cual es la variación más significativa respecto de la situación base.

ANALISIS DE SENSIBILIDAD			
		VALOR PRESENTE NETO	
Desviación respecto del nivel			
Básico ( % ) :	Unidades Vendidas	Costo Variable	Costo de capital
Menos un 10 %	\$ 4.080	\$ 11.369	\$ 8.035
Nivel Básico	\$ 6.996	\$ 6.996	\$ 6.996
Más de un 10%	\$ 9.911	\$ 2.622	\$ 6.003

Se priorizan las variaciones desde la más sensible a la menos sensible y se concluye.

## D.- MATRIZ DE SENSIBILIDAD

Otra forma de sensibilizar un flujo es trabajar solo con los porcentajes de cada partida o factores, visto en clases, que se estimen más relevantes en la determinación del VAN. (Inversión MM\$ 50)

	MARGEN:			INVERSIÓN:			TASA Iko:		
MOVIMIENTO	VALOR	VAN	% Var	VALOR	VAN	% Var	VALOR	VAN	% Var
Var +10%	28%	111,32	21%	55	87,46	-5%	13%	85,27	-7%
<b>VAN BASE</b>	<b>25%</b>	<b>91,98</b>		<b>50</b>	<b>91,98</b>		<b>12%</b>	<b>91,98</b>	
Var -10%	23%	72,63	-21%	45	96,5	5%	11%	99,23	8%

### MARGEN:

Ing. por vtas.	165,00		205,07		213,78	
Costo venta	-123,5		-147,65		-164,61	
Margen bruto	41,50	25%	57,42	28%	49,17	23%

### 3.- ANÁLISIS DE ESCENARIOS

A.- CONCEPTO. El análisis de escenarios es una técnica que determina la sensibilidad del VAN ante los cambios de dos o más variables simultaneas, es decir es una técnica avanzada de análisis de sensibilidad.

A partir del análisis de sensibilidad se mueven las variables más relevantes en forma simultanea en forma de escenarios, formando un conjunto coherente de variables .

#### B.- SITUACIÓN O EJERCICIO.

Un primer escenario se puede definir como de mercado. En el se abren tres escenarios, el base, el optimista y el pesimista, como se muestra a continuación:

## C.- ESCENARIOS

	Escenario Base:	Escenario optimista	Escenario Pesimista
CUENTAS	VALOR	VALOR	VALOR
Ingresos	375	449	300
Costo Variable	-300	-359	-240
Margen bruto	75	90	60
Costos Fijos	-30	-35	-30
Depreciación	-15	-15	-15
EBIT	30	40	15
Imptos	-15	-20	-8
Resultado neto	15	20	7
Depreciación	15	15	15
Flujo neto	30	35	22
Inversión (n=10 años)	150		
VAN (lko=10%)	34	66	-15

ESCENARIOS	VAN	PROBABILIDAD
Pesimista	-5.761	25%
Probable	6.996	50%
Optimista	23.397	25%

Valor monetario esperado (Van) =UF 7.907

Desviación estándar de los flujos (Sigma del VAN) = UF 10.349

Rango del VAN (1 Sigma 68%) = UF (2442) ..... 7.907..... 18.256

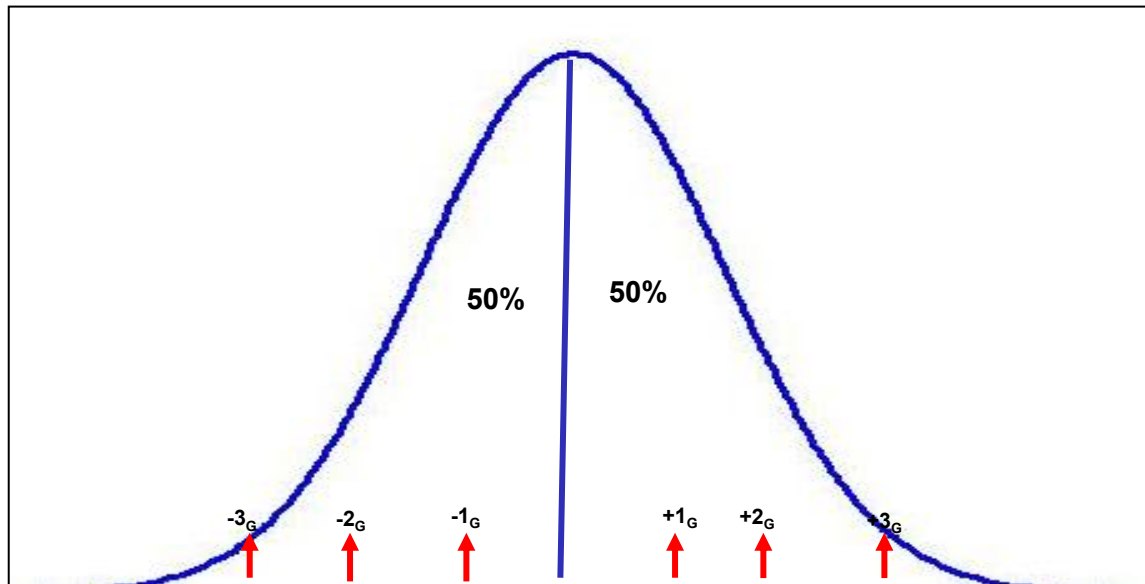
Coefficiente de variación (CV) = 1.30



#### 4.- PROBABILIDAD QUE EL VAN SEA MENOR QUE CERO

La idea es expresar el Sigma del VAN y el VAN en términos de la desviación estándar, considerando que los flujos tienen un comportamiento normal y por lo tanto, se encuentran bajo la curva normal (Gauss).

En el área bajo la curva se evalúa el % de desviación respecto de la media



Sigma -1,2,3 ← **media** → Sigma +1,2,3

1 sigma 68,26% ; 2 sigma 95,46% ; 3 sigma 99,74%

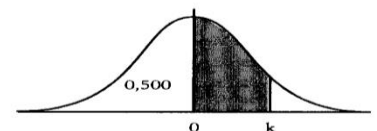
En este caso, se utiliza la estandarización de la desviación de los valores observados, respecto de la media (valor monetario esperado) la cual puede tomar cualquier valor y se presenta como la variable “Z” definida como:

$$Z = \frac{X_1 - \bar{X}}{\text{SIGMA}}$$

Hoja anexa  
entregada en  
clases:

ANEXO V-A  
ÁREAS BAJO LA CURVA NORMAL TIPIFICADA DE 0 a Z

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^k e^{-\frac{1}{2}z^2} dz$$



z	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,0000	0,0040	0,0080	0,0120	0,0160	0,0199	0,0239	0,0279	0,0319	0,0359
0,1	0,0398	0,0438	0,0478	0,0517	0,0557	0,0596	0,0636	0,0675	0,0714	0,0754
0,2	0,0793	0,0832	0,0871	0,0910	0,0948	0,0987	0,1026	0,1064	0,1103	0,1141
0,3	0,1179	0,1217	0,1255	0,1293	0,1331	0,1368	0,1406	0,1443	0,1480	0,1517
0,4	0,1554	0,1591	0,1628	0,1664	0,1700	0,1736	0,1772	0,1808	0,1844	0,1879
0,5	0,1915	0,1950	0,1985	0,2019	0,2054	0,2088	0,2123	0,2157	0,2190	0,2224
0,6	0,2258	0,2291	0,2324	0,2357	0,2389	0,2422	0,2454	0,2486	0,2518	0,2549
0,7	0,2580	0,2612	0,2642	0,2673	0,2704	0,2734	0,2764	0,2794	0,2823	0,2852
0,8	0,2881	0,2910	0,2939	0,2967	0,2996	0,3023	0,3051	0,3078	0,3106	0,3133
0,9	0,3159	0,3186	0,3212	0,3238	0,3264	0,3289	0,3315	0,3340	0,3365	0,3389
1,0	0,3413	0,3438	0,3461	0,3485	0,3508	0,3531	0,3554	0,3577	0,3599	0,3621
1,1	0,3643	0,3665	0,3686	0,3708	0,3729	0,3749	0,3770	0,3790	0,3810	0,3830
1,2	0,3849	0,3869	0,3888	0,3907	0,3925	0,3944	0,3962	0,3980	0,3997	0,4015
1,3	0,4032	0,4049	0,4066	0,4082	0,4099	0,4115	0,4131	0,4147	0,4162	0,4177
1,4	0,4192	0,4207	0,4222	0,4236	0,4251	0,4265	0,4279	0,4292	0,4306	0,4319
1,5	0,4332	0,4345	0,4357	0,4370	0,4382	0,4394	0,4406	0,4418	0,4429	0,4441
1,6	0,4452	0,4463	0,4474	0,4484	0,4495	0,4505	0,4515	0,4525	0,4535	0,4545
1,7	0,4554	0,4564	0,4573	0,4582	0,4591	0,4599	0,4608	0,4616	0,4625	0,4633
1,8	0,4641	0,4649	0,4656	0,4664	0,4671	0,4678	0,4686	0,4693	0,4699	0,4706
1,9	0,4713	0,4719	0,4726	0,4732	0,4738	0,4744	0,4750	0,4756	0,4761	0,4767
2,0	0,4772	0,4778	0,4783	0,4788	0,4793	0,4798	0,4803	0,4808	0,4812	0,4817
2,1	0,4821	0,4826	0,4830	0,4834	0,4838	0,4842	0,4846	0,4850	0,4854	0,4857
2,2	0,4861	0,4864	0,4868	0,4871	0,4875	0,4878	0,4881	0,4884	0,4887	0,4890
2,3	0,4893	0,4896	0,4899	0,4901	0,4904	0,4906	0,4909	0,4911	0,4913	0,4916
2,4	0,4918	0,4920	0,4922	0,4925	0,4927	0,4929	0,4931	0,4932	0,4934	0,4936
2,5	0,4938	0,4940	0,4941	0,4943	0,4945	0,4946	0,4948	0,4949	0,4951	0,4952
2,6	0,4953	0,4955	0,4956	0,4957	0,4959	0,4960	0,4961	0,4962	0,4963	0,4964
2,7	0,4965	0,4966	0,4967	0,4968	0,4969	0,4970	0,4971	0,4972	0,4973	0,4974
2,8	0,4974	0,4975	0,4976	0,4977	0,4977	0,4978	0,4979	0,4979	0,4980	0,4981
2,9	0,4981	0,4982	0,4982	0,4983	0,4984	0,4984	0,4985	0,4985	0,4986	0,4986
3,0	0,4987	0,4987	0,4987	0,4988	0,4988	0,4989	0,4989	0,4989	0,4990	0,4990
3,1	0,4990	0,4991	0,4991	0,4991	0,4992	0,4992	0,4992	0,4992	0,4993	0,4993
3,2	0,4993	0,4993	0,4994	0,4994	0,4994	0,4994	0,4994	0,4995	0,4995	0,4995
3,3	0,4995	0,4995	0,4995	0,4996	0,4996	0,4996	0,4996	0,4996	0,4996	0,4997
3,4	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4997	0,4998
3,5	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998	0,4998
3,6	0,4998	0,4998	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999
3,7	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999
3,8	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999	0,4999
3,9	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000

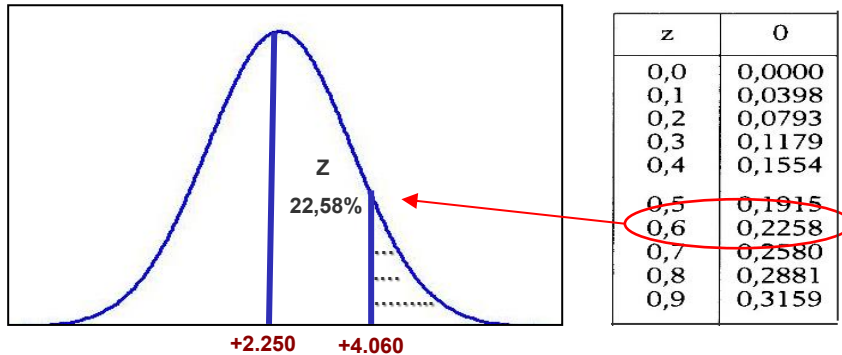
## Ejercicio:

VAN = \$ 2.250

SIGMA= \$ 3.010

$$Z = \frac{4.060 - 2.250}{3.010} = 0,6013$$

La probabilidad que el VAN sea mayor a \$ 4.060 es un 27,42%



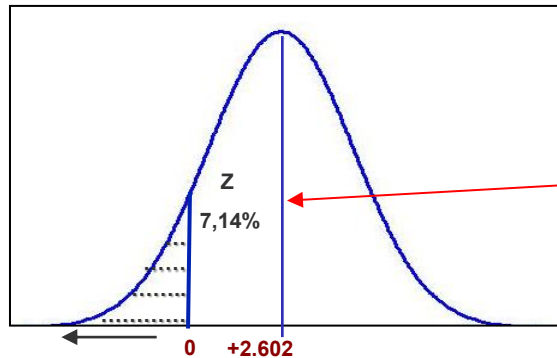
Por lo tanto, el área achurada, bajo la curva normal que corresponde a todos los valores superiores a \$ 4.060 es igual a 50% - 22,58% = 27,42%, es decir existe una probabilidad del 27,42% que el VAN supere los \$ 4.060

## Ejercicio:

VAN = \$ 2.602  
SIGMA= \$ 14.606

$$Z = \frac{0 - 2.602}{14.606} = 0,1770$$

La probabilidad que el VAN sea menor a \$ 0 es un 42,86%



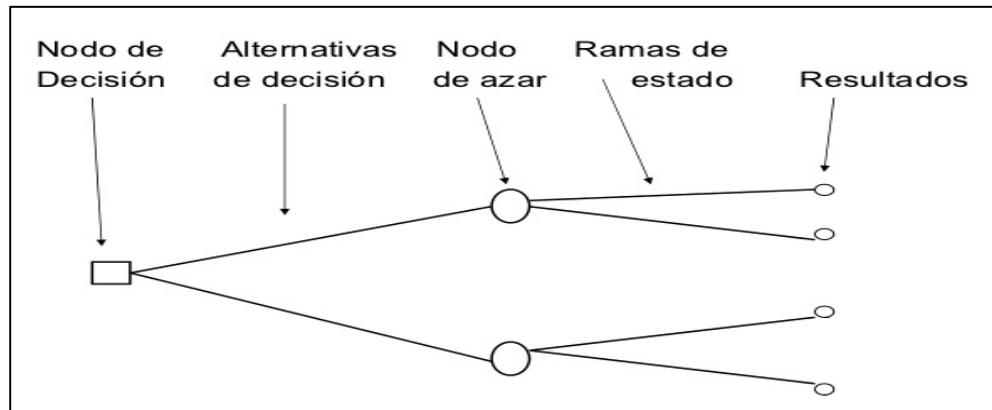
z	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0,0	0,0000	0,0040	0,0080	0,0120	0,0160	0,0199	0,0239	0,0279	0,0319
0,1	0,0398	0,0438	0,0478	0,0517	0,0557	0,0596	0,0636	0,0675	0,0714
0,2	0,0793	0,0832	0,0871	0,0910	0,0948	0,0987	0,1026	0,1064	0,1103
0,3	0,1179	0,1217	0,1255	0,1293	0,1331	0,1368	0,1406	0,1443	0,1480
0,4	0,1554	0,1591	0,1628	0,1664	0,1700	0,1736	0,1772	0,1808	0,1844

Por lo tanto, el área achurada, bajo la curva normal que corresponde a todos los valores menores a \$ 0 es igual a  $50\% - 7,14\% = 42,86\%$ .

## 5.- ANÁLISIS DEL ÁRBOL DE DECISIÓN

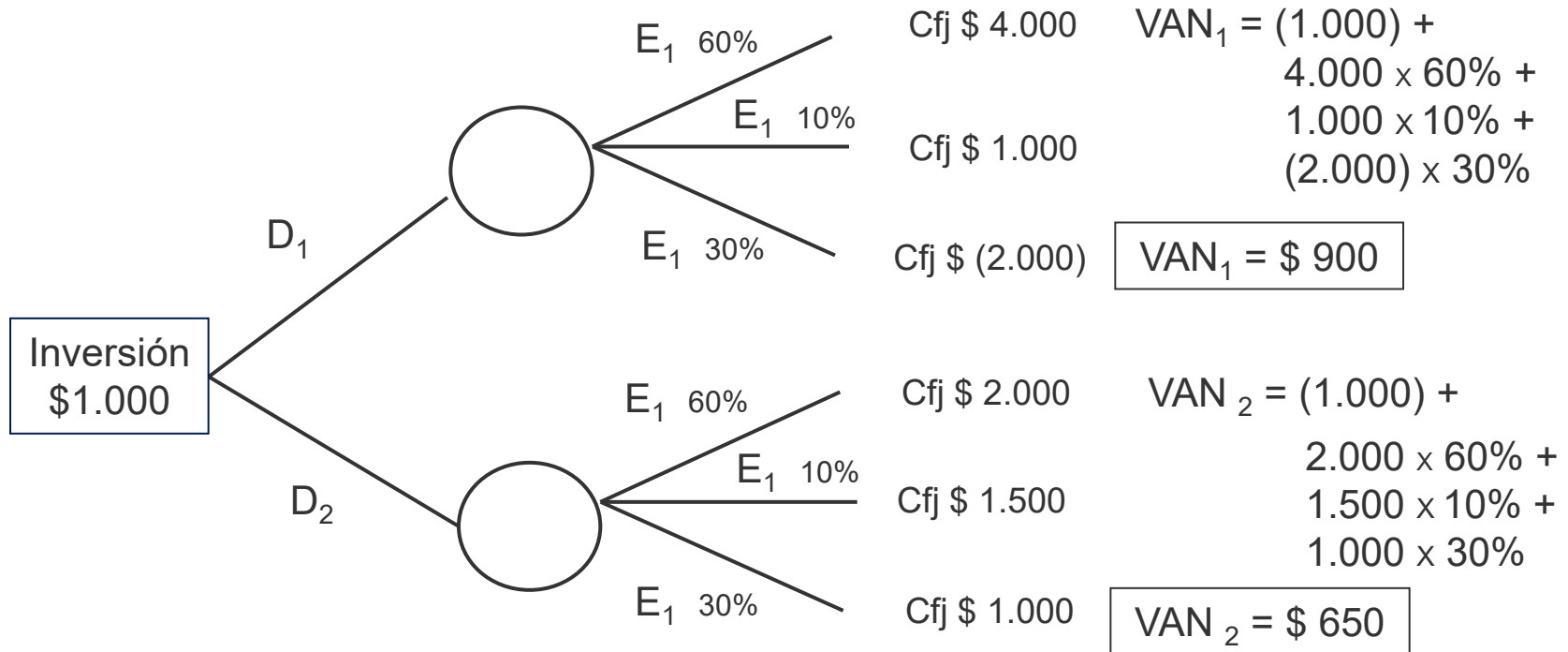
**CONCEPTO.** Un árbol de decisión es una técnica que permite visualizar las distintas opciones que van apareciendo en el análisis de inversiones. (Brealey).

### Partes del árbol



Un árbol de decisión puede ser considerada como una técnica gráfica que permite representar y analizar una serie de decisiones futuras de carácter secuencial a través del tiempo. (N.Sapag).

DESARROLLO. Como puede observarse, los sucesos aleatorios que influyen en los resultados, se muestran en un círculo, de donde nacen las ramas todo con sus respectivas probabilidades.



La decisión más adecuada es  $D_1$

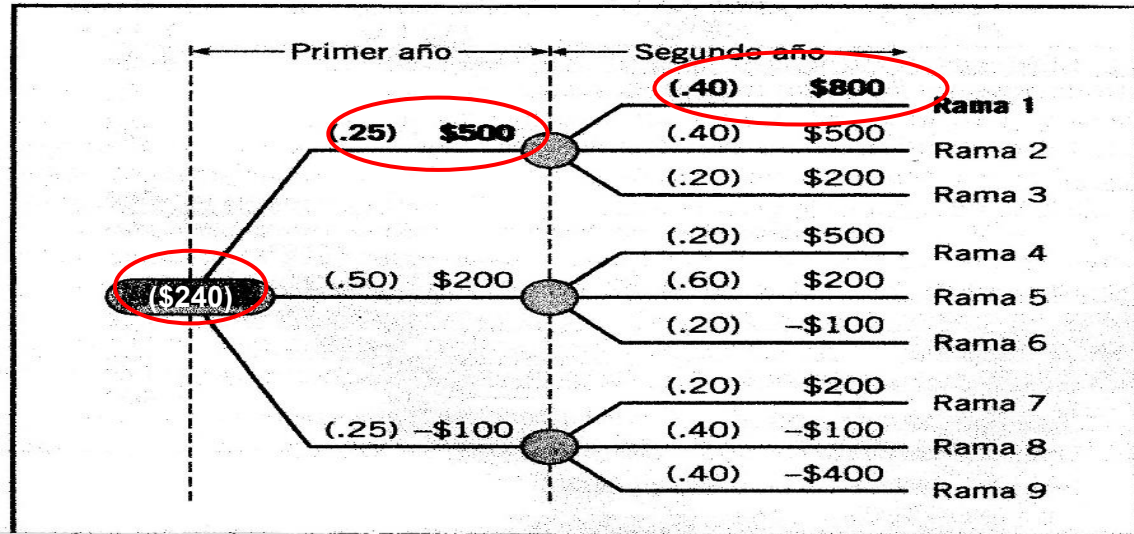


## 6.- ANÁLISIS DE FLUJO CON PROBABILIDADES CONJUNTAS

**CONCEPTO.** Este análisis es una variación del árbol de decisión, con la complejidad que contempla la evaluación de cada rama desde su inicio hasta el final, con lo cual se obtiene una secuencia de probabilidades por cada decisión.

**FIGURA 14-3**

Ilustración gráfica de un árbol de probabilidades en el que se muestra la forma en que los flujos en el segundo año se relacionan en forma moderada con los del primer año; por ejemplo, es más probable (pero no se garantiza) que se tendrá un flujo adecuado de efectivo en el segundo año si el del primero es bueno



Con un árbol de probabilidades tratamos de determinar la posible forma en que se presentarán los acontecimientos en el futuro. En la Figura 14-3 se muestra un árbol de probabilidades para un proyecto de dos periodos. Cada rama completa representa una posible secuencia de flujo de efectivo. En el caso de cada una de las nueve ramas en la figura, se enumeran los flujos de efectivo y las probabilidades. Aquí observamos que si los resultados en el periodo 1 son muy buenos (y significan \$500), se traducirán en una serie diferente de posibles resultados en el periodo 2 (\$800, \$500 o \$200) si los del periodo 1 fueron demasiado desfavorables (lo cual se traduce en -\$100). Por lo tanto, en el periodo 0 el árbol de probabilidades representa el mejor pronóstico de lo que es probable que ocurra en el futuro, dependiendo de lo que suceda antes (en los periodos previos).

$$VAN = (\$240) + 500 (1 + 0,08)^1 + 800 (1 + 0,08)^2 = \$ 909 \quad VAN = 909 \times (25\% \times 40\%) = \$ 91 \text{ Rama 1}$$

FIN