

ANÁLISIS DE DECISIÓN DE INVERSIÓN

-Proyectos de Inversión Bajo Riesgo-

Paula Arango Correa

p-arango@uniandes.edu.co

CONTENIDO

1	MEDICION DEL RIESGO E INCERTIDUMBRE
2	EL PROYECTO Y SUS FLUJOS COMO VARIABLE ALEATORIA
3	TEORIA DE TOLERANCIA AL RIESGO Y FUNCIÓN DE UTILIDAD INDIVIDUAL
4	TEORÍA DE ESCENARIOS
5	ÁRBOLES DE DECISIÓN
6	RIESGO DEL PROYECTO Y RIESGO DEL MERCADO
7	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD (CRYSTAL BALL)
8	MODELACIÓN DE MONTECARLO (INTRODUCCIÓN)

MEDICION DEL RIESGO E INCERTIDUMBRE



MEDICION DEL RIESGO E INCERTIDUMBRE

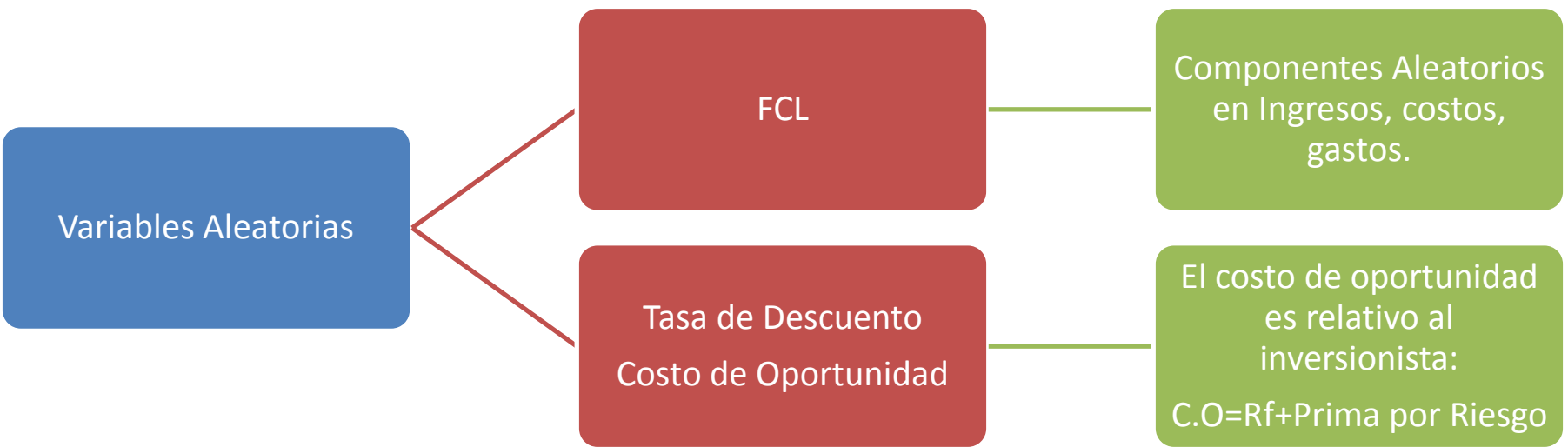
- Incetidumbre:** Esta presente cuando la verosimilitud de un evento futuro es indefinida o no cuantificable.
- Riesgo:** Esta presente cuando los eventos futuros ocurren con una probabilidad medible. El riesgo se refiere a determinadas incertidumbres representadas en variables específicas que pueden afectar los resultados de un sistema. Sus resultados pueden ser cuantificados a través de una distribución de probabilidad.
- Ejemplo variables No Determinísticas:**
Variables macroeconómicas, precios de un producto, estados de la naturaleza, cambios tecnológicos, etc.

EL PROYECTO Y SUS FLUJOS COMO VARIABLE ALEATORIA

Recordemos el proceso de estructuración de un proyecto de Inversión:



EL PROYECTO Y SUS FLUJOS COMO VARIABLE ALEATORIA



EL PROYECTO Y SUS FLUJOS COMO VARIABLE ALEATORIA

La mayoría de las decisiones sobre proyectos de inversión no son de tipo determinístico aunque, equivocadamente, buscando simplificar el proceso de análisis, se evalúan como si fueran.

Es importante modelar los problemas que en realidad tienen un componente aleatorio a través de variables con sus respectivas distribuciones de *probabilidad, estadísticas y niveles de confianza*.

TEORIA DE TOLERANCIA AL RIESGO Y FUNCIÓN DE UTILIDAD INDIVIDUAL

Es claro que un mismo proyecto de inversión puede ser atractivo para un inversionista, y en cambio, poco atractivo para otro.

¿POR QUÉ?

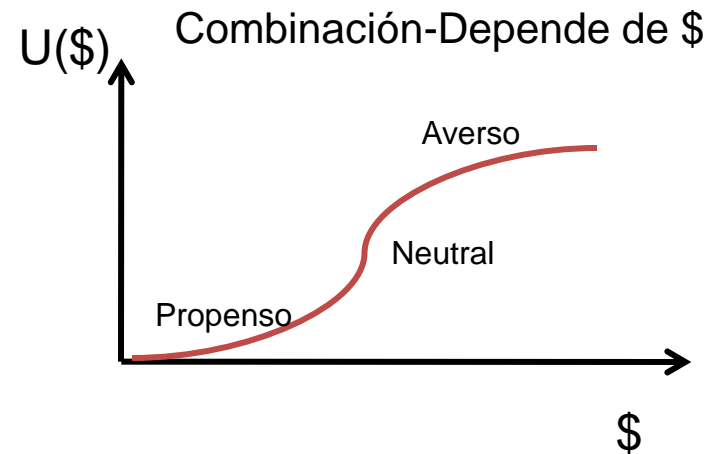
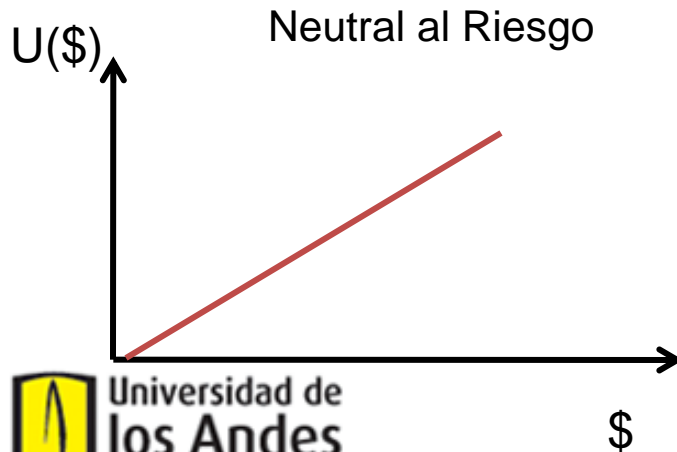
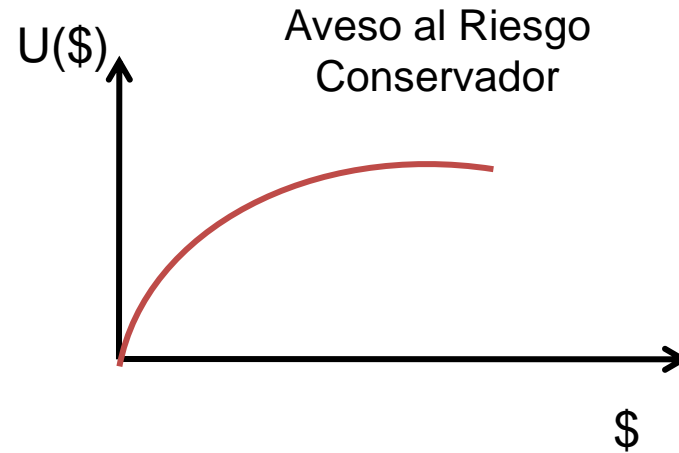
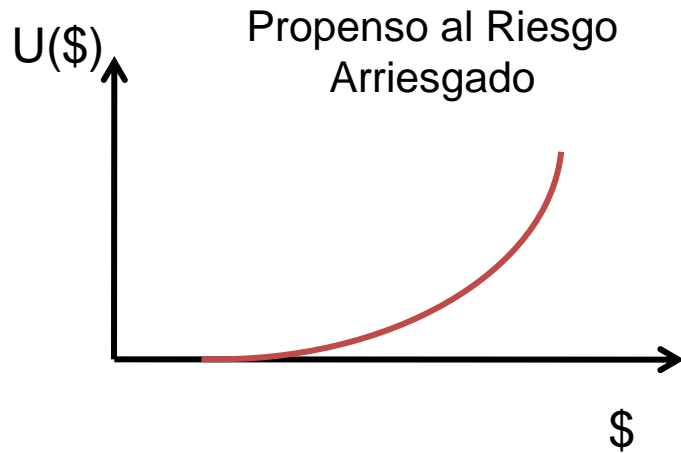
Porque la evaluación de su beneficio depende de las preferencias del inversionista (decisor). La teoría de la utilidad [von Neumann-Morgenstern;1944]; [Keeney-Raiffa; 1976] , se ha encargado de representar de manera formal el comportamiento de los decisores con respecto al riesgo- este comportamiento se conoce como funciones de utilidad.

TEORIA DE TOLERANCIA AL RIESGO Y FUNCIÓN DE UTILIDAD INDIVIDUAL

TIPO DE INVERSIONISTAS:

- Propensos al Riesgo: el inversionista acepta una unidad más de riesgo adicional si obtiene rendimientos marginales cada vez más grandes. (Función de utilidad convexa).
- Neutrales al Riesgo: por cada unidad de riesgo adicional hay que prometerle el mismo rendimiento marginal. (Función de utilidad lineal)
- Aversos al Riesgo: por un mínimo de rendimiento adicional está dispuesto a correr cada vez mayores riesgos. (Función de utilidad concava)

TEORIA DE TOLERANCIA AL RIESGO Y FUNCIÓN DE UTILIDAD INDIVIDUAL



TEORÍA DE ESCENARIOS

La definición básica de decisión es seleccionar entre dos o más alternativas. La identificación de alternativas dentro de un mismo proyecto, es un aspecto fundamental de un problema de decisión y se conoce como escenario.

Las alternativas representan las posibles soluciones que el decisor quiere evaluar de acuerdo a sus preferencias. En este sentido, el decisor puede plantear un escenario pesimista, optimista o conservador, y en cada uno de ellos definir las variables aleatorias bajo diferentes parámetros.

VARIABLES ALEATORIAS Y SUS PROPIEDADES

Las variables aleatorias constituyen una parte fundamental del análisis de proyectos bajo riesgo, porque permiten aplicar los resultados del cálculo en general al desarrollo de la probabilidad y sus aplicaciones.

Una variable aleatoria es una función que transforma los resultados de un experimento aleatorio en un número real.

Ejemplos:

- El precio del petróleo al final del año en curso.
- El número de vehículos multados por pico en placa en Bogotá el próximo año.
- El número de clientes promedio en mora en créditos de vivienda en Estados Unidos.
- El número de unidades vendidas por una empresa de plásticos en el mes de mayo.



VARIABLES ALEATORIAS Y SUS PROPIEDADES

Valor Esperado:

Conceptualmente, el valor esperado de una V.A X resulta de ponderar los valores que toma la VA con las probabilidades de que la variable tome esos valores.

- Consideremos una VA discreta finita:

$$E(X) = \sum_{i=1}^n x_i g_{X(x_i)}$$

- Consideremos una VA continua:

$$E(X) = \int_{R(X)} x f_X(x) dx$$

VARIABLES ALEATORIAS Y SUS PROPIEDADES

Varianza:

Conceptualmente, es la dispersión que tiene un VA alrededor de su media. En finanzas, la dispersión (volatilidad) del valor de un portafolio de inversión se representa como una medida de riesgo del portafolio. La varianza de una VA X se expresa cuánto se aleja, en promedio, la VA de su media y se define como:

$$Var(X) = E((X - E(X))^2)$$

$$Var(X) = E(X^2) - [E(X)]^2$$

$$Var(cX) = c^2(E(X^2) - [E(X)]^2)$$

$$Var(aX + bY) = a^2Var(X) + b^2Var(Y) + 2abCov(X, Y)$$

$$Cov(X, Y) = E(XY) - E(X)E(Y)$$



$$\text{Coeficiente de variación} = \frac{\sigma}{E(X)}$$

Si >1 : mayor riesgo

Si <1 : menor riesgo

SOLUCIÓN: PROYECTO DE INVERSIÓN BAJO RIESGO

A continuación se presentan los FCL del proyecto de inversión “El Hormiguero”:

Columna1	0	1	2	3
FCL	(100,000)	X	Y	Z

El costo de oportunidad del inversionista es 25% EA.

X	50,000	80,000
P(X)	1/2	1/2

Y	100,000	50,000	10,000
P(Y)	1/6	2/3	1/6

$Z \sim U(50.000, 100.000)$

Encuentre el VPN del proyecto y su volatilidad y su coeficiente de variación..

SOLUCIÓN: PROYECTO DE INVERSIÓN BAJO RIESGO

$$1) \quad VPN(25\%) = -100.000 + \frac{X}{(1.25)^1} + \frac{Y}{(1.25)^2} + \frac{Z}{(1.25)^3}$$

$$2) \quad E(VPN(25\%)) = E\left(-100.000 + \frac{X}{(1.25)^1} + \frac{Y}{(1.25)^2} + \frac{Z}{(1.25)^3}\right)$$
$$E(VPN(25\%)) = -100.000 + \frac{1}{(1.25)^1}E(X) + \frac{1}{(1.25)^2}E(Y) + \frac{1}{(1.25)^3}E(Z)$$

$$3) \quad VAR(VPN(25\%))$$
$$= VAR(-100.000) + \frac{1}{(1.25)^2}VAR(X) + \frac{1}{(1.25)^4}VAR(Y) + \frac{1}{(1.25)^6}VAR(Z)$$

$$VAR(VPN(25\%)) = 0 + \frac{1}{(1.25)^2}VAR(X) + \frac{1}{(1.25)^4}VAR(Y) + \frac{1}{(1.25)^6}VAR(Z)$$

TEOREMA DE BAYES

DEFINICIÓN DE PROBABILIDAD CONDICIONAL:

El teorema de Bayes, es el resultado que da la distribución de probabilidad condicional de una variable aleatoria A dada B en términos de la distribución de probabilidad condicional de la variable B dada A y la distribución de probabilidad marginal de sólo A.

$$P(A|B) = \frac{P(AB)}{P(B)}$$

$$P(B|A) = \frac{P(AB)}{P(A)}$$

$$P(AB) = P(A|B) P(B) = P(B|A) P(A)$$




ÁRBOLES DE DECISIÓN

Los árboles de decisión constituyen una herramienta analítica para la estructuración y evaluación de una gran variedad de problemas de decisión bajo incertidumbre. Permiten estructurar un proceso de decisión, definiendo las alternativas, los eventos probabilísticos y las consecuencias finales de la acción.



REPRESENTACIÓN DE ÁRBOLES DE DECISIÓN

Veamos como se puede representar un problema bajo la estructura de un árbol de decisión utilizando únicamente tres elementos: (nodos de decisión, nodos de estado y ramas), la información sobre las probabilidades de eventos relevantes y los valores económicos correspondientes:

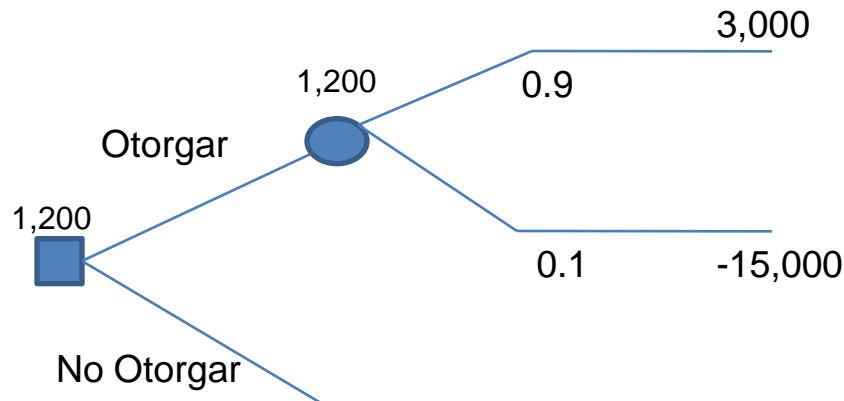
- Nodos de decisión se representan mediante el símbolo 
- Nodos de estado (probabilísticos) se representan mediante el símbolo 
- Ramas del árbol se representan por el segmento  que conecta los nodos.
- Probabilidades que se establecen sobre cada una de las ramas que parten de un nodo de estado, de acuerdo con la probabilidad de evento asociada con la rama específica
- Valores Económicos se ponen bajo la rama que se produce el ingreso o el ingreso.

EVALUACIÓN DE UN ÁRBOL DE DECISIÓN

- 1) Identifique los nodos que no tienen ningún sucesor en el árbol.
- 2) Si es un nodo probabilístico calcule su valor esperado
- 3) Si es un nodo de decisión calcule el máximo de los valores asociados a las diferentes alternativas del nodo específico. Marque la alternativa que produce el máximo.
- 4) Itere los pasos 1 y 2 hasta llegar al nodo raíz. (aquel nodo que no tiene ningún nodo que le precede)
- 5) La evaluación del nodo raíz es el resultado final del repliegue del árbol.

EJEMPLO DE UN ÁRBOL DE DECISIÓN

Una compañía de financiamiento comercial esta estudiando la posibilidad de otorgar un crédito a un cliente para la compra de un carro cuyo valor es de \$20 millones. El estudio crediticio de su cliente le dice que existe una probabilidad de 10% que incumpla los pagos. Si el cliente realiza los pagos cumplidamente, el banco obtendrá una ganancia del 15% sobre el valor del vehículo. De lo contrario perderá \$15 millones. ¿Cuál es el beneficio esperado para la compañía?



RIESGO DEL PROYECTO VS. RIESGO DE MERCADO

- El riesgo en un proyecto es un evento incierto o condición incierta que si ocurre, tiene un efecto positivo o negativo sobre el proyecto (Riesgo no Sistemático-Diversificable)

Ejemplo: Daño en una máquina, error en el proceso de producción, aumento de un costo variable, pérdida de un contrato, etc.

Riesgo de Mercado es también conocido como riesgo sistemático-no diversificable; está asociado con la volatilidad del mercado tomado en forma general. Ejemplo: Desastres Naturales, epidemias, pérdida de la cosecha, etc.

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD (CRYSTAL BALL)

Crystal Ball consiste en una serie de aplicaciones basadas en Microsoft® Excel que aprovecha y extiende el poder analítico de las hojas de cálculo.

Con Crystal Ball puede definir entradas variables como rangos realistas de valores (ej., sus costos, rendimientos, tiempo), calcular todos los resultados posibles y grabar esos valores para análisis e informes posteriores. Mediante la agudeza adquirida desde este enfoque, conocido como simulación.

<http://www.cbpredictor.com/downloadform.html>

<http://www.cbpredictor.com/download/crystal-ball-tutorial.htm>

SIMULACION DE MONTECARLO

El método de Monte Carlo es un método no determinístico o estadístico numérico usado para aproximar expresiones matemáticas complejas y costosas de evaluar con exactitud. El método se llamó así en referencia al Casino de Montecarlo (Principado de Mónaco) por ser “la capital del juego de azar”, al ser la ruleta un generador simple de números aleatorios.