

# ANADEC

*Análisis de Decisiones de Inversión*

*- Prof. Nicolás Villarreal D.*

# AGENDA

1. ¿Qué es el riesgo?
2. Tolerancia al riesgo.
3. Valor esperado y varianza en la evaluación de proyectos.
4. Escenarios, análisis de sensibilidad y montecarlo.
5. Árboles de decisión.

# El Concepto de Riesgo

# ¿Qué es el riesgo?

- Hasta este momento, todos los temas abordados en el curso han estado enmarcados en un escenario de *certeza* total. Es decir, todas las variables que hemos analizado han sido de naturaleza *determinística* razón por la cual su probabilidad de ocurrencia es del 100%.
- No obstante, esta situación de “total certeza” no está en línea con lo que realmente ocurre en los mercados.
- Toda situación en la vida práctica; financiera, económica, social e incluso personal, tiene un componente de variabilidad que hace que los modelos que asumen “certeza total” no sean necesariamente los más apropiados para modelar la realidad.

# ¿Qué es el riesgo?

¿Entonces cuál es el mejor modelo para simular la realidad?

*¿Un modelo enmarcado en el escenario de incertidumbre?*

*¿Un modelo enmarcado en el escenario de riesgo?*

*¿Cuál es la diferencia entre riesgo e incertidumbre?*

# ¿Qué es el riesgo?

- El concepto de *riesgo* está inequívocamente asociado al concepto de *incertidumbre*. Sin embargo, no son lo mismo.
- La *incertidumbre* no es otra cosa que la imposibilidad de predecir los eventos futuros con total certeza; es decir la incertidumbre es la imposibilidad de predecir eventos futuros con probabilidad igual a uno ( $P=1$ ).
- En el contexto del curso, la incertidumbre se verá reflejada en la imposibilidad de predecir de manera certera el comportamiento de los flujos de caja futuros con probabilidad de uno.

# ¿Qué es el riesgo?

*En últimas, la incertidumbre está asociada a la **volatilidad** de los posibles resultados futuros.*

Entonces, ¿Cuál es la diferencia entre incertidumbre y riesgo?

# ¿Qué es el riesgo?

- Tanto en situaciones de incertidumbre como de riesgo, hay asociada una variable aleatoria. En otras palabras, no se conoce con certeza el resultado futuro de un evento.
- No obstante, bajo incertidumbre no será posible asignar a dicha variable aleatoria una distribución de probabilidad. En cambio, en un escenario de riesgo, es “*estrictamente necesario*” conocer la distribución de probabilidad de una variable aleatoria.
- De esta forma, se entiende que siempre que se hable de **riesgo**, se está haciendo alusión a un escenario en el cual “*es necesario caracterizar una distribución de probabilidad asociada a una variable aleatoria futura*”.



# ¿Qué es el riesgo?

Imagínese que sus flujos de caja dependen de los siguientes resultados: ¿riesgo o incertidumbre?

*El resultado de lanzar una moneda*

*El resultado de lanzar una moneda cinco veces*

*El resultado de encontrar una vacuna*

*El marcador de un partido de fútbol*

*El hallazgo de petróleo en el país*

# ¿Qué es el riesgo?

- Suponga que se está enfrentando a un escenario en el cuál usted conoce la distribución probabilística de las variables aleatorias pertinentes. ¿Sólo con dicha información es posible tomar una decisión respecto a un proyecto de inversión?
- Note que conocer la distribución de probabilidad de las variables aleatorias es una condición necesaria, más no suficiente para tomar la decisión.

*También se debe conocer la disposición (**tolerancia**) que tiene un individuo (inversionista o proveedor de recursos) hacia el riesgo.*

# La Tolerancia Ante el Riesgo

# Tolerancia al riesgo

- La primera pregunta que debemos responder es: ¿Son todos los individuos igual de tolerantes al riesgo?
- Los estudios de tolerancia al riesgo que se expondrán a continuación están fundamentados en los trabajos académicos de Von Neumann, quien basa su teoría de tolerancia al riesgo en la utilidad (satisfacción o bienestar) que percibe un individuo en función de ciertas sumas de dinero.

*A dicha teoría se le conoce como Teoría Cardinal de la Utilidad.*

# Tolerancia al riesgo

- Von Neumann determinó que todo individuo tiene una función de utilidad individual  $[U(x)]$  que buscará maximizar.
- Así las cosas, si un individuo tiene la opción A y la opción B y prefiere la primera, es porque  $U(A) > U(B)$ .
- Lo anterior resulta bastante intuitivo y permite concluir que los individuos toman decisiones en base a su función de utilidad.  
*Dicha función de utilidad será la que determine, en gran medida, el nivel de tolerancia al riesgo.*

# Tolerancia al riesgo

Suponga que usted tiene que seleccionar una de las siguientes alternativas mutuamente excluyentes:

**Opción A:** Juego de azar en el cual se lanza una moneda. Si el resultado es cara, usted obtiene un premio de un millón de pesos (\$1'000.000). Si el resultado es sello, usted obtiene cero (\$0) pesos.

**Opción B:** Usted recibirá 300 mil pesos con probabilidad del 100%.

*¿Cuál alternativa escogería?*

# Tolerancia al riesgo

- Como se darán cuenta, algunos escogerán A y otros B. No existe una única respuesta, pues cada quién tiene una tolerancia distinta al riesgo.
- *Ahora suponga que sólo existe la opción A y usted ya posee un ticket para participar en dicho juego.*

*¿Cuánto cobraría usted por vender el ticket?*

*¿Cuál es el valor esperado del juego?*

# Tolerancia al riesgo

- Dependiendo de la tolerancia que se tenga al riesgo, la respuesta a la anterior pregunta será diferente.
- Según Von Neumann, existen tres comportamientos teóricos de los individuos ante el riesgo:
  1. Individuos **propensos** al riesgo
  2. Individuos **neutrales** al riesgo
  3. Individuos **aversos** al riesgo



# Tolerancia al riesgo

- Fíjense que un individuo no necesariamente cobrará (o pagará) por vender (o entrar) al juego una cifra igual al valor esperado de la ganancia del juego.
- Suponga que para el juego anterior (Opción A), usted decidió vender el juego por 400 mil pesos. A este valor se le conoce como el *Equivalente Monetario Cierto (EMC)*.
- El EMC es aquel menor valor monetario por el cual un agente será indiferente entre un pago certero y un pago bajo riesgo.
- Así las cosas, ante las situaciones de riesgo el individuo no toma decisiones bajo el criterio del *valor esperado* sino bajo el criterio del *equivalente monetario cierto (EMC)*

# Tolerancia al riesgo

- Bajo la anterior definición, una persona cuyo EMC es igual al valor esperado es aquella que, en sentido teórico, es neutral al riesgo.
- Por el contrario, si una persona decide vender su juego riesgoso a un valor inferior al valor esperado ( $EMC < E[x]$ ), será una persona aversa al riesgo.
- La diferencia entre el  $E[x]$  y el EMC se conoce como la prima por riesgo.

$$\textit{Prima por riesgo} = E[x] - EMC$$

# Tolerancia al riesgo

- En el ejemplo anterior, el agente era indiferente entre recibir 400 mil o el juego A.
- En este caso, su prima por riesgo es de 100 mil. Es decir, el agente está dispuesto a pagar 100 mil por evitar asumir un riesgo.

$$\textit{Prima por riesgo} = 500.000 - 400.000$$

# Tolerancia al riesgo

Imaginemos los siguientes juegos con dos posibles pagos:

Pago 1	Probabilidad	Pago 2
1'000.000	1/2	0
1'000.000	1/3	0
5'000.000	1/2	0
10'000.000	1/2	-5'000.000
10'000.000	1/10	0

*¿Cuál es su EMC y su prima por riesgo?*

*¿Qué pasa si  $EMC > E[x]$ ?*

*¿Si tiene que escoger entre todas, cuál seleccionaría?*

# Tolerancia al riesgo

**Agente Propenso  
al Riesgo**



$$\begin{array}{lcl} \text{EMC} & > & E[x] \\ \text{PxR} & < & 0 \end{array}$$



**Pagan por  
asumir riesgo**

**Agente Neutral  
al Riesgo**



$$\begin{array}{lcl} \text{EMC} & = & E[x] \\ \text{PxR} & = & 0 \end{array}$$



**Indiferente al  
riesgo**

**Agente Averso  
al Riesgo**



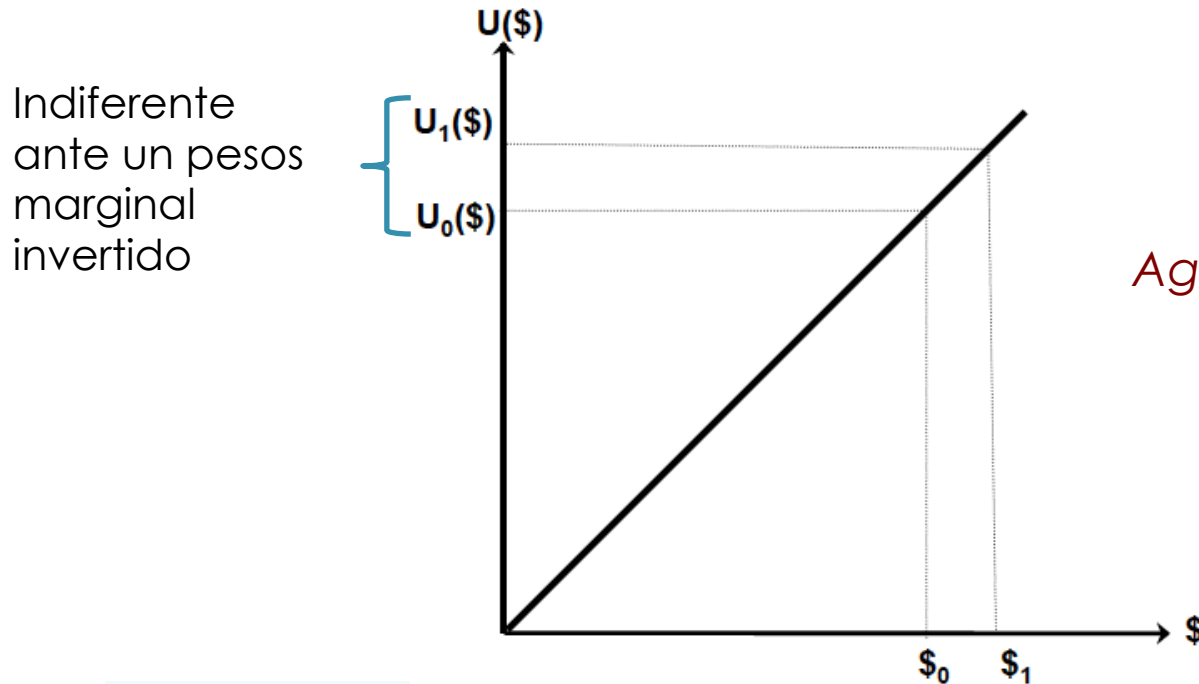
$$\begin{array}{lcl} \text{EMC} & < & E[x] \\ \text{PxR} & > & 0 \end{array}$$



**Exigen compensación  
por asumir riesgo**

# Tolerancia al riesgo

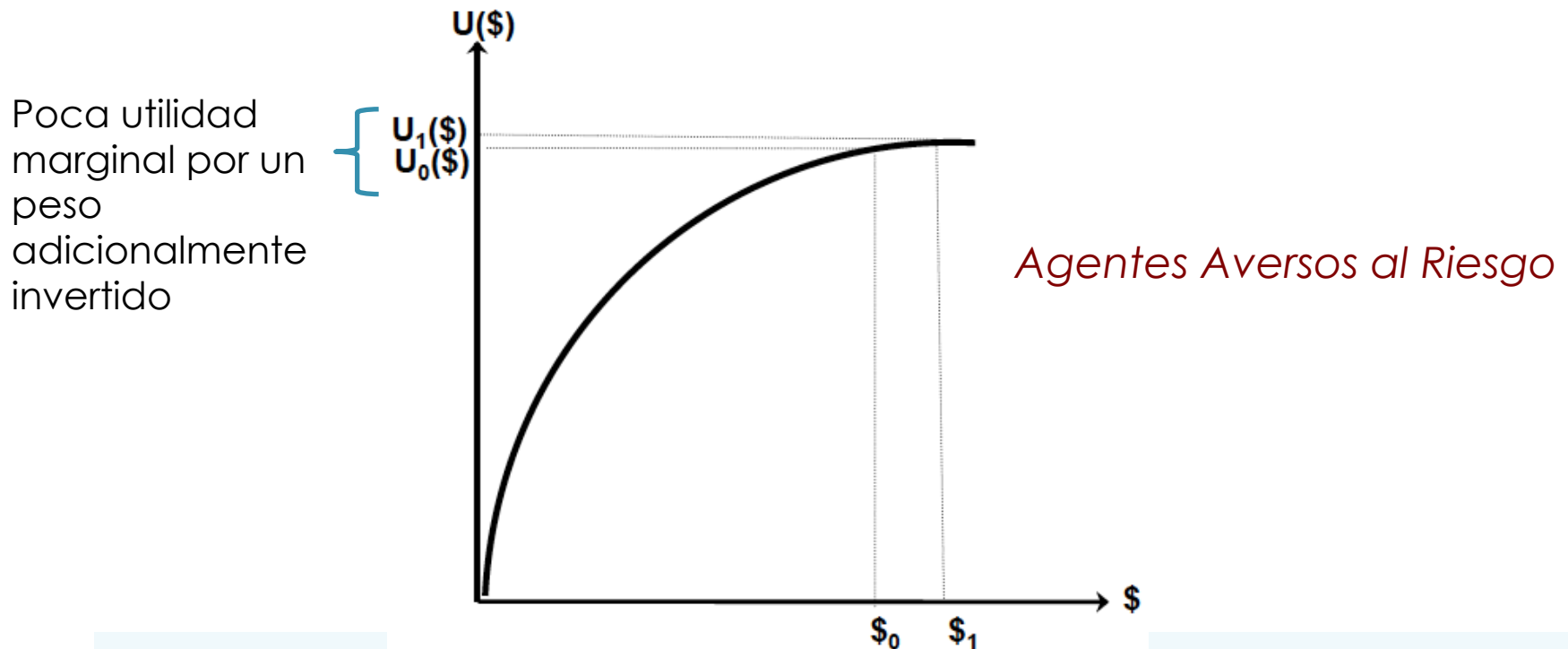
Gráficamente, la función de utilidad de los anteriores agentes sería así:



*Agentes Neutrales al Riesgo*

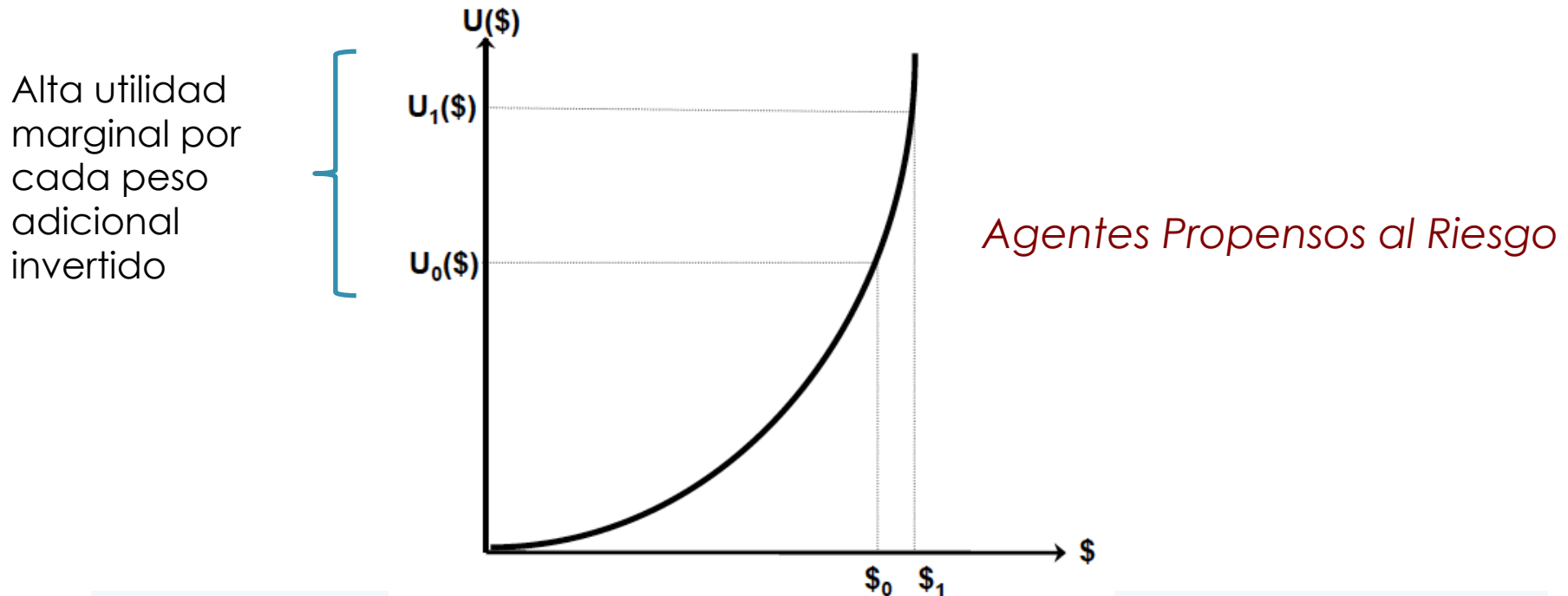
# Tolerancia al riesgo

Gráficamente, la función de utilidad de los anteriores agentes sería así:



# Tolerancia al riesgo

Gráficamente, la función de utilidad de los anteriores agentes sería así:





# Tolerancia al riesgo

- En la vida real, ningún individuo es totalmente averso, neutro o propenso al riesgo.
- Las anteriores gráficas son comportamientos netamente teóricos.
- Esto se debe a que factores como la riqueza, las magnitudes de dinero involucradas, la cultura, la edad, etc son determinantes del comportamiento de los agentes a la hora de evaluar la tolerancia frente al riesgo.

# Tolerancia al riesgo

- **Ejemplo:** Suponga que en un juego de dos personas donde se lanza un dado.
- Si cae 1, usted pierde el monto invertido
- Si cae 2 a 6, usted gana lo que invirtió su oponente.

*¿Cuál es la probabilidad de ganar el juego?*

$$5/6 = 83,33\%$$

*¿Cuál es la probabilidad de perder el juego?*

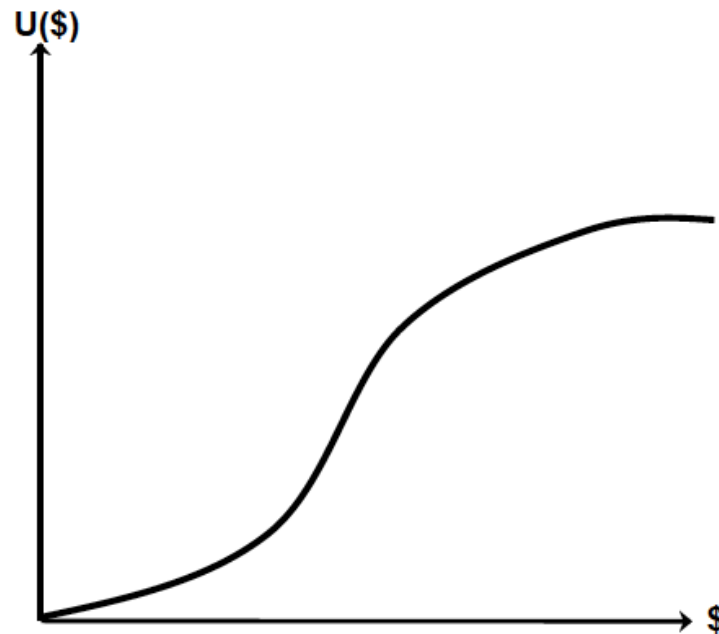
$$1/6 = 16,67\%$$

# Tolerancia al riesgo

- Le proponen jugar el juego con un “case” de **10.000** COP.  
¿Jugaría?
- Le proponen jugar el juego con un “case” de **100.000** COP.  
¿Jugaría?
- Le proponen jugar el juego con un “case” de **1.000.000** COP.  
¿Jugaría?
- Le proponen jugar el juego con un “case” de **50.000.000** COP.  
¿Jugaría?

# Tolerancia al riesgo

Si graficáramos el comportamiento del anterior juego, se tendría algo así:



# Tolerancia al riesgo

- Noten como al comienzo, los individuos suelen ser *propensos* al riesgo.
- No obstante, al aumentar la cantidad de *dinero* en juego, los individuos suelen tolerar menos riesgo y se convierten en agente *aversos* al riesgo.
- Dependiendo de cada persona, el punto de inflexión para pasar de un comportamiento a otro, suele estar más o menos alejado del origen.
- Piensen en cuál sería su gráfica de tolerancia al riesgo.

# Tolerancia al riesgo

- Lo importante en este punto es que existe una relación entre RIESGO y RENTABILIDAD.
- Dicha relación está fundamentada en el supuesto de que los agentes racionales son aversos al riesgo.
- Es decir, los agentes requieren de una compensación por asumir riesgo.
- Así las cosas, el valor esperado monetario de un proyecto riesgoso será mayor a su EMC; que en últimas explica por qué un inversionista está dispuesto a pagar un monto menor al valor esperado de la ganancia.

# Valor Esperado & Varianza

# Valor Esperado & Varianza

- Previamente dijimos que existía una diferencia entre riesgo e incertidumbre.
- Al hablar de riesgo, estamos asociando directamente una variable aleatoria con una distribución de probabilidad dada.
- Por consiguiente, si hablamos de un proyecto de inversión en un escenario de riesgo, no contamos con flujos de caja futuros determinísticos; se debe asignar a dichos flujos de caja una distribución probabilística.



# Valor Esperado & Varianza

- En estadística, toda variable aleatoria puede ser analizada por medio de estadísticas descriptivas.
- En concreto, cada variable aleatoria se puede estudiar a través de las medidas de tendencia central y las medidas de dispersión.
- Para efectos del curso, utilizaremos el valor esperado  **$E[x]$**  como medida de tendencia central y la  **$Var[x]$**  y  **$DesvEst[x]$**  para hacer alusión a la medida de dispersión.

# Valor Esperado & Varianza

	V.A. Discretas	V.A. Continuas
$E[X]$	$\sum_{i=1}^n x_i p_i(x)$	$\int_x X_i f_x(x) dx$
$\text{Var}[X]$	$\sum_{i=1}^n [x_i - E(x)]^2 p_i(x)$ $E(x)^2 - [E(x)]^2$	$\int_x [x_i - E(x)^2] f_x(x) dx$

# Valor Esperado & Varianza

- **Ejemplo:** Suponga que usted invierte  $\$X$  en un juego que funciona lanzando dos monedas simultáneamente. Dependiendo del resultado ocurre lo siguiente:
- Por cada cara, se gana el 20% del valor invertido.
- Por cada sello, se pierde el 10% del valor invertido.

Si se hace un solo lanzamiento, ¿cuál es el valor esperado y la desviación estándar?

# Valor Esperado & Varianza

- El espacio muestral con su respectiva rentabilidad sería:
  - Cara – Cara : +40%
  - Sello – Sello: -20%
  - Cara – Sello: +10%
  - Sello – Cara: +10%
- Por lo tanto:

$$E[x] = 0,25 * 40\% + 0,25 * 10\% + 0,25 * 10\% - 0,25 * 20\%$$

$$E[x] = 10\%$$

# Valor Esperado & Varianza

$$Var[x] = (40\% - 10\%)^2 0,25 + (10\% - 10\%)^2 0,25 + (10\% - 10\%)^2 0,25 + (-20\% - 10\%)^2 0,25$$

$$Var[x] = 4,5\%$$

$$Desv.Estandar[x] = 21,21\%$$

# Valor Esperado & Varianza

- En el contexto del curso, note que si los flujos de caja futuros tienen una distribución de probabilidad asociada, claramente el VPN de dichos flujos no estará determinado por un único valor; puesto que los flujos de caja serán variables aleatorias.
- Así las cosas, para poder seguir utilizando nuestros indicadores de generación de valor (VPN, VAE) y rentabilidad (TIR y TVR), debemos calcular una medida de tendencia central y dispersión de éstos.

# Valor Esperado & Varianza

Por lo tanto, al evaluar proyectos ahora utilizaremos:

- $E(VPN)$
- $Var(VPN)$
- Desv Estándar (VPN)

Antes de proseguir, recordemos algunas propiedades del valor esperado y varianza para un operador lineal.

# Valor Esperado & Varianza

$$w = Ax + By + Cz$$

$x, y, z$  son V.A. y  $A, B, C$  son constantes.

$$E[w] = E[Ax + By + Cz]$$

$$E[w] = E(Ax) + E(By) + E(Cz)$$

$$E[w] = AE(x) + BE(y) + CE(z)$$



# Valor Esperado & Varianza

$$w = Ax + By + Cz$$

$x, y, z$  son V.A. y  $A, B, C$  son constantes.

$$Var[w] = Var[Ax + By + Cz]$$

$$Var[w] = A^2Var(x) + B^2Var(y) + C^2Var(z) + 2ABCov(x, y) + 2AC Cov(x, z) + 2BC Cov(y, z)$$

# Valor Esperado & Varianza

$$w = Ax + By + Cz$$

*Si  $x, y, z$  son independientes*

$$Cov(i, j) = 0$$

*Por lo tanto:*

$$Var[w] = A^2 Var(x) + B^2 Var(y) + C^2 Var(z)$$

# Valor Esperado & Varianza

- Claramente, en el caso donde existe riesgo las decisiones no son del todo evidentes, pues están estrechamente ligadas con la tolerancia al riesgo.
- Así, un mismo proyecto puede ser aceptado por unos inversionistas mientras que por otros no.
- En general, proyectos con mayor volatilidad de flujos de caja futuros serán proyectos más riesgosos y sólo serán aceptados por agentes con mayor tolerancia al riesgo.

# Ejercicio

- Se tienen dos alternativas

- Proyecto A

- $E(VPN)=1.000$

- $S(VPN)=500$

- Proyecto B

- $E(VPN)=3.000$

- $S(VPN)=500$

¿Cual escogería un inversionista?

# Ejercicio

- Se tienen dos alternativas

- Proyecto A

- $E(VPN)=200$

- $S(VPN)=50$

- Proyecto B

- $E(VPN)=300$

- $S(VPN)=60$

¿Cual escogería un inversionista?

# Ejercicio

¿Qué variables aleatorias existen en los proyectos del mundo real?

# Riesgo en los Flujos de Caja

Supongamos que usted va a evaluar una concesión vial.

¿Qué variables aleatorias tienen sus ingresos?

¿Qué variables aleatorias tienen sus costos?

# Riesgo en los Flujos de Caja

$\text{Ingresos} = \text{Precio} * \text{Cantidad}$

¿Cómo se comporta el tráfico?

¿Cómo se comporta la inflación?

- El tráfico se comporta como una variable aleatoria normal con media de 100 carros y desviación estándar de 15.
- La inflación anual es certera y del 3%. Los peajes hoy ( $t=0$ ) son de 10 y crecen lo la inflación.



# Riesgo en los Flujos de Caja

$$\text{Costos} = \text{Costos Variables} + \text{Costos Fijos}$$

$$\text{Costos} = \text{Precio} * \text{Cantidad} + \text{Costo Fijo}$$

- Los costos fijos de mantenimiento se comportan como una variable aleatoria uniforme con media 250 y desviación estándar de 50.
- La inversión inicial es de 1.000 y se deprecia a dos años.
- El tax es de 30% y el WACC de 10%.

¿Cuál es el valor esperado del FCL? ¿Y la desviación?

# Riesgo en los Flujos de Caja

<i>Ingresos</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>
Tráfico	-	100	100
Precio	10	10	11
Ingreso	-	1.030	1.061
CV		300	300
CF		250	250
EBITDA		480	511
Depreciación		250	250
EBIT		230	261
EBIT		230	261
Depreciación		500	500
CAPEX	1.000		
Tax		69	78
FCL	-1.000	661	683
TIR	22%		
E[VPN]	165		

# Árboles de Decisión

# Árboles de Decisión

Son una herramienta que permite estructurar un proceso de decisión considerando las posibles alternativas, la secuencia del proceso, las variables aleatorias asociadas y los resultados de las decisiones tomadas.

# Árboles de Decisión

- **Ejemplo:** La constructora Tequendama piensa participar en una licitación de una concesión para la construcción, mantenimiento y operación de varias vías en la Sabana de Bogotá. Los ingresos estarán dados por los recaudos por peajes que se realicen en estas vías. Los estimativos efectuados suponen un tránsito promedio mensual de 350.000 vehículos. Cada uno de ellos pagará un peaje de \$ 4.000. El gobierno garantiza que se dará ese nivel de ingresos, durante los 20 años que es el plazo de la concesión. Esto se traduce en un VPN(Ingresos) de 125.486 millones de pesos.

# Árboles de Decisión

- Para el manejo de la concesión, se tienen tres alternativas:
  1. Hacer una obra que significa una gran excavación. Retira todo el material que contiene arcillas expansivas, y lo reemplaza por un material más adecuado traído de una cantera de Soacha. Esa solución es más costosa que las demás, pero una vez construida usted tiene certeza de no tener ningún problema ni costo adicional. En términos de valor presente esa solución cuesta \$118.000 millones.

# Árboles de Decisión

- Para el manejo de la concesión, se tienen tres alternativas:
- 2. Utilizar una nueva solución traída de Ciudad de México, en la que utilizan un lecho fluido. Es más económica, pues en valor presente asciende a \$85.000 millones, sin embargo no se ha tenido experiencia con ella. Por tal motivo, se estima que hay una probabilidad de 0.4 de que surjan problemas posteriores, caso en el cual habría que incurrir en costos adicionales que ascienden a \$57.000 millones en Valor presente.

# Árboles de Decisión

- Para el manejo de la concesión, se tienen tres alternativas:
- 3. Utilizar un nuevo método de vibro-compactación y suelo de cemento, que también permitiría bajar los costos. Estos serían en valor presente \$110.000 millones. Este método también genera alguna incertidumbre, y por tanto se estima una probabilidad de 0.2 de tener que reconstruir algunos tramos, lo que costaría \$28.000 millones adicionales en valor presente.



# Árboles de Decisión

- Determine cuál es la mejor alternativa de decisión, teniendo en cuenta que se deben efectuar algunos estudios y se deben tener algunas garantías para participar en la licitación, que tienen un valor presente total de \$1.000 millones. Además sabe que hay otros 4 contratistas con la misma capacidad que su firma para hacer el proyecto, y que van a participar. Suponga que tasa de descuento (TIO) es del 12% efectiva anual y que la vida útil proyecto es de 20 años. Desprecie el VDT para periodos inferiores a un año.

# Árboles de Decisión

- ▣ *Las ALTERNATIVAS:* Los cursos de acción que puede tomar el Decisor/Inversionista, quien realizará el proyecto de inversión.
- ▣ *Eventos PROBABILÍSTICOS:* Situaciones o variables que el Decisor/Inversionista no controla, no tiene certeza sobre ellas.
- ▣ *Los RESULTADOS:* Las consecuencias de las decisiones que toma el Decisor/Inversionista.
- ▣ *La SECUENCIA del proceso de decisión:* El orden en que se realizan y como están relacionadas las decisiones (Nodos de Decisión) y los eventos probabilísticos (Nodos de Estado).

# Árboles de Decisión

*¿Cuáles son los elementos de un árbol de decisión?*

■ **Nodos de Decisión**



■ **Nodos de Estado o probabilísticos**

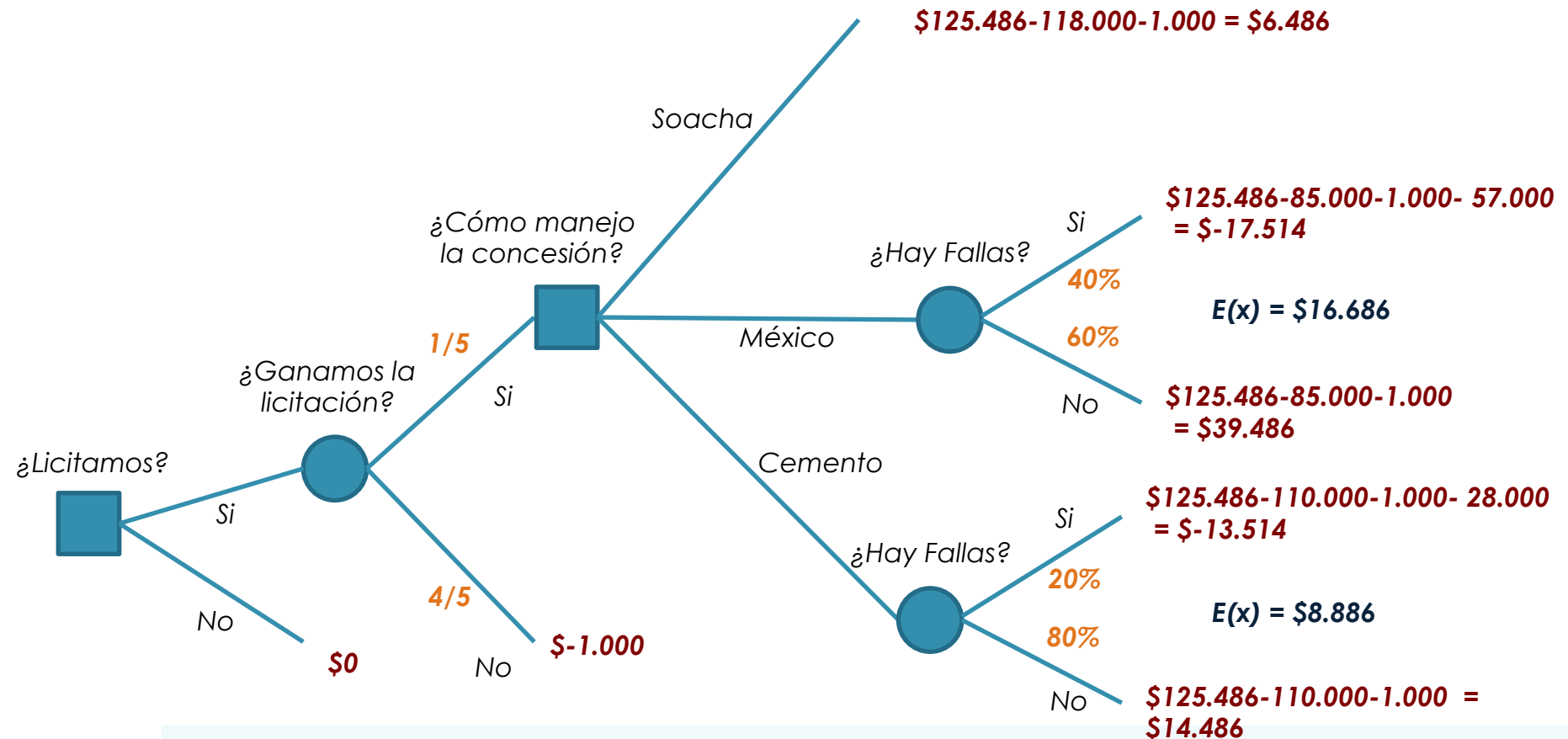


■ **Ramas del Árbol**



■ **Probabilidades:** La suma de probabilidades de las ramas que parten de un nodo debe ser igual a 1. Si un nodo de Estado está precedido por otros nodos de Estado, las probabilidades sobre sus ramas corresponden a probabilidades condicionales (condicionadas a la intersección de todos los eventos previos).

# Árboles de Decisión



# Árboles de Decisión

Alternativa	E(VPN) (M)	Desviación Estándar(M)	Coef. De Variación
Soacha	\$6.486	0	0%
Mexico	\$16.686	\$27.924	167.3%
Cemento	\$8.886	\$11.200	126.0%
Nodo 2	\$16.686	N.A.	N.A.
Nodo 1	\$2.537	\$6.475	

← Eligiendo la alternativa México

# Árboles de Decisión

Alternativa	E(VPN) (M)	Desviación Estándar(M)	Coef. De Variación
Soacha	\$6.486	0	0%
Mexico	\$16.686	\$27.924	167.3%
Cemento	\$8.886	\$11.200	126.0%
Nodo 2	\$6.486	N.A.	N.A.
Nodo 1	\$497	\$2.715	

← Eligiendo la  
alternativa  
Soacha

# Árboles de Decisión

Alternativa	E(VPN) (M)	Desviación Estándar(M)	Coef. De Variación
Soacha	\$6.486	0	0%
Mexico	\$16.686	\$27.924	167.3%
Cemento	\$8.886	\$11.200	126.0%
Nodo 2	\$8.886	N.A.	N.A.
Nodo 1	\$977	\$3.537	

← Eligiendo la alternativa Cemento

# Árboles de Decisión

## ■ Conclusiones:

- EL valor esperado del VPN al licitar es mayor al valor esperado del VPN de no licitar. Por ende, prefiero licitaro sobre no licitar.

*¿Cuál alternativa genera mayor valor?*

*¿Cuál alternativa tiene mayor riesgo?*

- La mejor decisión de alternativa a licitar depende de la tolerancia al riesgo.



# Escenarios y Análisis de Sensibilidad

# Escenarios & Análisis de Sensibilidad

- Ahora es pertinente definir una serie de herramientas estándar que permiten analizar situaciones bajo riesgo.
- Por un lado, está el **análisis por escenarios**: técnica que permite reconocer que puede haber eventos futuros que difieren de las estimaciones inicialmente realizadas.
- Por otro lado, existe el **análisis de sensibilidad**: metodología que cuantifica el efecto resultante en una variable de interés (VPN, TIR, etc) a raíz de un cambio en variables aleatorias (Precios, Cantidades, TRM, etc).

# Escenarios & Análisis de Sensibilidad

- ¿Cómo se hace un análisis por escenarios?
- 1. Identificar las variables que generan volatilidad y sus posibles valores esperados.
- 2. Construir los FCL para cada escenario según las variables anteriores.
- 3. Obtener los IBF para los escenarios.
- 4. Asignar una probabilidad de ocurrencia a los escenarios.
- 5. Calcular las medidas de tendencia central y dispersión.

## Escenarios & Análisis de Sensibilidad

- **Ejemplo:** CTC es proveedor de turbinas. Actualmente está considerando expandir su mercado con una nueva turbina residencial. Para llevar a cabo esta expansión se requiere una inversión de 5,5 millones; inversión que se depreciará por línea recta a 5 años y sin salvamento.
- La tasa de impuestos es del 33% y el WACC antes de impuestos es de 25%.
- Los expertos en el negocio estiman que las ventas serán pesimistas con un 40% de probabilidad y que serán optimistas con un 5% de probabilidad.

# Escenarios & Análisis de Sensibilidad

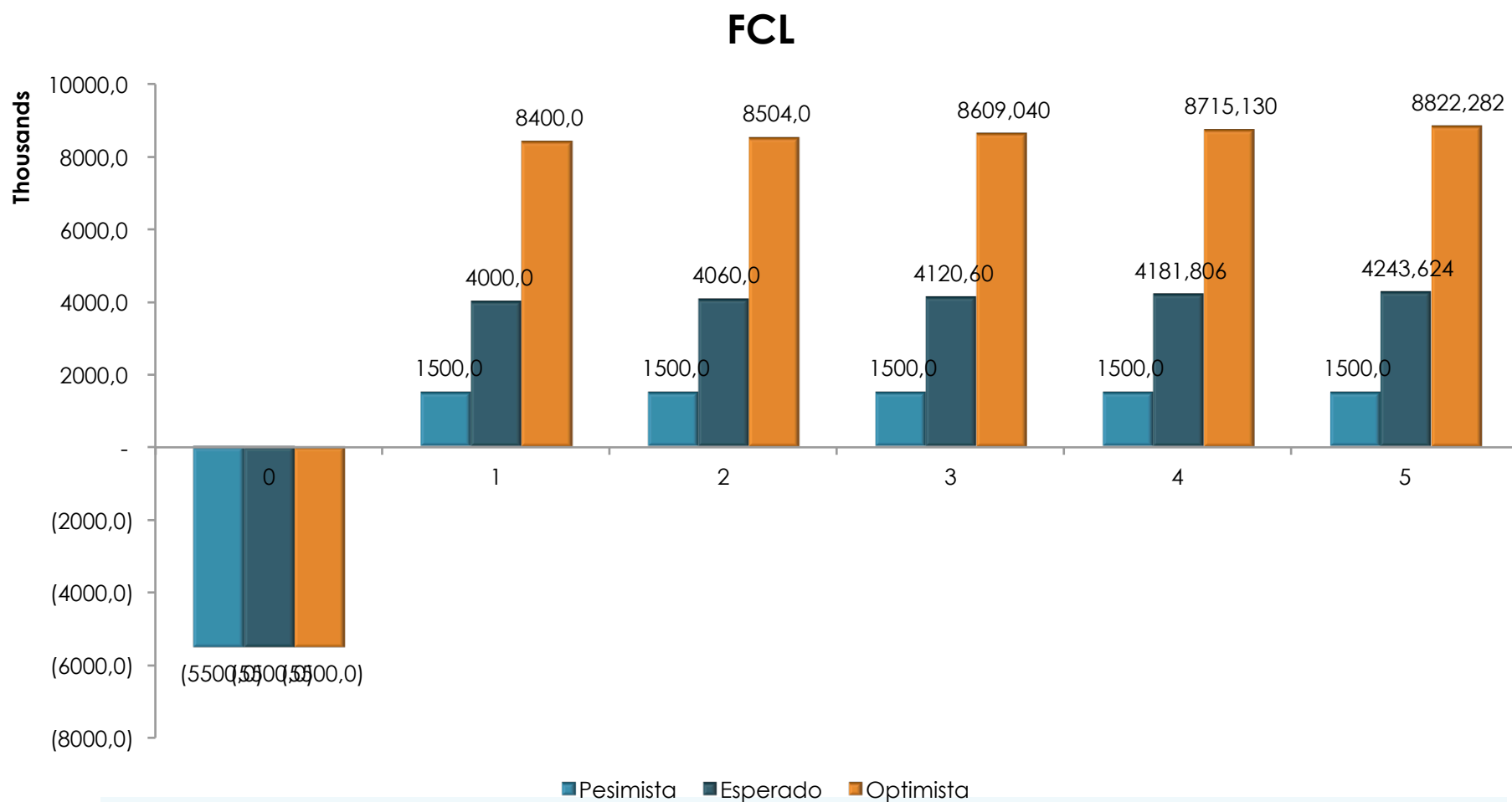
- Adicionalmente se sabe que:

	Escenario Pesimista	Escenario Esperado	Escenario Optimista
Tamaño de Mercado Año 1 (Q)	500	600	1.000
Crecimiento Ventas (% Anual)	0%	1%	1%
Precio de Venta Unitario	72.000	72.000	72.000
Costo Variable Unitario	65.000	62.000	61.600
Costos Fijos	2.000.000	2.000.000	2.000.000

# Escenarios & Análisis de Sensibilidad

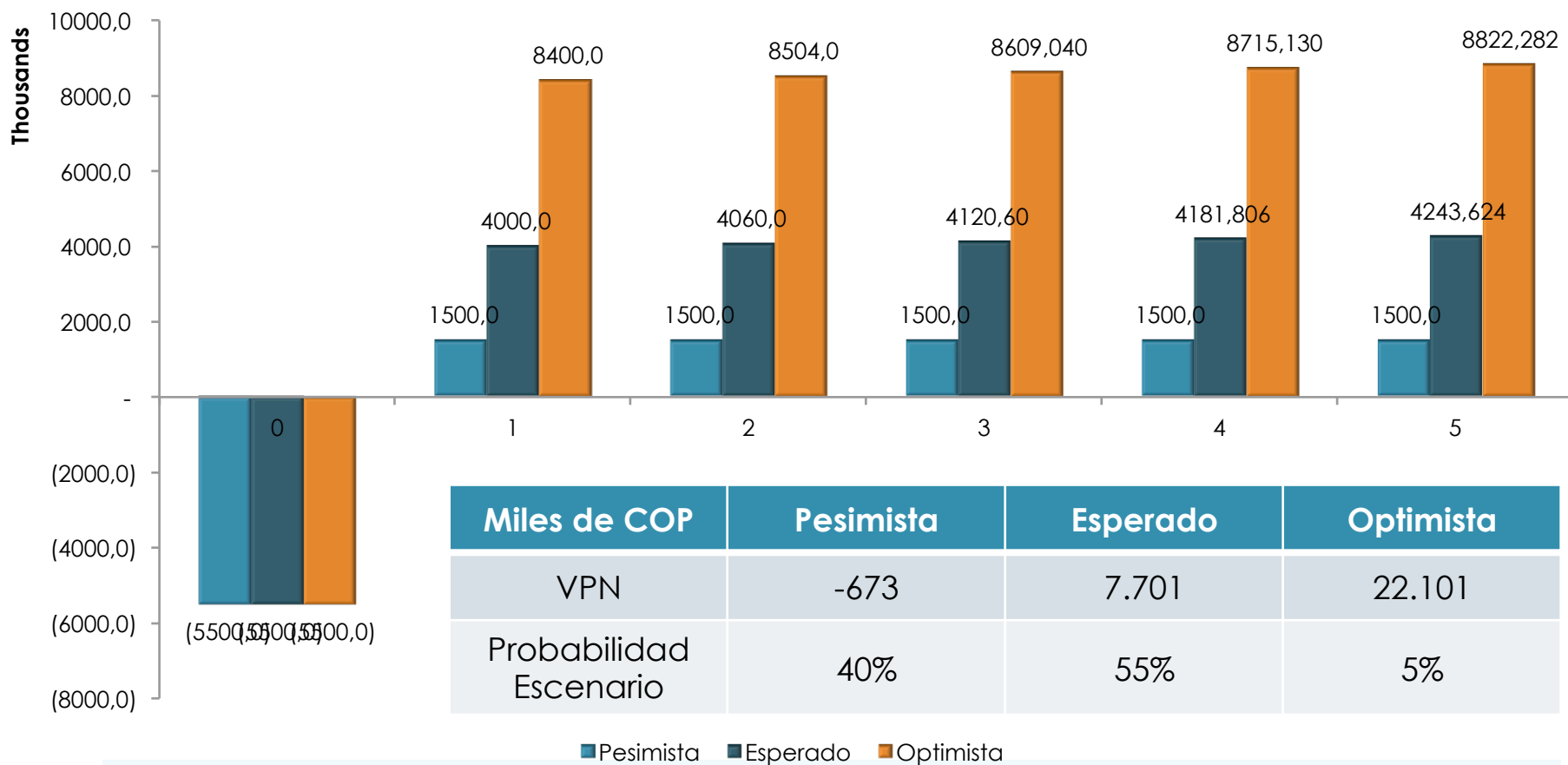
- ¿Cuáles son las variables que introducen volatilidad?
  - Tamaño del mercado
  - Crecimiento de las ventas
  - Costo variable unitario

# Escenarios & Análisis de Sensibilidad



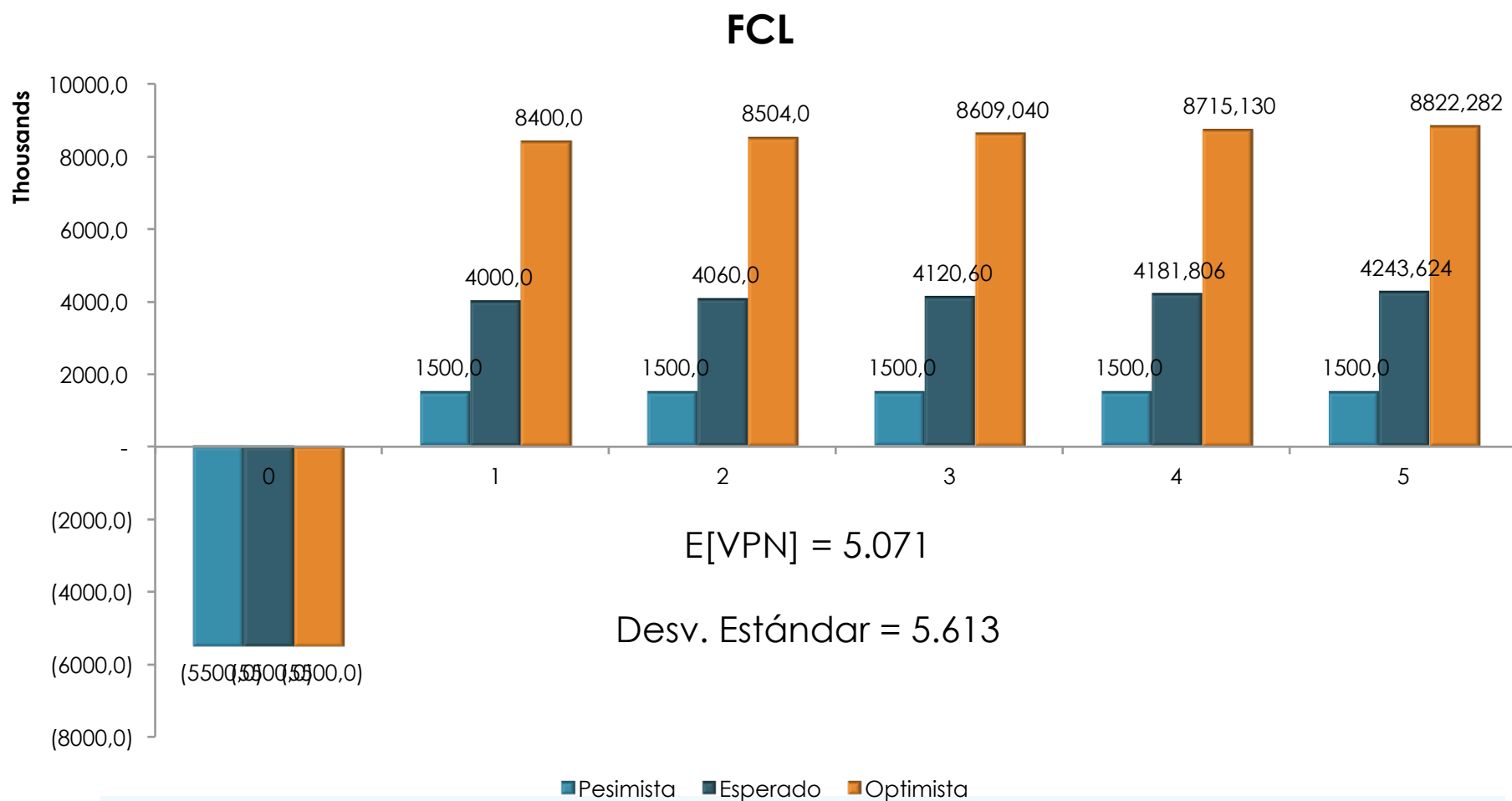
# Escenarios & Análisis de Sensibilidad

## FCL





# Escenarios & Análisis de Sensibilidad



# Escenarios & Análisis de Sensibilidad

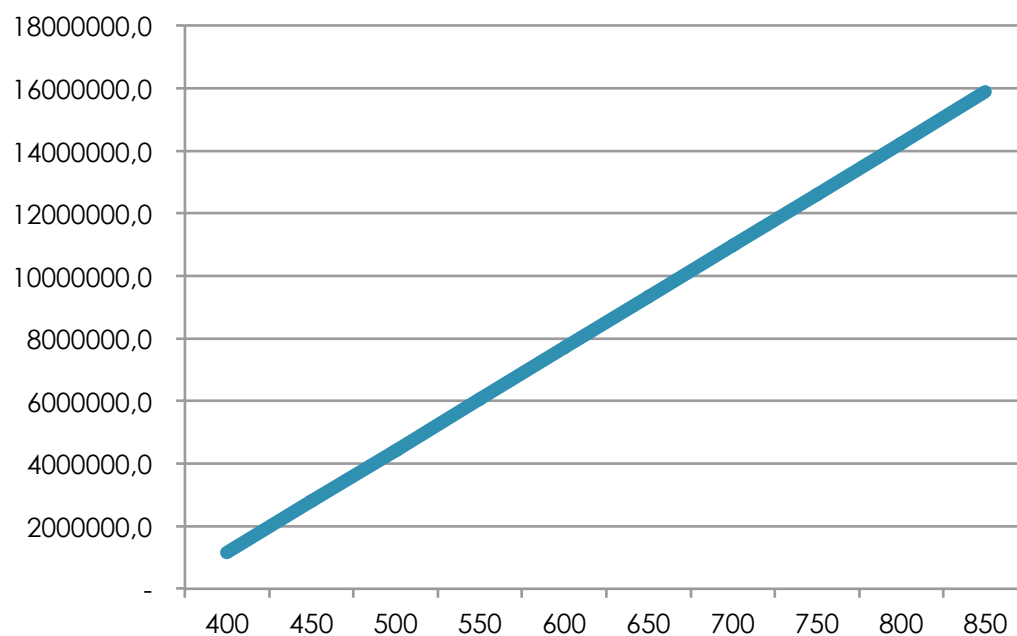
## *¿Recomendaría invertir?*

- Ahora supongamos que sobre el anterior ejercicio, CTC desea hacer un análisis de sensibilidad.
- En concreto, desea saber como cambia el VPN del escenario esperado ante cambios en el tamaño de mercado.

# Escenarios & Análisis de Sensibilidad

Tamaño Mercado	VPN
400	1.155.616
450	2.792.023
500	4.428.429
550	6.064.836
600	7.701.242
650	9.337.649
700	10.974.055
750	12.610.462
800	14.246.868
850	15.883.275

**VPN Esperado**



# Escenarios & Análisis de Sensibilidad

*El análisis de sensibilidad también se puede hacer en dos dimensiones: cambios en el tamaño de mercado y la tasa de descuento antes de impuestos.*

	20%	21%	22%	23%	24%	25%	26%	27%	28%
200	(5.376.929)	(5.379.705)	(5.382.397)	(5.385.011)	(5.387.547)	(5.390.009)	(5.392.401)	(5.394.723)	(5.396.979)
250	(3.604.575)	(3.635.974)	(3.666.549)	(3.696.328)	(3.725.338)	(3.753.603)	(3.781.149)	(3.808.000)	(3.834.178)
300	(1.832.220)	(1.892.244)	(1.950.701)	(2.007.646)	(2.063.128)	(2.117.197)	(2.169.898)	(2.221.278)	(2.271.378)
350	(59.866)	(148.514)	(234.853)	(318.964)	(400.919)	(480.790)	(558.647)	(634.555)	(708.578)
400	1.712.489	1.595.217	1.480.994	1.369.719	1.261.291	1.155.616	1.052.605	952.168	854.222
450	3.484.843	3.338.947	3.196.842	3.058.401	2.923.500	2.792.023	2.663.856	2.538.890	2.417.023
500	5.257.197	5.082.678	4.912.690	4.747.083	4.585.710	4.428.429	4.275.107	4.125.613	3.979.823
550	7.029.552	6.826.408	6.628.538	6.435.766	6.247.919	6.064.836	5.886.358	5.712.336	5.542.623
600	8.801.906	8.570.138	8.344.386	8.124.448	7.910.129	7.701.242	7.497.610	7.299.058	7.105.423
650	10.574.261	10.313.869	10.060.234	9.813.130	9.572.338	9.337.649	9.108.861	8.885.781	8.668.223

# Escenarios & Análisis de Sensibilidad

- Como una última herramienta, existe la simulación de Montecarlo.
- Esta simulación es un método computacional que se basa en la generación de números aleatorios para medir los efectos de la variabilidad de parámetros en un modelo.
- Esta simulación asigna distribuciones de probabilidad y permite obtener un intervalo de confianza sobre una variable objetivo de interés.