

01146

1
2ej.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
SECCION DE CONSTRUCCION**

**CONCEPTO DE OPCION FINANCIERA PARA
ADMINISTRAR EL RIESGO EN LA CONSTRUCCION**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN INGENIERIA
(C O N S T R U C C I O N)
P R E S E N T A E L
ING. EDUARDO BARQUIN RUIZ**

DIRECTOR DE TESIS: M. EN I. ESTEBAN FIGUEROA PALACIOS



CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, D. F.

MARZO 1998

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

259321



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
I OPCIÓN FINANCIERA.....	6
1.1 Descripción.....	6
1.2 Definición.....	7
1.3 Opciones de compra.....	10
1.4 Valor de la opción.....	14
1.5 Aplicación de opciones de compra en la construcción.....	26
1.6 Opciones de venta.....	29
1.7 Aplicación de opciones de venta en la construcción.....	31
1.8 Concepto de opción.....	32
1.9 Aplicación del concepto de opción en la construcción.....	35
II ANÁLISIS DE LOS MÉTODOS CONVENCIONALES DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS.....	43
2.1 Factores que intervienen en la evaluación de proyectos.....	43
2.2 La inferencia estadística en la evaluación de proyectos.....	45
2.3 Conceptos mal interpretados de la inferencia estadística.....	47
2.4 Ejemplo de evaluación de proyecto con procedimiento convencional.....	54

III	CONCEPTO DE OPCIÓN EN LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS	61
3.1	Imprecisiones de la evaluación convencional.....	61
3.2	El Proyecto de inversión como opción de compra.	63
3.3	Análisis comparativo entre el modelo convencional y el opcional.....	74
IV	CONCLUSIONES.....	85
	BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA.....	88

INTRODUCCIÓN

Durante muchos años, los gerentes y directores de las empresas han tomado decisiones de aceptación o rechazo de proyectos de inversión, haciendo uso de diversos métodos o procedimientos de selección basados en modelos que representan a los proyectos en cuestión. Existen infinidad de modelos o métodos de evaluación de proyectos, pero todos pueden agruparse en dos tipos: cuantitativos y cualitativos.

Los cuantitativos han evolucionado considerablemente a partir de la invención, hace cincuenta años, de las computadoras y del rápido desarrollo de la electrónica y la informática, que han puesto estos aparatos prácticamente al alcance de cualquier persona.

De éstos últimos, los más utilizados en la actualidad son los modelos de rentabilidad, en los que se cuantifican los rendimientos que se espera produzcan los proyectos, para compararlos entre sí o con un rendimiento mínimo establecido, utilizando diversas técnicas para manejar y comparar los flujos de efectivo asociados al proyecto.

El procedimiento para usar estos modelos consiste, básicamente, en determinar los ingresos y egresos esperados del proyecto después de impuestos (flujo de efectivo), aplicar el procedimiento de evaluación para encontrar un valor índice y compararlo con un mínimo establecido. Si el indicador supera el mínimo establecido el proyecto se aprueba, o bien, si se está seleccionando entre varios proyectos, se elige el de mayor índice.

Lo anterior ha llevado a los ejecutivos de las empresas a usar sistemáticamente herramientas como el método del Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de

Retorno (TIR), en todas sus variantes y más recientemente, la Tasa de Retorno Total (TRT)¹, sin pensar que simplificaciones utiliza cada modelo y si las premisas en que éste se basa, le permiten representar adecuadamente el comportamiento real que puede tener el o los proyectos en cuestión.

La mayoría de estos métodos de evaluación se basan en los principios del interés compuesto y resultan relativamente sencillos de aplicar, ya que cualquier hoja de cálculo puede valorar los flujos de efectivo.

Hasta la fecha, éstos métodos han proporcionado resultados satisfactorios; sin embargo, ninguno de los dos considera dos aspectos fundamentales del contexto económico actual: los altos niveles de incertidumbre, y la rapidez con que pueden cambiar los escenarios a lo largo de la vida económica del proyecto, más aún si se trata de proyectos de varios años de duración.

Estos dos elementos hacen cada vez más importante un aspecto que no se considera en la mayor parte de los métodos de evaluación: la flexibilidad del proyecto; es decir, la capacidad que tenga de adaptarse a los contextos cambiantes y de diferir la toma de decisiones hasta contar con información más cercana al evento.

Con los procedimientos utilizados hasta ahora, este aspecto se descarta o se toma en cuenta sin ningún procedimiento bien definido y sistematizado, bajo el argumento de que no está incluido en los criterios de evaluación, o bien, porque se le considera un valor subjetivo, que al no ser tangible o cuantificable, se maneja como un término secundario.

La mayor parte de los ejecutivos activos y los que se están formando en las universidades, han aprendido a evaluar los proyectos de inversión prediciendo el flujo de efectivo de los mismos, para después aplicar sistemáticamente una de las técnicas de valuación de estos flujos (periodo de recuperación del capital, VPN, TIR, etc.), y compararlas con un parámetro previamente establecido (tiempo máximo de recuperación, tasa de retorno mínima aceptable, etc.). Se han olvidado o no están conscientes de que la selección se basa en un modelo, que como tal, se ha realizado con base a ciertas convenciones y simplificaciones acordes al contexto en que dicho modelo fue creado o desarrollado, pero que éstas pueden no representar o ajustarse adecuadamente a las características de un ámbito diferente.

¹ Mejor conocida por sus siglas del Inglés ORR (Overall Return Rate). Este método permite aplicar tasas de descuento diferentes al capital invertido y a las recuperaciones.

Los métodos de valuación de los rendimientos de una inversión fueron desarrollados, en su mayoría, hace más de cincuenta años, ajustando bastante bien al desarrollo de los proyectos de aquel periodo.

Cualquiera de estos métodos o modelos de valoración son de alta efectividad cuando la incertidumbre y el cambio de escenario no existen en el proyecto, es decir, que éste se desarrolle en un ambiente de certidumbre, en el que se conozcan los datos de los elementos que pueden afectar su rentabilidad, tales como: inflación, tasa de interés, la aceptación en el mercado del producto, el comportamiento de la economía nacional (posibles devaluaciones, recesiones etc.), y además, que estos factores no cambiaran significativamente a lo largo del desarrollo del mismo.

La realidad, es que se evalúan proyectos que generalmente se desarrollan en varios años, sin poder predecir el comportamiento de estos factores para los siguientes meses. Esta situación se acentúa en una economía emergente como la mexicana, en que las decisiones políticas tienen un gran efecto sobre las variables financieras, aunado a la enorme dependencia de capitales extranjeros en inversiones a muy corto plazo (inversiones de portafolio).

Por si esto fuera poco, el sector de la construcción es uno de los más correlacionados con el desempeño de la economía nacional, debido a que magnifica el comportamiento de la misma. Esto significa que si la economía nacional crece², el sector constructor crecerá a mayor ritmo, pero si decrece, la industria de la construcción caerá con mayor rapidez.

Este efecto amplificador del estado de la economía nacional, convierte a la construcción en una de las industrias con mayores niveles de riesgo e incertidumbre. Ante esta situación, cobra especial interés el desarrollo de modelos o métodos de evaluación que permitan a los participantes del sector constructor (constructoras, inmobiliarias, entidades de gobierno, entidades financieras, etc.) cuantificar el riesgo en que se incurre al tomar una decisión de inversión en un contexto de incertidumbre, y por otro lado aquilatar, dentro del proceso, el valor que tiene la flexibilidad de una empresa para poder posponer, acelerar ó abandonar el proyecto al menor costo posible, dependiendo de las circunstancias futuras que se presenten.

²Se utiliza esta expresión porque se asocia la mejoría económica de un país con el incremento o crecimiento del producto interno bruto (PIB) cuando la tasa de este incremento es superior a la de incremento poblacional.

En la evaluación por medio del VPN, la TIR o la TTR, además de proceder como si los factores que intervienen fueran totalmente ciertos e inamovibles, se hacen implícitamente dos consideraciones más: que el proyecto es una alternativa de ahora o nunca, y que si se decide por él, deberá ejecutarse en su totalidad. Ambas consideraciones son falsas.

En la primera, se excluye la alternativa de diferir la toma de la decisión para hacer estudios y recopilar mayor información que reduzca la incertidumbre y permita tomar la decisión en un momento más cercano al evento, ya que es evidente que se puede tener mejor predicción y conocimiento de un acontecimiento que se presente en un futuro cercano, que de uno que lo haga a mayor plazo. Es mejor decidir ahora qué se hará mañana, en vez de decidirlo con un año de anticipación.

En la segunda, se desecha la posibilidad de realizar el proyecto por etapas, y cuando llega a tenerse en cuenta, la comparación entre ambas alternativas se hace en forma deficiente, básicamente porque se aplica la misma tasa de descuento en ambos flujos de efectivo, sin que se tome en cuenta el valor de la información y de la flexibilidad, y el hecho de que, al proyectar por etapas, se arriesgan menores cantidades de recursos en cada una de ellas.

El riesgo de invertir en este momento \$100 para dentro de dos años obtener \$200 ó 0, es bastante mayor que invertir ahora \$50 para obtener \$100 ó \$0 dentro de un año y en ese momento decidir si se invierten nuevamente \$50 en las mismas condiciones.

Sin considerar el valor del dinero en el tiempo (para simplificar), en ambos casos la ganancia máxima de invertir \$100, es obtener otros \$100 y la pérdida máxima es la totalidad de la inversión. Sin embargo, se puede percibir que en el segundo caso, existe la capacidad de detener la segunda etapa de la inversión si las circunstancias son adversas, o bien, continuar con ella si el panorama es favorable y esto, evidentemente, tiene algún valor.

El presente trabajo desarrolla, principalmente, un enfoque de la evaluación de proyectos que tenga en cuenta el valor de la flexibilidad y la información en un ambiente de incertidumbre, tomando como base el concepto de la Opción Financiera, que ya ha sido estudiado en los mercados de valores.

Es importante aclarar, que no es la primera vez que el proceso de selección de proyectos o de evaluación de los mismos, se valga de las investigaciones y estudios de los mercados de valores para aplicarlos a sus modelos. De hecho, el uso de las

distribuciones probabilísticas y de los valores esperados de los rendimientos, fueron desarrollados para aplicarse en los análisis financieros antes que en la evaluación de otros proyectos de inversión; incluso, el concepto del valor del dinero en el tiempo, el Valor Presente Neto y la Tasa Interna de Retorno, tuvieron su origen en la valoración y comparación entre instrumentos financieros y del mercado de valores.

Esto se debe a que en sentido amplio, un proyecto de inversión es similar a una inversión bursátil, ya que en ambos se invierten recursos, en espera de obtener un retorno que genere un rendimiento que debe ser proporcional al nivel de riesgo o incertidumbre en que se incurra al transferir recursos al proceso, para hacer atractiva la operación.

En este texto se tratarán algunas aplicaciones de las opciones financieras en situaciones que se presentan frecuentemente en la industria de la construcción, pero la mayor parte se enfocará a la aplicación del concepto de opción financiera en la toma de decisiones en la industria, que pueden ir desde la adquisición o arrendamiento de un equipo para una obra, hasta la evaluación y selección de proyectos.

El desarrollo de este trabajo parte, en el capítulo I, de la descripción de la opción financiera, su utilidad y aplicaciones dirigidas a la industria de la construcción.

En el capítulo II, se analiza el método del Valor Presente Neto (VPN) y la forma en que convencionalmente se ha contemplado la incidencia del nivel de riesgo e incertidumbre en sus evaluaciones. Igualmente se tratan algunos conceptos erróneos que tienen la mayor parte de los ejecutivos, al aplicar los criterios probabilísticos en dichas evaluaciones.

Al final del capítulo, se elabora un ejemplo de evaluación por medio del valor presente neto esperado $E(\text{VPN})$, que se utilizará posteriormente, para realizar comparaciones con el método que se propone en este trabajo.

El capítulo III será dedicado a la aplicación del concepto de opción financiera para elaborar una perspectiva diferente de la evaluación de un proyecto, considerándolo como una opción.

Por último, se presentan las conclusiones apoyadas en la comparación entre los dos procedimientos de evaluación aplicados al ejemplo, haciendo énfasis en la determinación de cuál de los dos modelos se apega más a las condiciones prevalecientes en la actualidad.

I OPCIÓN FINANCIERA

1.1 Descripción.

La opción financiera es uno de los denominados instrumentos financieros derivados, que son instrumentos cuyo valor depende o se deriva, del valor de otros instrumentos o activos básicos, como pueden ser: acciones, índices accionarios, bonos, divisas, cosechas de grano, algodón y prácticamente cualquier bien o activo que esté aceptado y reglamentado por los mercados correspondientes³.

Son cuatro los principales instrumentos derivados: los contratos a futuro ó simplemente futuros, los forwards o contratos adelantados, los warrants y las opciones. Todos ellos tienen algo en común: su función principal es la de garantizar a su poseedor o comprador, dentro de un plazo de tiempo previamente establecido, la adquisición o venta de un activo o bien, a un determinado precio, es decir, reduce o anula la incertidumbre sobre el precio de dicho activo, para que el poseedor del título derivado realice la planeación correspondiente.

En contraparte, siempre existirá un emisor o vendedor de este tipo de títulos al cual indebidamente se le llama “especulador”, quien apuesta a que el precio del activo a que se refiere el título derivado, se moverá en sentido opuesto al que espera el comprador, con lo que el emisor o especulador obtendrá ganancias. Cabe aclarar que el emisor es pieza fundamental en estas transacciones, pues es el que proporciona liquidez a los mercados.

³La participación de los mercados en cualquier tipo de operación financiera es de vital importancia, ya que facilitan el contacto entre emisores y compradores, garantizan que las partes cumplan con sus compromisos y estandarizan los procedimientos proporcionando rapidez y confiabilidad a la transacción. La operación de los mercados de opciones queda fuera del alcance de este trabajo, por lo que en lo subsecuente se describirán las operaciones como si la regulación del mercado y sus comisiones no existieran.

Los instrumentos financieros derivados son de creación relativamente reciente, pero han tenido gran aceptación en los mercados correspondientes y el número y monto de las operaciones con estos contratos han crecido aceleradamente; de hecho, el mercado financiero de mayor crecimiento en los últimos 15 años es el de las opciones que, según los expertos bursátiles, llegará a ser uno de los pilares de las finanzas en el futuro, desplazando a muchas operaciones disponibles a la fecha.

1.2 Definición.

La opción es un instrumento financiero que, por un pago inicial denominado costo de la opción (“option price”)⁴ o prima (“premium”), otorga a su comprador o poseedor (“option buyer”), el derecho - mas no la obligación -, de comprar (“call option”) o vender (“put option”) un bien o activo base (“underlying asset”) a un precio preestablecido (“strike price”), durante un lapso de tiempo determinado (“american option”) o sólo al final de dicho lapso (“european option”), denominándose al periodo de vigencia de la opción como vida de la opción (“option live”) y a la fecha de vencimiento como fecha de expiración o de ejercicio (“strike date”, “expiration date”, “maturity”).

Analizando esta definición general se observa que la opción es un instrumento financiero, lo cual implica que es un contrato que confiere obligaciones y responsabilidades a quienes lo celebran.

En este caso, el comprador de la opción está obligado a pagar, a la firma del contrato, el costo de la opción o prima. Esta es su única obligación para adquirir el derecho de comprar o vender un determinado activo⁵.

Dependiendo del derecho que se adquiere, existen básicamente dos tipos de opción: la opción de compra (“call option”) y la opción de venta (“put option”). La primera confiere a su propietario el derecho de comprar un activo base a un precio determinado, llamado precio de ejercicio (“strike price”). La segunda le confiere al tenedor, el derecho de vender un activo en el precio de ejercicio.

⁴Debido a que la mayoría de los textos sobre opciones están en Inglés, se consideró de utilidad para el lector colocar entre paréntesis la acepción en dicho idioma de los elementos relevantes.

⁵En contraparte al comprador de la opción, siempre habrá un vendedor o emisor (“option seller” o “option writer”), que a cambio del costo de la opción o prima, se compromete a vender o comprar el activo al precio fijado, si el propietario de la opción decide ejercerla.

Es muy importante hacer hincapié en dos hechos: la definición es muy explícita al citar que el comprador adquiere el derecho, mas no la obligación de comprar o vender un activo, lo cual significa que el poseedor de la opción no está obligado a hacer la compra o venta (según sea el caso), es decir, ejercerá la opción sólo si le conviene.

Por otra parte, en cualquier tipo de opción se establece un precio fijo, denominado precio de ejercicio, que será aplicado al activo en el caso de que el propietario de la opción decida ejercerla, sin importar las fluctuaciones que tenga el precio del activo en el mercado.

Para aclarar los conceptos expuestos hasta el momento, se realiza una analogía con un caso cotidiano.

Suponga que un aficionado a la Tauromaquia desea adquirir un derecho de apartado para la Temporada Grande de la Plaza México, que consta de 20 corridas de toros. El precio del boleto de barrera para cada corrida es de \$200.00 y el derecho de apartado es de \$10.00 por cada corrida. El aficionado desconoce quienes serán los toreros que alternaran en cada corrida y también le es difícil prever si tendrá disponibles todos los domingos para asistir; sin embargo, mantiene la perspectiva de que existan varios carteles atractivos durante la temporada, por lo que decide adquirir el derecho de apartado para todas las corridas.

En este ejemplo existe incertidumbre, porque se desconocen los carteles y la disponibilidad de tiempo del aficionado. Por otra parte, el derecho de apartado de cada corrida equivale a una opción de compra, con un costo de opción de \$10.00, que le proporciona a su poseedor, el derecho de comprar el boleto de barrera, que es el activo base de donde se deriva la opción, a un precio de ejercicio de \$200.00.

Tiempo después, el comprador del derecho de apartado se entera que en el cartel de la primer corrida, el empresario reúne a los tres toreros más importantes del momento, lo cual garantiza un lleno en la plaza y eleva los precios de barrera a \$300.00, que sería el precio de mercado. Al poseedor del derecho de apartado no le preocupará que haya gran demanda de boletos, puesto que su entrada está garantizada porque posee la opción. Además, si decide ejercerla, comprará su boleto en los \$200.00, sin importar que el precio de mercado esté en \$300.00. Obtendrá una utilidad neta de \$90.00 por tener la opción.

Para la segunda corrida, el empresario no consigue contratar ningún torero de renombre y coloca un cartel con tres toreros de poco prestigio, poniendo los boletos

de barrera a \$150.00. En este caso poseedor del derecho de apartado no ejerce su opción, pues no está obligado a comprar el boleto a \$200.00 y, si desea asistir, pasará a la taquilla y comprará su boleto en 150.00. Sólo habrá perdido los \$10.00 del costo de la opción de derecho de apartado.

Imagine un caso más, en que el aficionado tiene un compromiso que no le permite asistir a la tercer corrida. Simplemente no ejerce su opción y sólo habrá perdido lo que pagó por ella: \$10.00.

Con esta analogía se observan los elementos de una opción y solo faltaría un aspecto: ¿cuándo puede ejercerse la opción?.

Suponga que sólo se puede ejercer el derecho de apartado el día sábado antes de la corrida. Este sería un caso de opción tipo europea, que sólo puede ejercerse en la fecha de vencimiento. Pero también podría existir otra alternativa que permita ejercer el derecho de apartado cualquier día sin pasar del sábado antes de la corrida. Esto equivale a la posibilidad de ejercer la opción durante el periodo de vigencia de la misma, o sea, en cualquier día mientras no se pase de la fecha de vencimiento. A estas opciones se les denomina opciones americanas, y al periodo de vigencia en que pueden ejercerse se le llama vida de la opción.

De lo descrito anteriormente se puede deducir que en cada una de las dos clases de opción, que son las de compra y las de venta, puede acordarse que sean americanas o europeas, lo cual genera cuatro tipos de opción que se presentan en la fig. 1.2.1: la opción de compra americana (“american call option”), la opción de compra europea (“european call option”), la opción de venta americana (“american put option”) y la opción de venta europea (“european put option”).

De los cuatro tipos de opción, las que son más parecidas al proceso de evaluación de proyectos, son las opciones de compra (“call options”), tanto americanas como europeas, por lo que se detallarán en el inciso siguiente y, en lo que resta del trabajo, se hará referencia a ellas principalmente. No obstante, una vez comprendidos los preceptos en que se basa la opción de compra, es fácil extrapolarlos para comprender las opciones de venta (“put options”), que también serán descritas e inclusive se presentará una utilidad práctica de las mismas en la industria de la construcción.

		POSIBILIDAD DE EJERCICIO	
		CUALQUIER DÍA HASTA LA FECHA DE VENCIMIENTO AMERICANA (AMERICAN)	ÚNICAMENTE EN LA FECHA DE VENCIMIENTO EUROPEA (EUROPEAN)
DERECHO	COMPRA (CALL)	Opción de compra americana (American call option) Otorga el derecho de comprar y puede ejercerse cualquier día durante la vigencia del contrato	Opción de compra europea (European call option) Otorga el derecho de comprar y solo puede ejercerse en la fecha de vencimiento del contrato.
	VENTA (PUT)	Opción de venta americana (American put option) Otorga el derecho de vender y puede ejercerse cualquier día durante la vigencia del contrato	Opción de venta europea (European put option) Otorga el derecho de vender y solo puede ejercerse en la fecha de vencimiento del contrato

Fig.1.2.1 Tipos de opciones financieras.

1.3 Opciones de compra.

La Opción de compra (“call option”) es un instrumento financiero que, por un pago inicial denominado costo de la opción (“option price”) o prima (“premium”), otorga a su comprador o poseedor (“option buyer”) , el derecho - mas no la obligación -, de comprar un bien o activo base (“underlying asset”) a un precio preestablecido (“strike price”), durante un lapso de tiempo determinado (“american call option”) o al final del mismo (“european call option”).

Con el objeto de describir la opción de compra, sus elementos y sus principales virtudes, se hace uso de un ejemplo en el que se alude a un ficticio paquete accionario de Teléfonos de México, S. A (Telmex).

Suponga que el precio actual de las acciones de Teléfonos de México es de \$100 por acción. Existe la probabilidad que en los próximos tres meses suban de precio, debido a que dicha compañía lleva gran ventaja sobre las demás empresas de telecomunicación que acaban de iniciar sus operaciones en México.

Sin embargo, también hay probabilidad de que el precio de las acciones de Telmex bajen, dependiendo de la agresividad de los programas de inversión que

implementen sus competidoras; el mercado podría inferir que la empresa mexicana no está acostumbrada a la libre competencia y no soportará la presión de ésta.

Ante tal ambiente de incertidumbre, un inversionista se plantea dos alternativas: comprar las acciones de Telmex a \$100.00 cada una, o bien, adquirir una opción de compra europea a tres meses, al precio de ejercicio de \$100.00 y a un costo de opción de \$3.00 por acción. Para simplificar, se evaluarán ambas alternativas sin considerar el valor del dinero en el tiempo.

Para el caso de la compra de las acciones, el rendimiento ó pérdida de la operación, está dado por la diferencia entre el valor de mercado de la acción en la fecha determinada menos el precio pagado por la acción, $R_a = P_m - P_a$ ⁶.

La gráfica de los rendimientos de esta operación en función de diversos valores de mercado que puede adquirir la acción en los próximos tres meses, es una línea recta, con pendiente 1:1 y abscisa al origen en \$100, que se presenta en la fig. 1.3.1.

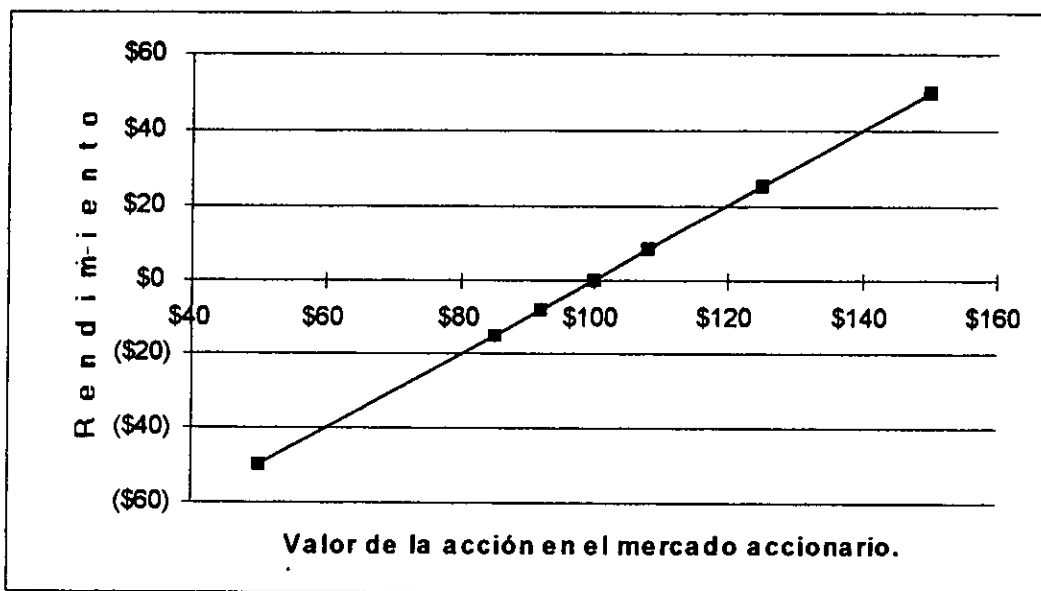


Fig. 1.3.1 Gráfica de rendimientos de la compra de acciones de Telmex en función de diversos valores de mercado de las mismas.

⁶ Ra: Rendimiento de la compra de la acción.
Pm: Precio de mercado de la acción.
Pa: Precio de adquisición de la acción

En la fig. 1.3.1, se observa que la compra de las acciones de Telmex directamente en el mercado accionario, puede proporcionar grandes rendimientos si el valor de mercado sube, pero también puede generar pérdidas fuertes si este valor baja.

Para la alternativa de la adquisición de opciones de compra de las acciones de Telmex, la obtención de los rendimientos de la operación depende de si el precio de mercado es mayor o menor que el precio de ejercicio de la opción.

Si el precio de la acción a la fecha de vencimiento de la opción es mayor o igual que el precio de ejercicio, el inversionista ejercerá la opción y el rendimiento de la operación se obtiene restando, al precio de mercado de la acción, el precio de ejercicio y el costo de la opción. Si $P_m \geq P_e \implies R_o = P_m - P_e - C_o$ ⁷.

Por el contrario, si el precio de mercado es inferior al de ejercicio de la opción, el inversionista no la ejercerá, porque no le conviene adquirir la acción al precio de ejercicio, si puede adquirirla en el mercado a menor precio. Al no ejercer la opción, el inversionista habrá perdido lo que pagó por ella, el costo de la opción. Si $P_m < P_e \implies R_o = -C_o$.

La gráfica del rendimiento de las opciones de compra de acciones de Telmex respecto al precio de mercado de dichas acciones se presenta en la fig. 1.3.2

En el ejemplo de Telmex, si sus acciones van a la alza y alcanzan un precio de mercado de \$125.00 por acción al vencimiento de la opción, el inversionista la ejerce y adquiere las acciones a los \$100.00 pactados, obteniendo una utilidad de \$25.00 por acción menos lo que pagó de costo de opción que fueron \$3.00, teniendo un beneficio neto de \$22.00. Ahora bien, si el precio de mercado de la acción sólo llega a \$101.00, el inversionista debe ejercerla, ya que obtendrá un ingreso de \$1.00 que reducirá el costo de la opción de \$3.00. Tendrá una pérdida de \$2.00 por acción adquirida mediante la opción.

⁷ Pe: Precio de ejercicio.

R_o: Rendimiento de la opción de compra.

C_o: Costo de la opción.

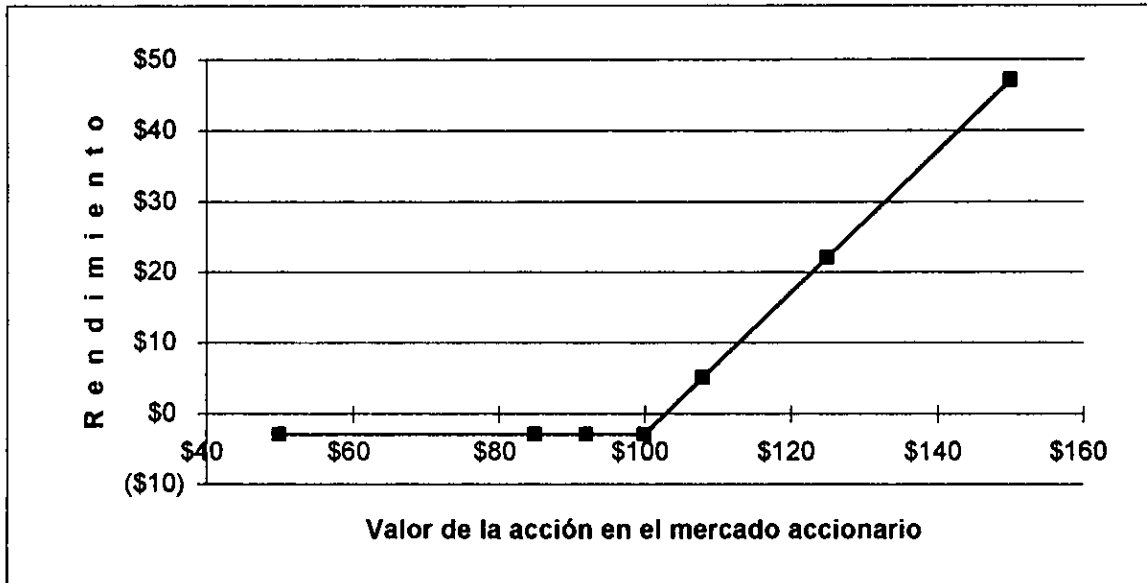


Fig. 1.3.2 Gráfica de rendimientos de la opción de compra de acciones de Telmex en función de diversos valores de mercado de las acciones.

Del caso descrito en el párrafo anterior, se obtienen las definiciones siguientes: Siempre que el precio de mercado del activo base de una opción de compra es superior al de ejercicio, se dice que la opción está dentro del dinero (“in the money”), y la opción debe ejercerse. Si además, el precio de mercado del activo es igual o mayor que la suma del precio de ejercicio de la opción más el costo de la misma, se dice que la operación está suficientemente en el dinero (“enough in the money”), porque el beneficio de ejercer la opción es superior al costo de la misma con lo que se obtiene utilidad neta de la operación⁸.

En el ejemplo, si el precio de mercado de la acción de Telmex es mayor a \$100.00, la opción está dentro del dinero y debe ejercerse. Y si el precio de mercado es mayor que \$103.00, la opción está suficientemente dentro del dinero.

⁸En los casos reales, donde se consideran las comisiones y el valor del dinero en el tiempo, se dice que la opción está suficientemente dentro del dinero si el VPN del precio de mercado de la opción menos el VPN del precio de ejercicio menos el costo de la opción y las comisiones, es mayor que cero. Sin embargo, no queda muy claro entre los autores que tasa de descuento debe aplicarse, si la libre de riesgo, la tasa de rendimiento mínima aceptable del inversionista o la correspondiente a un portafolio de inversión con el mismo flujo de efectivo que la opción, que es la más utilizada en la actualidad. (Ver “Valuation” de T.Copeland).

En el caso contrario, cuando el precio de mercado del activo o acción es menor que el de ejercicio, se dice que la opción de compra está fuera del dinero (“out of the money”), porque no conviene ejercerla y se considera como pérdida el costo de la opción o prima. En el ejemplo, si el precio de mercado de la acción de Telmex cae a \$92.00, no se ejerce la opción, ya que no existe la obligación de hacerlo. Sería absurdo ejercer la opción y comprar acciones a \$100.00, pudiendo comprarlas en el mercado a \$92.00; los \$3.00 que se pagaron por la opción se habrán perdido.

No importará cuanto haya caído el precio de la acción de Telmex por debajo del precio de ejercicio de \$100.00, el poseedor de opciones de compra de dichas acciones sólo perderá \$3.00, porque no está obligado a ejercer la opción.

Este punto es de gran importancia, porque es una de las virtudes más grandes de la opción de compra. No importa cuanto caiga el precio del activo base, el inversionista simplemente no ejercerá la opción de compra y habrá perdido únicamente el costo de la misma (\$3.00 en el ejemplo).

1.4 Valor de la opción.

Para poder comprender las virtudes de la opción de compra, se debe comparar con la alternativa de comprar el activo base. Utilizando el ejemplo de Telmex, en la Tabla 1.4.1, se presentan las utilidades o pérdidas que se presentarían en ambos casos, en función al precio de mercado de la acción de Telmex, después de tres meses.

Precio de mercado	Rendimiento compra de acciones	Rendimiento opciones de compra
\$50	-50	-3
\$85	-15	-3
\$92	-8	-3
\$100	0	-3
\$108	8	5
\$125	25	22
\$150	50	47

Tabla 1.4.1 Rendimientos respecto al precio de mercado de la acción

Los datos de esta tabla son vertidos en la fig.1.4.1, donde se presenta la superposición de las gráficas de las figs. 1.3.1 y 1.3.2, referentes a los resultados de ambas operaciones.

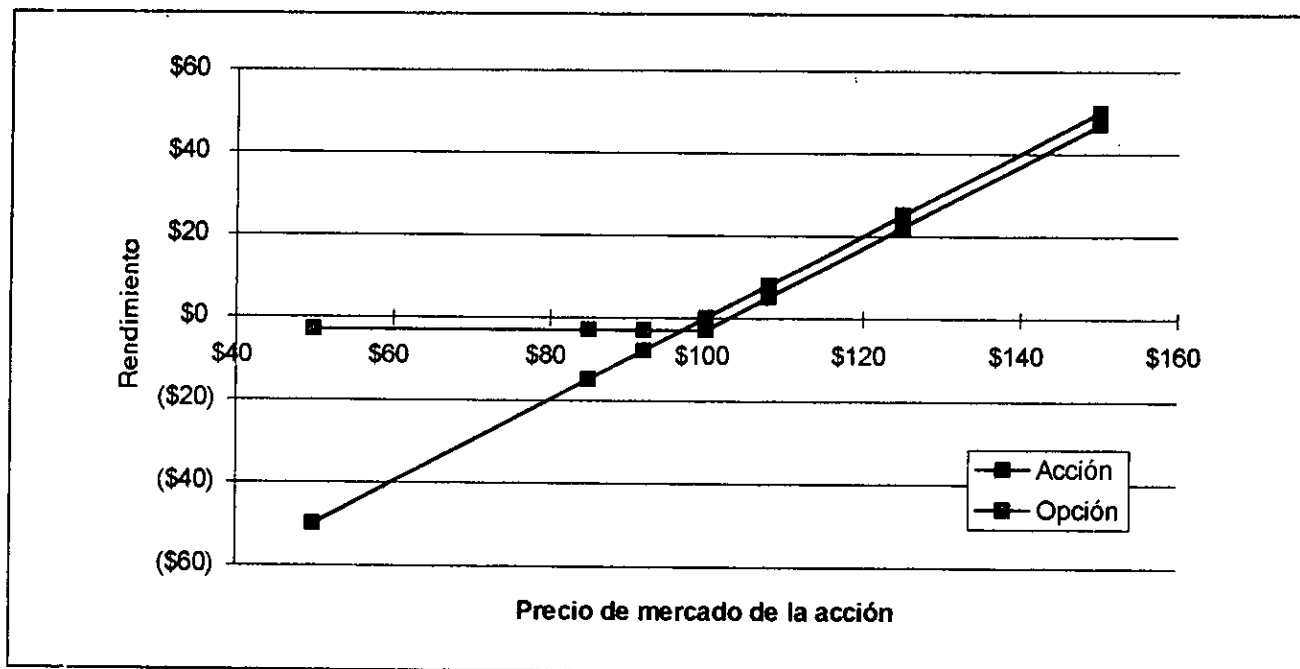


Fig. 1.4.1. Comparación de los rendimientos de la compra de acciones de Telmex y la adquisición de opciones de compra de dichas acciones

En la tabla y la gráfica, puede observarse que si el precio de mercado de la acción es superior al precio de ejercicio de \$100.00, la compra de acciones reditúa mayores beneficios, con un margen de \$3.00, sobre la adquisición de opciones. Esto se explica por el pago del costo de la opción, que es de \$3.00.

Si se analiza el caso contrario, las pérdidas generadas en la compra de acciones en la tabla llegan a \$50.00 (y podrían ser mayores)⁹, mientras que la opción presenta una pérdida máxima de \$3.00. Esto significa que la opción de compra acota la pérdida al costo de la misma.

⁹En teoría, la pérdida por acción puede llegar al precio que se pagó por ella (\$100.00 en el ejemplo), si el precio de mercado de dicha acción llega a \$0.00.

En el caso del inversionista que adquiere la opción de compra de acciones de Telmex, si el precio de las acciones baja, la pérdida del inversionista no puede ser mayor al costo de la opción, que es de \$3.00 por acción.

Al acotar la pérdida, la opción de compra reduce el nivel de incertidumbre y por ende el incertidumbre de la operación. En el ejemplo referido, el inversionista podrá estar seguro que, suceda lo que suceda, no perderá más de \$3.00 por acción en la operación. Situación que contrasta con el que compró las acciones, que podría tener pérdidas de hasta \$100.00 por acción.

Existe otro aspecto que otorga ventaja al inversionista que utiliza las opciones: si por alguna circunstancia el inversionista requiere comprar, por ejemplo 1000 acciones de Telmex y en este momento no tiene el dinero suficiente para hacerlo, aunque lo obtendrá dentro de tres meses, al adquirir las opciones de compra desde este momento podrá saber que dichas acciones dentro de tres meses no le costarán en total más de \$103.00 cada una: \$100.00 del precio de ejercicio y \$3.00 del costo de la opción o prima. Ahora bien, si el precio de mercado de las acciones baja, el inversionista no ejercerá la opción y comprará las acciones en el mercado.

En resumen, las acciones podrán costarle menos de \$103.00, pero nunca más de esta cantidad, con lo cual puede realizar su planeación financiera considerando un costo del paquete de 1000 acciones de Telmex en \$103,000.00, cosa que no podría hacer sin las opciones de compra, porque las acciones de Telmex podrían costar, por ejemplo, \$150.00 cuando tuviera el dinero. El inversionista, al adquirir las opciones de compra, ha administrado el riesgo, pagando una cantidad determinada (\$3.00), para fijar el precio futuro de un bien o activo que requerirá dentro de algún tiempo y, además, no requiere contar en ese momento con el importe total de las acciones para asegurar su posesión dentro de tres meses.

A continuación, se analiza lo que sucede al aplicar, al análisis del valor de las opciones de compra, los principios de la probabilidad y estadística para determinar su comportamiento como administradoras de riesgo.

En los párrafos anteriores se han utilizado los conceptos de riesgo e incertidumbre, que serán explicados a mayor detalle en capítulos posteriores. Por el momento, baste con indicar que el nivel de riesgo de una inversión se asocia con la dispersión de la distribución de los resultados posibles de la misma. Así, a mayor dispersión de los posibles rendimientos, se considera mayor nivel de riesgo.

Aplicando este principio, se deduce que el uso de la opción baja el nivel de riesgo, ya que reduce el rango de rendimientos posibles desde el costo de la opción (\$-3.00 en el ejemplo) hasta + infinito (teóricamente).

En la fig. 1.4.1 se observa claramente que el rendimiento de la adquisición de opciones de compra de acciones de Telmex, se encuentra \$3 por debajo de la compra "directa"(es decir, en el mercado accionario) de dichas acciones, cuando los precios de mercado son iguales o mayores que el precio de ejercicio de \$100.00.

Pero cuando la acción tiene precios de mercado menores al de ejercicio, existe un cruce de las gráficas y, mientras que la compra de acciones puede generar grandes pérdidas, la adquisición de la opción se mantiene constante con una pérdida de \$3.00, sin importar cuanto caiga el precio de mercado de la acción.

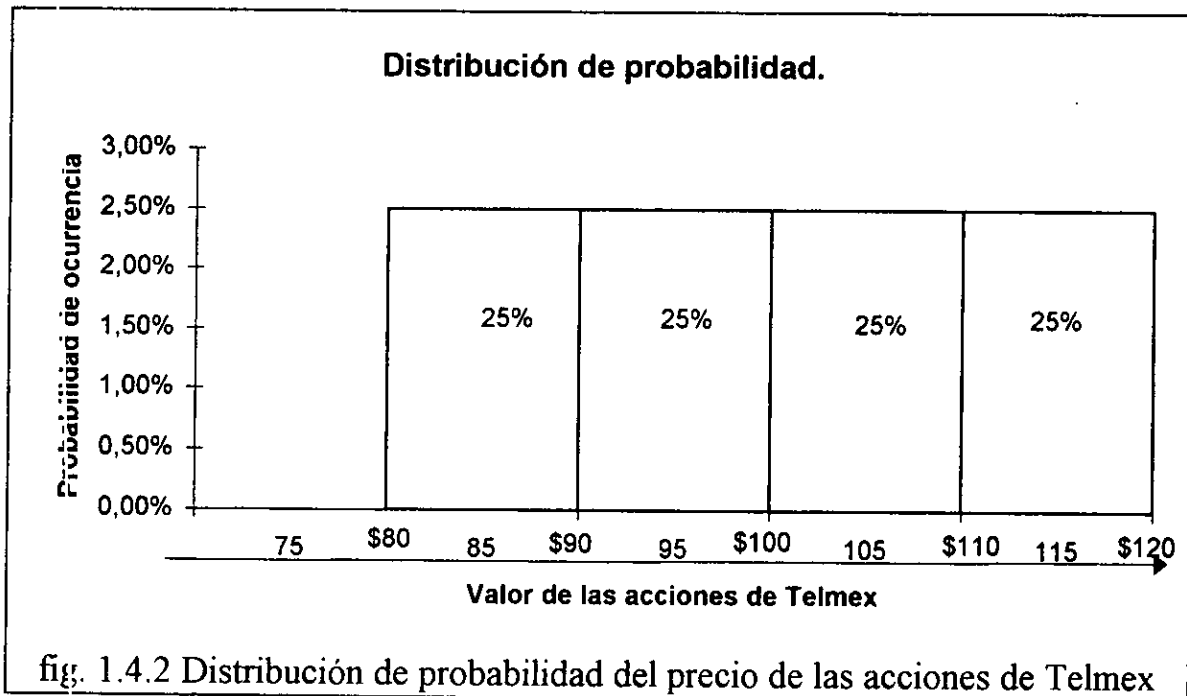
La conveniencia entre adquirir la opción de compra ó comprar de una buena vez las acciones, dependerá de la tendencia del precio de mercado de éstas últimas. Si el precio tiende a subir, otorgará mayores rendimientos la compra de las acciones, pero si existe posibilidad de que el precio baje, podría resultar conveniente protegerse con la adquisición de opciones de compra.

En esta situación, el inversionista podría acudir a los especialistas del mercado de valores, para que le proporcionen, con base a elementos tales como estadísticas históricas del comportamiento de las acciones de Telmex, indicadores económicos y a su experiencia en el mercado de valores, la distribución de probabilidad del comportamiento del precio de mercado de las acciones de Telmex en los próximos tres meses.

Una distribución ficticia se presenta en la fig. 1.4.2, donde la media del precio es de \$100.00 y existe una probabilidad de 25% que el precio se eleve entre \$100.00 y \$110.00, 25% entre \$110.00 y \$120.00 y por el otro lado, 25% de probabilidad de que se ubique entre \$90 y \$100, y 25% de que se quede entre \$80 y \$90. El histograma con las marcas de clase de cada intervalo, se observa en la citada fig. 1.4.2.

Para obtener el valor esperado de la compra de acciones bajo la distribución de probabilidad de la fig. 1.4.2, se utilizan las marcas de clase como promedio del valor del intervalo, y haciendo uso de la gráfica de rendimientos de la compra de acciones (fig. 1.3.1), se obtiene la ganancia o pérdida que reporta la compra de la acción y se multiplica por la probabilidad de ocurrencia:

$$E(\text{acción})= 0.25(\$15)+0.25(\$5)+0.25(-\$5)+0.25(-\$15) = 0.00$$



Actuando de igual manera con las opciones, utilizando la gráfica de rendimientos de las opciones de la fig. 1.3.2, se tiene:

$$E(\text{opción}) = 0.25(\$12) + 0.25(\$2) + 0.25(\$-3) + 0.25(\$-3) = \$2.00$$

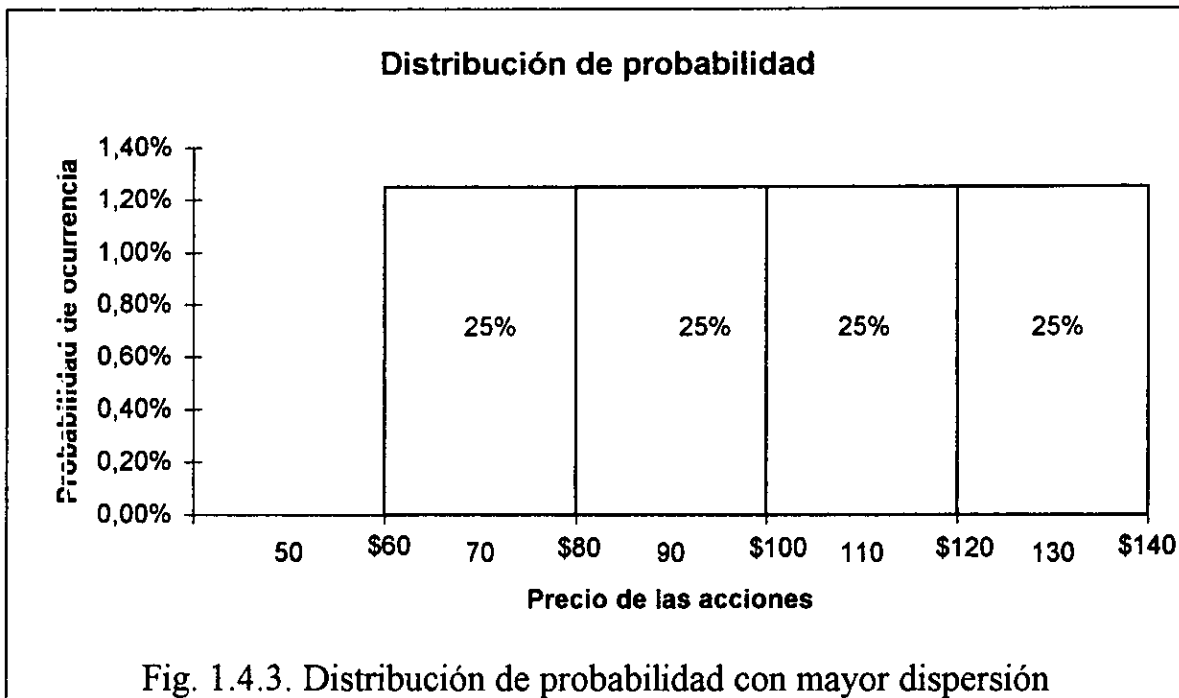
Puede observarse que el valor esperado de la opción es mayor al de la compra de acciones. Esto implica que debe seleccionarse la adquisición de opciones de compra en vez de comprar las acciones.

Ahora, si el nivel de riesgo e incertidumbre fuera mayor, este se asocia directamente a la dispersión de los posibles resultados. Considerando que la distribución de probabilidad sigue siendo rectangular, pero con valores posibles entre \$60.00 y \$140.00, como se observa en la fig. 1.4.3.

Al realizar los cálculos del valor esperado de la compra de acciones y de la adquisición de opciones de compra, se tiene:

$$E(\text{acción}) = 0.25(\$30) + 0.25(\$10) + 0.25(\$-10) + 0.25(\$-30) = \$0.00$$

$$E(\text{opción}) = 0.25(\$27) + 0.25(\$7) + 0.25(\$-3) + 0.25(\$-3) = \$7.00$$



Estos resultados indican que, entre mayor sea la dispersión esperada de los resultados, mayor será el valor de la opción, es decir, que la opción adquiere mayor valor a medida que se incrementa el riesgo, ya que se considera a la dispersión como una medida del riesgo que pueda tener una operación.

La explicación de este comportamiento es que, con la adquisición de la opción de compra, se acota la máxima pérdida que puede presentarse en cualquier escenario, sin renunciar a las mayores ganancias que se puedan presentar en un ámbito con mayor dispersión de posibles resultados.

Si se compran las acciones, existe el 50% de probabilidad de ganar y 50% de perder; es casi un volado. El inversionista puede ganar o perder (en el caso representado por la primer distribución de probabilidad), un máximo de \$20.00 (\$40.00 en el ejemplo con mayor dispersión) con la misma probabilidad de ocurrencia en todo este rango, por lo cual el valor esperado sería de cero.

Por otra parte, al adquirir la opción de compra en un costo de \$3.00, no se ejercerá si el precio de la acción es menor a \$100.00, perdiéndose el costo de la opción, es decir hay un 50% de probabilidad que la pérdida sea igual a \$-3.00. En el otro lado, no se renuncia a la posibilidad de tener utilidades, las cuales se verán

mergadas por el costo de la opción. Así, el 50% de probabilidad de obtener en promedio $\$20.00 - \$3.00 = \$17.00$. El valor esperado es de: $0.5(-3) + 0.5(17) = \$7.00$, lo cual se puede interpretar como que la opción tiene un valor superior en $\$14.00$ a lo que se pagó por ella, porque si se hubiera pagado $\$17.00$ por la opción de cada acción, se obtendría el mismo valor esperado para la compra de las acciones y la compra de las opciones. Nuevamente, se está administrando el riesgo a través de la opción.

El ejemplo ha sido simplificado mucho al utilizar distribuciones de probabilidad rectangulares, aunque se podrían utilizar distribuciones de probabilidad normales, o de cualquier otro tipo, y el efecto de la compra de las opciones sería el mismo: acotar la pérdida.

Ahora bien, aunque el costo de la opción de Telmex fuera de $\$17.00$, faltaría por considerar un valor subjetivo: con la compra de la opción, el inversionista tiene la facultad de decidir tres meses después, con mayor información y más cercana al momento en que requieren las acciones. Si el precio de éstas cayese estrepitosamente, simplemente no ejerce la opción, mientras que si compra la acción y se presenta la situación descrita, tendrá que vender al precio de mercado.

Este valor adicional que proporciona la mejor calidad de la información reduce la incertidumbre. Mientras que en la compra de acciones, el inversionista toma la decisión tres meses antes de conocer el precio de mercado de la acción, basándose en las estadísticas de datos históricos y en las perspectivas del mercado, el poseedor de la opción decidirá la compra de las mismas acciones ya conociendo el precio de mercado.

En este caso particular, se administra el riesgo al eliminar la incertidumbre, aunque en términos generales, el uso de las opciones reduce la incertidumbre al diferir la toma de decisiones a un momento más cercano al evento, lo cual mejora la calidad de la información disponible.

El caso de las acciones de Telmex es muy ilustrativo. El inversionista que desea participar en los rendimientos de las acciones de Telmex tiene la alternativa de comprar 10,000 acciones en $\$1'000,000.00$ en este momento, con la incertidumbre de cuánto crecerá la competencia en los próximos meses, si Telmex tiene la capacidad y la intención de competir e incluso, si no se presentará un desastre natural como el terremoto de 1985 que merme su capacidad instalada. Todos estos

factores pueden incidir positiva o negativamente en el precio de las acciones de Telmex en los próximos tres meses.

La otra alternativa de adquirir opciones de compra europeas, le permite al inversionista tener el derecho de comprar las acciones de Telmex, a \$100.00, dentro de tres meses¹⁰. Es decir, el inversionista decidirá si compra las acciones o no en la fecha de vencimiento de la opción, conociendo en ese momento el precio de mercado de la acción. Se ha anulado la incertidumbre.

El otro aspecto importante en la comparación entre las operaciones de compra de acciones y la adquisición de opciones de compra de las mismas, radica en el monto de la inversión.

Para acceder a los beneficios o pérdidas de las acciones de Telmex a través de la compra directa, se deben invertir \$100.00 por acción, mientras que para acceder a casi los mismos beneficios y una pérdida máxima de \$3.00 a través de las opciones de compra, sólo se deben invertir \$3.00 por acción¹¹. Esto tiene gran trascendencia en dos valores de gran importancia para el inversionista actual, que están muy ligadas entre sí: el costo de oportunidad y la flexibilidad.

Si el inversionista sólo posee un millón de pesos, puede comprar 10,000 acciones de Telmex y esperará los resultados de su operación. Habrá perdido la oportunidad de realizar otra inversión. Esto tiene como costo el rendimiento que le podría generar otra inversión.

Al mismo tiempo, el inversionista pierde flexibilidad al no poder tomar otras alternativas que se pueden presentar, mientras posea las acciones.

Otro inversionista con el mismo millón de pesos, puede adquirir opciones de compra de las 10,000 acciones de Telmex, con un costo de \$30,000.00. El costo de oportunidad obviamente es mucho menor, ya que le quedan \$970,000.00 para poder invertirlos si en los tres meses subsecuentes se presenta alguna alternativa más rentable que la compra del paquete de acciones de Telmex.

Para complementar lo concerniente a la diferencia de recursos comprometidos en la compra de acciones y la adquisición de la opción, hace falta considerar otro aspecto: el valor del dinero en el tiempo que no se había utilizado, con el objeto de

¹⁰ Si se utilizaran opciones americanas, el inversionista podría comprar las acciones en cualquier momento antes de la fecha de vencimiento.

¹¹ El costo de una opción de compra varía dependiendo del precio de ejercicio, el precio de la acción, la volatilidad del mercado, la vida, el tipo de opción y las tasas de interés.

simplificar la explicación del funcionamiento de las opciones de compra en comparación con la compra "directa"; sin embargo, ahora se incorpora este concepto al análisis para hacer notar que su inclusión aumenta el valor de la opción.

Volviendo al ejemplo, considere la comparación entre la compra de 10,000 acciones de Telmex y la adquisición de opciones de compra europeas a tres meses del mismo paquete. Para evaluar se utiliza el método del valor esperado del valor presente neto E(VPN), de ambas alternativas, considerando una tasa de descuento del 3% mensual. La distribución de probabilidad es la de la tabla 1.4.2, y se utilizan las marcas de clase como promedio de los precios de venta para los cuatro escenarios supuestos.

Los flujos de efectivo de ambas alternativas junto con los factores de actualización de capital para cada mes, el cálculo del valor presente neto de dichos flujos, y el valor presente neto esperado de ambas operaciones, se presentan en la tabla 1.4.2

CÁLCULO DEL E(VPN) DE LA COMPRA DE 10,000 ACCIONES DE TELMEX							
\$ / acción	MES 0	MES 1	MES 2	MES 3	VPN	PROB.	PONDERACIÓN
Mes 3	1.0000	1.0300	1.0609	1.0927			
\$70.00	(\$1,000,000)			\$700,000	(\$359,401)	25.00%	(\$89,850)
\$90.00	(\$1,000,000)			\$900,000	(\$176,373)	25.00%	(\$44,093)
\$110.00	(\$1,000,000)			\$1,100,000	\$6,656	25.00%	\$1,664
\$130.00	(\$1,000,000)			\$1,300,000	\$189,684	25.00%	\$47,421
E(VPN) =							(\$84,858)

CÁLCULO DEL E(VPN) DE OPCIONES DE COMPRA DE 10,000 ACCIONES DE TELMEX							
\$ / acción	MES 0	MES 1	MES 2	MES 3	VPN	PROB.	PONDERACIÓN
Mes 3	1.0000	1.0300	1.0609	1.0927			
\$70.00	(\$30,000)			\$0	(\$30,000)	25.00%	(\$7,500)
\$90.00	(\$30,000)			\$0	(\$30,000)	25.00%	(\$7,500)
\$110.00	(\$30,000)			\$100,000	\$61,514	25.00%	\$15,379
\$130.00	(\$30,000)			\$300,000	\$244,542	25.00%	\$61,136
E(VPN) =							\$61,514

Tabla 1.4.2. Valor presente neto esperado de la compra de acciones de Telmex y la adquisición de opciones de compra de acciones de Telmex.

Los resultados de la tabla muestran amplia ventaja de la adquisición de opciones con respecto a la compra de las acciones. Mas aún, la compra de acciones debe ser rechazada por amplio margen, pues proporciona un valor presente neto esperado negativo, mientras que la adquisición de opciones arroja un valor presente neto esperado positivo.

De todo lo expuesto anteriormente, se puede deducir que el valor de las opciones se lo otorga el ambiente de incertidumbre. En un mundo de certidumbre, las opciones financieras no tendrían razón de ser.

Imagine que se sabe con toda certeza que el precio de las acciones de Telmex se mantendrá en \$100 durante los tres meses siguientes. Podría comprar ahora la acción o comprarla dentro de tres meses al mismo precio (sin considerar el valor del dinero en el tiempo), no tendría sentido pagar por una opción de compra.

Sin embargo, este escenario no se presenta en la realidad y siempre habrá la posibilidad de que el precio suba o baje y en ocasiones sin tener noción de cuanto. El inversionista requiere de una herramienta que le permita administrar el riesgo, la cual evite que se presenten grandes pérdidas, pero que lo faculte para acceder a los altos rendimientos que puedan presentarse.

La incertidumbre de lo que sucederá en el futuro es lo que le da valor a la opción. Entre mayor sea la variabilidad del precio del activo base o mayor la falta de información sobre el posible comportamiento de su precio, mayor será el valor de su opción de compra, porque será mayor la necesidad de administrar el riesgo.

Antes de que se desarrollara el mercado de las opciones, se utilizaban los otros instrumentos derivados para asegurar el precio futuro del activo base y evitar las pérdidas por un posible cambio de precio. Esto se lograba con un contrato a futuro¹² a un precio de ejercicio determinado, con lo que se evitan las pérdidas por un cambio desfavorable en las cotizaciones. Sin embargo, este esquema de contrato de valores es muy rígido y así como protege al inversionista de no tener pérdidas por un cambio desfavorable del precio del activo, por la otra parte, no le permitirá acceder a las ganancias que le proporcionaría un cambio favorable en el precio del activo, mientras que la opción permite acceder a este beneficio, mermado únicamente por el costo de la opción o prima.

¹² Generalmente denominado futuro, es un contrato que obliga a una de las partes a vender y a la otra a comprar un bien o activo, en una fecha futura establecida y a un precio determinado.

Además, los contratos a futuro obligan al inversionista a realizar la compra pactada. Si se realiza un contrato a futuro a 3 meses de 10,000 acciones de Telmex en \$100.00 cada una, el comprador tendrá la obligación de comprarlas en ese precio en la fecha de vencimiento. Esto es una gran desventaja, porque en las circunstancias actuales de gran cambio puede suceder que el inversionista, dentro de tres meses, ya no desee comprar las acciones de Telmex por cualquier razón (como puede ser la falta de liquidez), si realizó un contrato de futuro, se verá obligado a adquirir dichas acciones. No tienen flexibilidad.

Si en vez de este tipo de instrumento maneja la opción de compra y no tiene liquidez a su vencimiento, simplemente no ejerce la opción.

Con lo expuesto hasta el momento con el hipotético caso de las acciones de Telmex, se puede comprender cual es la razón que le ha proporcionado tanto éxito a las opciones en los mercados financieros internacionales: son instrumentos que se ajustan al contexto financiero actual, cuya única constante es el cambio.

Con el progreso de las telecomunicaciones y las ciencias informáticas, actualmente es cuestión de segundos cambiar grandes montos de capital de un lado a otro del mundo. De igual manera, por ejemplo, las acciones de una empresa altamente redituables por ser lo más avanzado en tecnología, pueden caer de un momento a otro por un descubrimiento revolucionario de su competencia. Las grandes empresas que se mantienen son las que están en constante innovación que les permite alcanzar o conservar la vanguardia.

En tiempos pasados, donde la rapidez de cambio de contexto era mucho más lenta que la actual, las opciones no tenían perspectiva de éxito. Los comportamientos eran más predecibles que en la actualidad y los grandes cambios eran excepcionales.

En esos tiempos, la tecnología financiera, a través de Harry Marcowitz, creó una de las teorías más relevantes en el ámbito de los mercados de valores: la teoría de portafolios de inversión, que se basa en invertir en activos de diversos tipos para diversificar el riesgo de invertir en un solo paquete de acciones o en un solo sector de la economía, disminuyendo el nivel de riesgo global del portafolio. Así, en un escenario determinado, mientras unas inversiones pierden, los beneficios de las otras compensan estas pérdidas. La vieja idea popular de no colocar todos los huevos en la misma canasta, tecnificada con el uso de la probabilidad y estadística para decidir que títulos adquirir y en que cantidades.

Esta diversificación sigue siendo buena, pero insuficiente para administrar el riesgo en los mercados actuales, ya que los niveles de incertidumbre sobre el comportamiento de los factores que inciden en la rentabilidad de una inversión, han crecido desmesuradamente con respecto a los que existían hace cincuenta años, y tienen tendencia a seguir creciendo.

Como ya se mencionó anteriormente: a mayor incertidumbre, mayor valor de la opción. Esto se observa con mayor claridad en las opciones de compra americanas, que otorgan mayor flexibilidad que las europeas, al poder ejercerse en cualquier momento de la vida de la opción, por lo que su costo es más elevado.

Si el inversionista decide comprar una acción en este momento porque supone, con base a la información con que cuenta, que dicha acción va a subir de precio dentro de tres meses este inversionista está en desventaja con respecto a alguien que posea una opción de compra americana de la misma acción, que pueda ser ejercida en los próximos tres meses, porque éste último podrá decidir dentro de un mes o dentro de dos, con información más cercana al evento e incluso conociendo ya el precio de la acción. La decisión de compra tendrá mayor probabilidad de proporcionar resultados positivos.

Tal vez la cuestión fundamental que deberá resolver el inversionista actual es ¿cuánto está dispuesto a pagar por esta información y por esta flexibilidad?. Este monto sería mayor cuanto más incertidumbre exista, porque le puede evitar mayores pérdidas pero, por otro lado, le podría ofrecer grandes beneficios, tanto mayores cuanto mayor sea el rango de variación.

No puede suponerse que un inversionista se retire sistemáticamente de las inversiones riesgosas, porque si bien es cierto que estará a salvo de pérdidas fuertes que puedan llevarlo a la quiebra, también tendrá que resignarse a tener rendimientos mediocres y dejar los altos rendimientos a otros, que no necesariamente tendrán que ser los más osados, sino los que tengan mejores herramientas que les permitan administrar el riesgo, y la opción financiera es una de estas herramientas.

1.5 Aplicación de opciones de compra en la construcción.

Uno de los principales campos de aplicación de las opciones financieras como administrador de riesgo dentro del sector constructor mexicano, se encuentra en lo referente a las transacciones que se requieren hacer con divisas extranjeras (dólares norteamericanos principalmente), lo cual se debe a que la mayor parte de la maquinaria se importa, así como muchos materiales y equipos eléctricos y electrónicos. Todos ellos se cotizan en dólares norteamericanos, mientras que las constructoras cobran en pesos mexicanos.

Suponga que la empresa constructora XSA, está participando en una licitación para la instalación del aire acondicionado de un centro comercial. Según su programa de obra, si gana el concurso, deberá adquirir cierto equipo importado, por lo que tendrá que pagar, para el 12 de noviembre de 1996, la cantidad de US\$ 1'000,000.00 de dólares norteamericanos (US\$). La empresa está analizando el 5 de agosto de 1996 las alternativas que tiene, debido a que sus ingresos se producirán en pesos mexicanos y la paridad de nuestra moneda con respecto al dólar norteamericano es volátil y se teme un posible salto devaluatorio.

A la fecha de análisis, el tipo de cambio se encuentra en \$7.60 /US\$, y a decir de los especialistas de los mercados de futuros, el dólar para 12 de noviembre de 1996, deberá colocarse aproximadamente a \$8.00 /US\$, por lo que la compañía deberá considerar \$8'000,000.00 para cumplir con su compromiso; sin embargo; existe la posibilidad de una devaluación abrupta que podría poner la paridad, por ejemplo, a \$10.00/US\$ o más.

Por otra parte, los funcionarios de gobierno afirman que se ha superado lo más difícil de la crisis, que no habrá devaluación abrupta, que el peso está subvaluado con respecto a la divisa americana y que han aumentado las reservas de dólares, lo que proporciona la posibilidad de que la paridad del peso con el dólar se sostenga. Además, hay que recordar que ya en varias ocasiones se ha sostenido el tipo de cambio del peso mexicano durante largos periodos como parte de la política económica, por lo que no sería extraño que se sostuviera la paridad al rededor de \$7.60/US\$.

Ante este panorama¹³, la empresa decide adquirir en el mercado de opciones de Chicago, una opción de compra tipo europea con fecha de vencimiento al 1 de noviembre de 1996 por 1'000,000.00 de dólares, a un precio de ejercicio de \$8.00 por dólar, con un costo de la opción de \$0.20 por dólar, o sea un costo total de \$200,000.00 por la opción.

Existen diversos escenarios que se pueden presentar con base a la cotización del dólar:

Suponga que el 1 de noviembre la paridad es de \$9.00 por dólar. En este caso la empresa XSA ejerce la opción de compra y adquiere US\$ 1'000,000.00 en \$ 8'000,000.00, que sumados al costo de la opción genera un costo de la operación de \$8'200,000.00, en vez de pagar \$9'000,000.00. La empresa ha ganado \$800,000.00, independientemente del resultado del concurso, ya que si no lo gana, puede ejercer la opción, adquirir el millón de dólares a \$8.00 por dólar y venderlos en el mercado a \$9.00 por dólar, ingresando \$1'000,000.00 menos el costo o prima de la opción de \$200,000.00 a las arcas de la empresa.

Ya se mencionó que siempre que el precio del dólar esté por arriba del precio de ejercicio (\$8.00 por dólar en este caso), se dice que la opción está dentro del dinero, es decir, que se obtiene un beneficio al ejercer la opción de compra y por lo tanto, deberá ejercerse. Si el tipo de cambio es mayor de \$8.20 por dólar, los beneficios de ejercer la opción serán mayores a \$200,000.00, que es el costo de la opción, por lo que la opción se encuentra suficientemente dentro del dinero, lo cual indica que se obtendrán ganancias netas al ejercerla.

Ahora suponga que se cumplen los pronósticos y que el dólar se ubica en \$8.00. En esta ocasión es irrelevante ejercer la opción o no porque se pueden adquirir los dólares al mismo precio en el mercado, por lo cual la empresa habrá perdido el pago del costo de la opción de \$200,000.00.

Si el precio del dólar se sostiene en \$7.60 o inclusive baja de este precio, sería absurdo ejercer la opción a \$8.00 por dólar, si se pueden conseguir más baratos en el

¹³ Si la obra se contratará a precio alzado, es evidente que la constructora debe protegerse contra una devaluación abrupta porque no habrá modificación en el precio; y aún en el caso de que el contrato no fuera a precio alzado, y/o se contara con una cláusula de ajuste por depreciación \$/US\$, generalmente los ajustes se aplican para movimientos producidos después de la fecha de apertura de las propuestas, pero los presupuestos deben estar listos algunos días antes para poder completar la documentación de la propuesta a tiempo (como pueden ser: fianzas de seriedad de la propuesta, catálogo de conceptos, o programas de erogaciones y flujos de efectivo).

mercado. Sin embargo, es de gran importancia observar que no importa cuanto baje la cotización del dólar, el costo adicional para la empresa XSA, será el costo de la opción de \$200,000.00, y con este pago ha conseguido protegerse.

La empresa XSA no se dedica a la especulación en los mercados de valores, por lo que el mayor beneficio que puede obtener de esta transacción es la posibilidad de presupuestar considerando que el equipo le costará \$8,200,000.00, que es lo máximo que le podrá costar haciendo uso de la opción y los beneficios que pueda obtener serán adicionales, con la tranquilidad de que si gana el concurso, en el peor de los casos podrá obtener los dólares que requiere por la cantidad señalada, y en caso de no ganarlo, simplemente no ejercerá la opción, ya que no será obligada a adquirir los dólares y sólo habrá perdido \$200,000.00. Puede ser considerado como el pago de una prima de seguro que no se utilizó.

Para hacer más clara la exposición del caso, en la tabla 1.5.1, se listan algunos escenarios de precios que puede adquirir el dólar para el 1 de noviembre de 1996, así como las acciones que deberá tomar la constructora y los beneficios o pérdidas en que incurrirá en cada caso haciendo uso de su opción de compra europea.

pesos/dólar	RESULTADO	ACCIÓN	BENEFICIO
10.00	Suficientemente dentro del dinero	Ejercer la opción	\$1'800,000.00
9.00	Suficientemente dentro del dinero	Ejercer la opción	\$800,000.00
8.20	Dentro del dinero	Ejercer la opción	\$0.00
8.10	Dentro del dinero	Ejercer la opción	(\$100,000)
8.00	En el dinero	Irrelevante	(\$200,000)
7.80	Fuera del dinero	No ejercer	(\$200,000)
7.60	Fuera del dinero	No ejercer	(\$200,000)
7.00	Fuera del dinero	No ejercer	(\$200,000)

Tabla 1.5.1. Resultados de la opción de compra de dólares.

1.6 Opciones de venta.

La Opción de venta (“put option”) es un instrumento financiero que otorga a su poseedor el derecho, mas no la obligación, de vender un bien o activo a un precio preestablecido, durante un lapso de tiempo determinado o al final del mismo.

Esta opción es similar a la opción de compra, a excepción de que en este caso el poseedor de la opción (“put buyer”), adquiere el derecho de vender un bien al precio de ejercicio si esto conviene a sus intereses; en contraparte, el emisor de la opción de venta (“put seller” ó “put writer”), se compromete a comprar el bien al precio de ejercicio, si el poseedor de la opción decide ejercerla.

Este tipo de opción se utiliza mucho por los productores de insumos básicos como el trigo, algodón, jugo de cítricos etc., para tener un seguro que equivale al precio de garantía que el gobierno establece en México para las cosechas de granos.

Al igual que la opción de compra, existen dos tipos de opciones de venta: la europea que solo se puede ejercer a la fecha de vencimiento, y la americana que permite ejercerla cualquier día hasta la fecha de vencimiento.

Se puede definir a la opción de venta como un seguro contra la baja de precio de un activo que se posee o que se va a poseer, el cual garantiza poder venderlo al precio de ejercicio si los precios de mercado bajaran.

A un productor de trigo le preocupa el hecho de que el precio del trigo que probablemente cosechará, depende de muchos factores difíciles de predecir, como pueden ser el clima, la oferta de otros productores, la demanda etc.; se encuentra inmerso en un ambiente de incertidumbre, ya que no está seguro ni siquiera de su propia cosecha.

En esta circunstancia, el productor decide adquirir una opción de venta por los 200,000 bushels¹⁴ que piensa cosechar, a un precio de ejercicio de US\$4.70 por bushel, con un costo de opción de US\$0.25 por bushel.

El comportamiento de los beneficios posibles de acuerdo al precio del trigo se presenta en la tabla.1.6.1

¹⁴ Un bushel es una medida de volumen inglesa utilizada para áridos (como granos, semillas, grava, arena); equivale a 35.2 litros.

US\$/bushel	\$3.00	\$4.00	\$4.45	\$4.70	\$4.95	\$6.00	\$7.00
Beneficio	\$1.45	\$0.45	\$0.00	(\$0.25)	(\$0.25)	(\$0.25)	(\$0.25)

Tabla 1.6.1 Beneficios de la opción de venta en función del precio del trigo

La gráfica de los beneficios de poseer la opción de venta en función de los precios posibles del trigo se presentan en la fig. 1.6.1

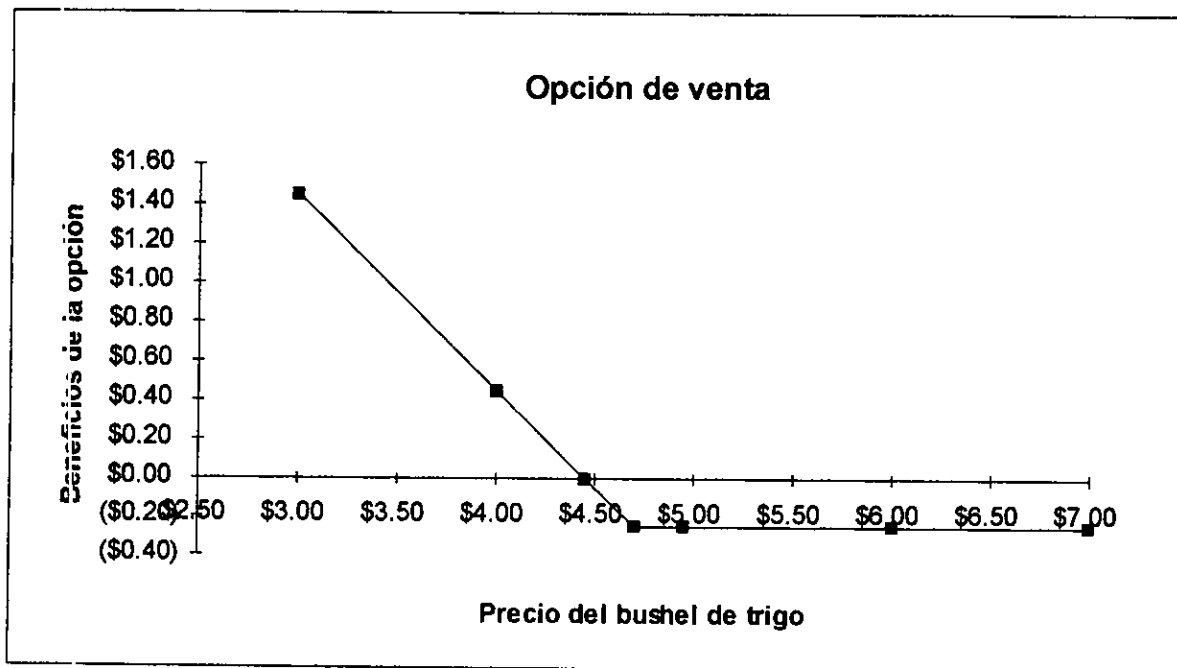


fig. 1.6.1 Beneficio de la opción de venta en función del precio del trigo.

En el ejemplo, si el precio del trigo está por debajo del precio de ejercicio de la opción de US\$ 4.70 por bushel, el propietario de la opción la ejercerá y venderá su trigo al precio de ejercicio, evitando la pérdida en que incurriría por la baja del precio.

Ahora bien, si el precio del trigo se eleva arriba de US\$4.70, el propietario de la opción de venta simplemente no la ejercerá y venderá su cosecha al precio de mercado, reduciendo de su utilidad sólo el costo de la opción que es de US\$0.25 por bushel.

El lector podrá notar que, en el presente trabajo, se pone énfasis en el punto de vista del comprador o poseedor de la opción. Esto se debe a que difícilmente un constructor estará del otro lado, de ser vendedor o emisor de opciones ya que estaría especulando en los mercados.

1.7 Aplicación de opciones de venta en la construcción.

Utilizando nuevamente un ejemplo: la constructora XSA está participando en una licitación pública de construcción de vivienda ecológica auspiciada por el gobierno alemán. En caso de ganarla, la constructora recibirá, dentro de tres meses, un anticipo de 500,000 marcos alemanes (DM) para la adquisición de materiales que se importarán de los Estados Unidos y cuyo costo está en dólares americanos (US\$).

Para presentar su propuesta XSA asume que la paridad entre dólar y el marco alemán es de 0.68 \$US/DM ; sin embargo, no puede arriesgarse a las posibles fluctuaciones generadas por las próximas elecciones en los Estados Unidos y por un conflicto con Irán, por lo que adquieren una opción de venta en el mercado de opciones de Chicago de los 500,000 DM que recibirán de anticipo a un precio de ejercicio de 0.68 \$US/DM, con un costo de la opción de 0.03 \$US/DM.

Si no ganan el concurso, simplemente no ejercerán la opción y pierden el importe del costo de la opción.

Por otra parte, si ganan el concurso tendrán dos alternativas: si el precio del marco es menor a 0.68 dólares, ejercen la opción y venden los 500,000 DM a 0.68 \$US/DM. En caso de que el precio del DM sea mayor a los US\$ 0.68, simplemente no ejercen la opción y venden los DM en el mercado, obteniendo una cantidad de dólares norteamericanos superior a la esperada, lo cual representa una utilidad para la empresa.

Para realizar el presupuesto del concurso, asumen un costo del DM igual al precio de ejercicio menos el costo de la opción, es decir: $0.68 - 0.03 = 0.65$ \$US/DM, por lo que podrán adquirir con el anticipo US\$325,000 para la compra del equipo importado de los Estados Unidos.

1.8 Concepto de opción.

Hasta el momento se han presentado la descripción y ejemplos de lo que son las opciones financieras y algunas de sus aplicaciones en la construcción. Sin embargo, en este trabajo tiene por objetivo que el lector capte el concepto de la opción y lo aplique a diversos problemas que se pueden presentar en el ejercicio normal de la construcción.

En el ejemplo de Telmex, se manejó la comparación entre la compra de las acciones de dicha empresa y la adquisición de opciones de compra de estas acciones, destacando las ventajas de la opción en un contexto de incertidumbre. Como se mencionó anteriormente, el éxito de las opciones en los mercados financieros, es que son los instrumentos que más se adaptan al medio cambiante e incierto de dichos mercados. Sin embargo, este contexto no es exclusivo de los mercados financieros y se presenta prácticamente en actividad.

Ante esta situación, surge la idea de extrapolar las virtudes de la opción financiera a los demás proyectos de inversión y otros aspectos cotidianos, para lo cual, primeramente, debe describirse y analizarse el concepto de opción.

La opción tiene valor en un ambiente de incertidumbre como el que nos rodea por las siguientes razones tales como:

La opción otorga flexibilidad, porque no obliga al poseedor de la opción a ejercerla, aunque si le otorga el derecho de hacerlo. Esta situación le permite al individuo mantener la posibilidad de escoger entre varias alternativas y no necesariamente escoger un camino determinado.

Es obvio que una persona o empresa que tiene la capacidad de elegir entre varias alternativas, tiene más valor que una que no las tiene (esto en un ambiente incierto), porque la primera tendrá la capacidad de adaptarse y reaccionar con mayor facilidad a las circunstancias que se presenten en el futuro, al no tener sus recursos comprometidos con una alternativa determinada.

Para las empresas y los inversionistas actuales, la flexibilidad es imprescindible. Esta flexibilidad permite al inversionista posponer la toma de decisiones, lo cual otorga la posibilidad de acumular más información de las variables que más puedan incidir en los proyectos. Además, esta información estará más cerca del evento, razón por la cual la información deberá ser más precisa, con lo

que se obtiene la segunda ventaja de las opciones, que es la reducción de la incertidumbre.

En resumen: las dos principales ventajas que otorga la opción son: la flexibilidad y la información. Ambas reducen los niveles tanto de riesgo como de incertidumbre. La primera porque permite adaptarse con mayor facilidad a las circunstancias. La segunda, reduciendo la dispersión de los resultados posibles, ya que con poca información, se manejan niveles de confianza bajos con un rango de resultados amplio, que se reduce al contar con mayor y más precisa información. Al reducir la dispersión se reduce el riesgo de las decisiones.

Sin embargo, no se debe olvidar que estas ventajas inevitablemente tendrán un costo, el cual se presenta de diversas formas: Puede ser el pago de estudios más precisos, que un competidor se adelante y gane parte del mercado, etc., por lo que el mérito consiste en decidir hasta que momento mantener la opción y definir el momento de ejercerla o rechazarla definitivamente.

Cualquier persona ha manejado el concepto de opción en alguna circunstancia de su vida sin haberse dado cuenta. El caso del derecho de apartado en la plaza de toros es real y puede presentarse en otros espectáculos como conciertos, deportes etc.; en fin, puede aplicarse en cualquier caso en que exista incertidumbre.

Las empresas petroleras proporcionan otro claro ejemplo de la aplicación del concepto de opción. Empresas como Shell, invierten grandes cantidades de dinero en la exploración y adquisición de campos petroleros, con lo que están adquiriendo una opción de compra, que le otorga el derecho, mas no la obligación, de explotar dichas reservas y obtener utilidades. El costo de la opción, es lo que la empresa gastó en la exploración y la compra de los campos petrolíferos, lo cual le proporciona una cantidad de reservas probadas que podrán ser explotadas cuando le convenga a la compañía.

Lo anterior es de gran importancia debido a que el mercado petrolero es volátil y el precio varía fácilmente, por lo cual la empresa decidirá ejercer la opción cuando sea más rentable para los inversionistas. Así, en el conflicto entre Irán y los Estados Unidos en 1996, la Shell incrementó al máximo la explotación de sus campos para vender el petróleo a más de US\$22.00 el barril. Por otra parte, cuando este precio bajó a finales de 1997 a menos de US\$16.00, redujo su producción al mínimo posible para sostener los gastos fijos de la empresa y dar mantenimiento a su equipo para tenerlo listo cuando el precio del petróleo suba nuevamente.

Una empresa petrolera que esté estructurada con equipo y contratos de personal que le permita suspender la explotación cuando el precio de petróleo baja, pero que posea campos petroleros, equipo y personal que le permita iniciar fácilmente la explotación e intensificarla cuando el precio suba, es una empresa que posee una opción de compra americana que le permite ejercerla en el momento que más le convenga. El costo de esta opción se pagó con los costos de exploración y con el pago de la compra de los campos petroleros.

La empresa que maneja esas opciones, tiene más valor que una empresa como PEMEX, que ha reducido sus inversiones en exploración y que ha visto reducidas sus reservas probadas. Es decir, no ha pagado el costo de la opción; además, no maneja este enfoque de opción para el problema y carece de contratos adecuados para retirar el personal cuando el precio del petróleo baje, y los equipos y el programa de trabajo, no son adecuados para incrementar y reducir la producción eficientemente.

Mantener la flexibilidad de una empresa conservando la posibilidad de seleccionar entre dos o más alternativas, hasta el momento en que se cuenta con la información suficiente para reducir la incertidumbre a niveles que permitan escoger la alternativa más adecuada y que además, permita reaccionar con eficacia en caso de un cambio a un contexto adverso, es la adecuada aplicación del concepto de opción a la empresa.

Para esto, la clave para el ejecutivo será encontrar el punto exacto en que deberá ejercer la opción por alguna alternativa. Es decir, establecer cual será el costo máximo que se debe pagar por mantener vivas las alternativas y definir cuando se considera que se cuenta con la información adecuada y suficiente para ejercer alguna o rechazarla.

Una de las principales aplicaciones del concepto de opción se presenta en la evaluación de proyectos de inversión, tema que se trata en el capítulo III. Para poder apreciar mejor las ventajas de este enfoque, en el capítulo II se presenta la aplicación uno de los métodos de valuación de proyectos más utilizados en nuestros días y se detallan las incongruencias del método aplicado con las características del ambiente actual.

1.9 Aplicación del concepto de opción en la construcción.

En las empresas que participan en el sector de la construcción, se presentan muchos casos que podrían manejarse bajo el concepto de opción, sobre todo en lo concerniente a las decisiones de inversión. La misma constitución de una constructora puede ser considerada por los accionistas como una opción de compra.

El costo de una escritura para constituir una pequeña compañía constructora con \$ 100,000.00 de capital social es de \$ 6,500.00. Un gestor cobraría alrededor de \$ 1,500.00 por tramitar los registros de Hacienda, I.M.S.S., Infonavit, SIEM Y C.M.I.C.¹⁵, necesarios para poder realizar obra pública y privada, en un tiempo aproximado de un mes.

Los accionistas pueden asumir que adquirieron una opción de compra tipo americana con vencimiento a un mes, cuyo costo de opción es de \$8,000.00, lo que les otorga el derecho a realizar algunas obras y participar en concursos de obra del rango entre los cuatrocientos a quinientos mil pesos. No obstante, si las condiciones no son propicias y si los accionistas no lo desean, no están obligados a realizar las actividades propias de la construcción.

Si se continúa con la empresa, será necesario rentar un local, pagar el personal mínimo para operar, cubrir los servicios como electricidad, teléfono, etc. que equivalen a \$12,000.00 mensuales. El pago de estos costos fijos representa la renovación mensual de la opción que otorga el derecho de mantener viva la posibilidad de ejercer su opción realizando alguna obra.

Se puede pensar que la empresa se prepare bajo el concepto de la opción para enfrentar la incertidumbre que representa el mercado de la construcción, contratando a su personal y la renta del local por bimestres, lo que equivale a adquirir una opción de compra americana a dos meses. Al vencimiento de esta opción y dependiendo de la información con que se cuente en ese momento podrá decidir si renueva su opción con contratos similares, si la ejerce contratando a mayor plazo o por tiempo indefinido, o si abandona la opción y cierra la empresa por no tener expectativas satisfactorias, sin tener que pagar indemnizaciones al despedir al personal, ni sanciones por no cumplir el contrato de arrendamiento.

¹⁵ A partir de 1997, el registro en la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC), ya no es obligatorio para ejecutar obra pública.

Es notorio que la empresa está administrando el riesgo al reducir los niveles de incertidumbre sin renunciar a la posibilidad de acceder a los beneficios del negocio de la construcción, conservando, al menos, tres alternativas: ejercer la opción, renovarla, o abandonarla.

Otro ejemplo muy común en tiempos de inflación, es el de la adquisición de materiales, para asegurar el precio de los mismos. Algunas constructoras manejan con sus proveedores contratos por la totalidad del material que utilizarán en una obra por medio de un programa de entregas. Se paga un anticipo, que generalmente es del 20% y el resto se eroga conforme se vaya recibiendo el material.

En este tipo de contratos, existe una cláusula que penaliza al proveedor con alrededor del 10% por día de retraso sobre el material no entregado conforme al programa.

Para el comprador, esta es la adquisición de una opción de compra del material que le garantiza como máximo, el precio de ejercicio estipulado en el contrato y que además, le proporciona los beneficios de manejar una bodega muy pequeña, porque trabaja con el sistema de inventario cero.

Para obtener el costo de la opción, suponga que la TREMA¹⁶ de la empresa es 3% mensual, que es el rendimiento que puede obtener si invirtiera el importe del anticipo del contrato. En esta situación, el costo de la opción de compra será el importe del anticipo multiplicado por la TREMA de la empresa. Expresado en porcentaje $20\% \text{ (del anticipo)} \times 3\% \text{ (de la TREMA)} = 0.6\% \text{ mensual del costo del material que falte por entregar.}$

El valor de la opción radica en dos puntos básicamente. Primero: se administra el riesgo, al fijar el precio de los materiales. Esto permite a la empresa realizar su planeación fijando una tasa de inflación para los materiales del 0.6% mensual, sin importar lo que suceda realmente en la economía. Segundo: le ahorra a la empresa la construcción de una bodega grande o bien la renta de la misma, así como otros gastos tales como vigilancia, seguros, etc. Esto es de primordial importancia en edificaciones donde no se cuenta con espacio suficiente para dichas bodegas, por lo que éstas se localizan fuera de la obra, con los consecuentes costos de acarreo.

¹⁶ Tasa de Rendimiento Mínima Aceptable. Es la menor tasa de interés compuesto que se acepta por los montos invertidos en una operación.

Aparte de estas dos ventajas existe una más, que es la posibilidad de que la empresa pueda conseguir algunos materiales a un costo menor en el mercado, en cuyo caso no ejercerá la opción con el proveedor que contrató y comprará el material en el mercado a menor precio y solo perderá el 0.6% mensual del material que no compró¹⁷.

El valor de las opciones generalmente se aprecia mejor, al compararlo con la forma en que actualmente se administra el riesgo; dichos métodos actuales se denominarán en este texto como métodos "convencionales".

En el caso que se acaba de exponer, la empresa generalmente analiza las predicciones del gobierno y de algunos otros organismos sobre la inflación esperada para el próximo año, que es del 17% al 20%, lo cual equivale aproximadamente a un 1.5% mensual. No obstante, para protegerse y "reducir el riesgo", los directivos ordenan aplicar una tasa de inflación del 2% o del 2.5% mensual, sin poder definir el por qué de esa sobretasa, simplemente se impone por intuición o experiencia del responsable de costos de la empresa.

En realidad, el gerente de esta empresa no ha considerado que con este método de administrar el riesgo, no está protegido contra un incremento abrupto de precios en los primeros meses. Por otra parte, el costo de esta alternativa es de 2% a 2.5% mensual, alrededor de 4 veces lo que le costaría manejarlo como opción; esto eleva el presupuesto y podría costarle perder la obra si se está participando en un concurso.

Por último, es más sencillo para el gerente explicar a los accionistas que consideró un costo de opción del 0.6% mensual del importe de los materiales, como se hizo en párrafos anteriores, a enfrentarse a ellos argumentando que le aplicó un incremento del 2.5% mensual a los materiales basándose en su experiencia, o a que "sintió" que con eso se cubría del riesgo de la elevación de precios.

Otro ejemplo más complejo se presenta en las compañías concreteras, que actualmente han dedicado una cantidad importante de recursos para la investigación de lo que denominan Concretos de Alto Desempeño. Estos concretos se definen como concretos con características que no se pueden lograr con la simple mezcla de

¹⁷En algunos de estos contratos, existe una cláusula que castiga al comprador con un porcentaje entre el 5% y 10% del monto del material programado que no adquiera. En este caso, el comprador debe comprar el material en el mercado, sólo si la diferencia de precios es mayor al porcentaje de la sanción.

cemento y agregados (agua, grava y arena). En realidad, se pueden definir como concretos que proporcionan valores más altos de alguna cualidad del concreto, principalmente en lo concerniente a resistencia o durabilidad.

Un ejecutivo de una concretera tiene que decidir si se realizan los gastos de Investigación y Desarrollo de un concreto que alcance resistencias de 800 kg/cm² o 900 kg/cm². El beneficio que puede obtenerse es la obtención de la patente de ese producto, aunado a los rendimientos obtenidos por las ventas del mismo.

Inicialmente, el ejecutivo tiene la información de que, en Estados Unidos y en Europa, se han logrado grandes avances en la obtención de este tipo de concretos de alta resistencia. Sin embargo, no debe olvidar que la resistencia del concreto depende no solo del material cementante, sino también de las características de los agregados e inclusive de las reacciones químicas que se produzcan entre todos ellos, razón por la cual, no pueden aprovecharse en su totalidad las investigaciones realizadas en otros países y debe realizar estudios que consideren los materiales disponibles en nuestro país y sus características.

En estas circunstancias, el consejo de administración de la empresa consideró que, debido a la difícil situación que atraviesa el sector constructor del país, lo más conveniente sería implementar un programa piloto en la región del bajío (Guanajuato y Querétaro), para llevar a cabo el proyecto de investigación y fabricación de concretos de alta resistencia y con base a los resultados de este programa, determinar su extensión a los demás estados de la República Mexicana.

Lo primero que harán los ejecutivos de la concretera, es recopilar la información disponible de las investigaciones realizadas en otros países, y realizar un estudio del mercado regional para determinar la demanda actual y futura del concreto de alta resistencia, para lo que se establece un plazo de 60 días.

Sin darse cuenta, los directivos de la concretera han adquirido su primer opción de compra del proyecto "Concreto Alta Resistencia". El costo de la opción es el importe que deben pagar por el estudio de mercado, la recopilación de información y el costo del personal y equipo que serán utilizados en dicho acopio y ordenación de la información, que se calcula será de \$500,000.00

Con este pago la organización ha adquirido el derecho de decidir, dentro de 2 meses, si continúa con el proyecto (ejerce la opción) o lo abandona. Ha pagado un precio por tener esta flexibilidad y por tener una cantidad mayor de información.

Pasados los dos meses, el estudio de mercado indica que existen dos corrientes entre los proyectistas, que son los que determinarán la demanda del nuevo producto. La primera es aquella que tiene la tendencia a aprovechar más las áreas, reduciendo en sus diseños los espacios muertos en las construcciones con estructuras más esbeltas y más ligeras, pero que no les agrada utilizar estructuras de acero por el elevado costo y su mal comportamiento en caso de incendio. Estos proyectistas están deseosos de contar con concretos de alta resistencia para utilizarlos en sus proyectos.

En sentido opuesto, existen los conservadores que prefieren utilizar concretos convencionales de resistencias menores a los 400 Kg/cm², argumentando que el costo de un concreto de alta resistencia será elevado y que además, las estructuras esbeltas presentan problemas de pandeo, principalmente en zonas sísmicas. Además, las estructuras de concreto de secciones pequeñas presentan otro problema generado por la diferencia entre los módulos de elasticidad del concreto y el acero de refuerzo. En secciones pequeñas, el acero de refuerzo se encuentra más cerca del eje neutro de las secciones, lo que produce que al trabajar la sección, el acero se deforme muy poco y no desarrolle el total de su capacidad, desperdiciándose dicho acero.

El equipo de mercadotecnia ha definido que: la probabilidad de que el uso de concreto de alta resistencia se incremente y tenga grandes ventas es de 50%, mientras que la posibilidad de su rechazo es del 50% restante. En el primer caso, las ventas del concreto arrojarían ingresos a valor presente¹⁸ de \$58'000,000, mientras que en el segundo, las ventas difícilmente alcanzarían lo \$30'000,000.

En otro orden de ideas y con base a la información recopilada hasta el momento, el personal técnico de la concretera ha analizado los probables costos de implementación y operación del equipo productor de este tipo de concreto, que varía entre los \$43,000,000 con 30% de probabilidad, \$30'000,000 con 40% y 19'000,000.00 con 30%. El rango de los resultados es muy amplio, porque se desconoce exactamente que procedimiento sería el requerido para las condiciones específicas de nuestro país, si se requerirá la adición de cenizas volantes, puzolanas, escorias, aditivos químicos o la combinación de todos ellos.

¹⁸Con el objeto de simplificar las operaciones, en este ejemplo se representan todas las cantidades o flujos de efectivo con su valor presente, tomando como tasa de descuento la TREMA de la empresa concretera.

El laboratorio ha preparado un programa de investigación que tomará aproximadamente un año para entregar resultados, con un costo a valor presente de \$14'500,000.00 aproximadamente, que sumados a los gastos realizados hasta el momento, dan un total de \$15'000,000.00.

En estas condiciones, la dirección de la empresa se reúne para tomar una decisión y utiliza el método del valor presente neto esperado:

$$E(\text{VPN}) = -15' - (0.3 \times 43' + 0.4 \times 30' + 0.3 \times 19') + (0.5 \times 58' + 0.5 \times 30')$$

$$E(\text{VPN}) = -1.6'$$

El resultado del valor presente neto esperado es negativo. En rigor, la decisión debe ser rechazar el proyecto. Sin embargo, las condiciones de incertidumbre hacen el negocio muy tentador y un ejecutivo que aplique el concepto de opción, deberá tener en cuenta lo siguiente:

Si se combinara el costo mínimo de operación (30%) y los ingresos máximos (50%), tendríamos un $\text{VPN} = -15' - 19' + 58' = 24'$. Esto significa que se pueden obtener el equivalente a 24' de pesos adicionales a los requerimientos de los inversionistas¹⁹ y existe un 15%(50% \times 30%) de probabilidad de que esto ocurra.

Además, si el programa marchara así, el negocio se multiplicaría al expandirlo al resto de la República, con mayores márgenes de utilidad, porque se reducirían los costos de los estudios de laboratorio, al aprovechar los realizados en el programa piloto y sólo tendrían que hacerse los ajustes correspondientes al tipo de agregados disponibles en la región²⁰.

En contraparte, también existe 15% de probabilidad que se combine el costo más alto y los ingresos bajos $\text{VPN} = -15' - 43' + 30' = -28'$, es decir \$28' menos de lo que requieren los inversionistas.

Existen dos fuentes principales de incertidumbre: la primera es el mercado, es decir: los ingresos. La variable depende de la preferencia de los estructuristas, por lo que lo único que se puede hacer para reducir la incertidumbre que implica esta variable es esperar para observar la tendencia.

¹⁹Recordar que las cantidades utilizadas en el ejemplo, son los valores presentes de los flujos de efectivo de costos de operación, de ingresos y de gastos de investigación; por lo tanto, ya se les aplicó la tasa de descuento, que debe coincidir con la TREMA de los inversionistas.

²⁰Aquí se puede destacar, que la utilización de un programa piloto es en sí una aplicación del concepto de opción. Se invertirán una cantidad de recursos baja relativamente, para tener la opción de continuar con el negocio a nivel nacional, si los resultados son favorables.

La otra fuente de incertidumbre es la referente a los costos de operación. La dispersión de los resultados se debe al desconocimiento del proceso. Reducir esta incertidumbre si está al alcance de la concretera y al realizar la investigación, se definirá el proceso productivo. Conforme se avance en la misma, se puede reducir el rango de resultados posibles (costos de operación), con el consecuente abatimiento de una fuente de incertidumbre.

En vez de decidir en ese momento si se aprueba el proyecto o no, el director de la concretera prefiere aplicar el concepto de opción. Adquiere una opción de compra a 6 meses con un costo de \$7'000,000, que serán invertidos en medio año de investigación, tiempo en el cual el laboratorio se compromete a definir, en un 70% el procedimiento de producción de dicho concreto.

Es importante destacar que la empresa no se ha comprometido llevar a cabo la totalidad del proyecto, ni siquiera a realizar la totalidad de la investigación si el panorama se le presenta desfavorable. Más bien, está dispuesta a pagar los \$7',000,000 por tener el derecho de realizar el proyecto (comprar el proyecto), si el contexto dentro de seis meses es alentador. Con esta medida, la empresa consigue:

1. Continuar en la competencia por la patente del concreto de alta resistencia, pudiendo obtener grandes utilidades si el contexto futuro es favorable.
2. Define más el proceso de producción, reduciendo la incertidumbre de los costos.
3. Se puede mejorar la información acerca del mercado y las preferencias de los proyectistas.
4. Si las perspectivas son adversas, se abandona el proyecto y sólo se pierde lo invertido al momento (el costo de la opción).

El hecho de considerar el proyecto como una opción de compra, permite a los directivos tomar una serie de medidas que reducirán el costo del abandono del proyecto. En el caso expuesto, el personal encargado del proyecto deberá ser contratado por seis meses, para no pagar indemnizaciones en caso de la suspensión del mismo. También se cuidará de no comprar equipo que no sea útil si el proyecto fracasa. Se optará por una política de arrendamiento del mismo, e incluso de subcontratación de algunas tareas específicas de la investigación, para no comprometer más recursos de los necesarios. Este concepto no es bien comprendido, pero el ejecutivo que tiene en cuenta estos ahorros, está generando riqueza para la empresa.

En este ejemplo, el concepto de opción le otorga a la concretera la flexibilidad de realizar el proyecto o rechazarlo. Además, acota la pérdida probable a \$7'500,000 en vez de los \$27'500,000 que se habían obtenido anteriormente para las condiciones adversas, todo esto sin contar que reduce el nivel de riesgo al permitirle definir los costos y acumular más información del mercado del nuevo producto.

En el ambiente de los negocios actuales, el mejor ejecutivo no es el más audaz y que toma riesgos indiscriminadamente, sino aquel que toma riesgos mesuradamente y está consciente de lo que arriesga.

En el ejemplo que se acaba de ilustrar es importante observar que el simple hecho de realizar un programa piloto en vez de iniciar un programa en el ámbito nacional, reúne todas las características de una opción de compra.

Existe el primer factor esencial que es la incertidumbre, ya que se desconoce el grado de aceptación del mercado, el futuro comportamiento de la economía nacional altamente ligado con el del sector constructor, y se desconocen los procedimientos de fabricación y, por ende, sus costos.

El activo base es el "proyecto alta resistencia a escala nacional", el cual tiene la posibilidad de generar grandes utilidades.

La opción es este programa piloto de la región del Bajío, que otorga a su poseedor el derecho de realizar el proyecto a escala nacional, si los resultados son favorables, pero no obliga a la concretera a extender el proyecto a todo el país, si se observa que no es redituable.

Esta es una opción de tipo americana, con un plazo igual a la duración del proyecto piloto, que se puede ejercer a lo largo del mismo, ya que si a mitad del proyecto se observa un incremento sostenible de demanda nacional y una mejoría de la industria de la construcción, la concretera no tendrá que esperar a que finalice el proyecto piloto y ejercerá anticipadamente la opción de realizar el proyecto global.

El costo de la opción, que equivale a la pérdida máxima en que se pueda incurrir, sería la pérdida que pueda generar el proyecto piloto, del cual se hizo un análisis de opción para minimizar esta posible pérdida. Se aplicó una opción dentro de otra gran opción.

II ANÁLISIS DE LOS MÉTODOS CONVENCIONALES DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS

2.1 Factores que intervienen en la evaluación de proyectos.

Existen gran cantidad de métodos de valuación y selección de proyectos de inversión, que van desde lo que llama Samuel J. Mantel el método de la "Vaca Sagrada", en el cual se selecciona el proyecto que más le gusta a un alto directivo, hasta los procesos de simulación, muy empleados en la actualidad por los grandes avances en los sistemas computacionales.

En este capítulo se tratan los dos métodos de evaluación de proyectos de uso más frecuente: El método del Valor Presente Neto (VPN) y el de la Tasa Interna de Retorno (TIR) en cualquiera de sus modalidades, que son dos derivaciones de un mismo análisis de los rendimientos de un proyecto. En la primera (VPN), se evalúa el flujo de efectivo, después de impuestos, de un proyecto, trayendo o descontando cada uno de los ingresos netos a su valor en este momento (valor presente), aplicando las reglas del interés compuesto con una tasa de interés o de descuento igual, generalmente, a la tasa de rendimiento mínimo aceptable (TREMA) de los inversionistas. Si el resultado mayor que cero, significa que el rendimiento que ofrece el proyecto supera la tasa solicitada por los inversionistas y se acepta, en caso contrario, se rechaza.

En la segunda (TIR) se procede a la inversa, al flujo de efectivo después de impuestos del proyecto, se le aplican las reglas y fórmulas de interés compuesto, para obtener la tasa de interés o de descuento que equilibre los ingresos con los egresos a valor presente neto, es decir, se busca la tasa de descuento que convierta el valor presente neto del flujo de efectivo en cero. Si esta tasa es igual o superior a

la TREMA de los inversionistas, significa que el proyecto cumple o rebasa sus expectativas, por lo cual se acepta el proyecto, en caso contrario, se rechaza.

Se puede demostrar que ambos casos son formas diferentes de atacar el mismo problema y, por tanto, son esencialmente lo mismo. Para quien al evaluar no pierde la noción de la magnitud de los recursos invertidos, de la forma en que se desarrolla el flujo, y de los demás aspectos de la evaluación que pueden afectar a los proyectos en proceso de selección, el uso de cualquiera de estos métodos es indiferente, o puede usar ambos para aprovechar la información proporcionada por cada uno²¹.

En ambos casos encontraremos que existen dos incógnitas: el flujo de efectivo del proyecto y la Tasa de Rendimiento Mínima Aceptable (TREMA) de los inversionistas.

El flujo de efectivo se puede dividir en cuatro componentes que tienen características relativamente independientes y que son: la Inversión Inicial, el costo de operación y mantenimiento, el costo de desmantelamiento y las recuperaciones o retornos.

El proceso de evaluación se inicia haciendo, con base a la experiencia de los encargados del proyecto, un pronóstico del valor y momento en que se producirán cada una de las erogaciones y recuperaciones que se mencionaron anteriormente y que conforman el flujo de efectivo del mismo.

Debe estar claro que esto es un pronóstico, ya que no se puede saber a ciencia cierta el comportamiento futuro del proyecto. Este pronóstico es por demás difícil, debido a que las variables que afectan el flujo de efectivo, a su vez, dependen de otras variables, que a su vez dependen de otras, cada vez menos predecibles con la información disponible, por lo cual existe un alto grado de incertidumbre.

Considere, por ejemplo, el caso más sencillo que es la inversión inicial, que en la mayoría de los casos se asocia con la construcción de la obra.

Esta etapa es la más cercana al momento en que se realiza la evaluación, por lo cual es de la que se puede hacer mejor pronóstico y, sin embargo, casi nunca se construye una obra al costo en que fue presupuestada ni en el tiempo supuesto inicialmente. En la mayoría de los casos, ambos son mayores.

²¹En el presente trabajo, se prefiere el uso del VPN a la TIR, porque en los flujos de efectivo al aplicar el concepto de opción, generalmente se presentan cambios de signo que implican la posibilidad de tener TIRs múltiples, cuya discusión queda fuera del alcance de este texto y que podría generar alguna confusión en el lector.

Las variables que intervienen en este costo van desde la disponibilidad y oferta del personal calificado, que puede encarecer el costo de la mano de obra, la posible escasez de materiales, las condiciones reales del terreno, los cambios de proyecto y hasta las variaciones del clima. Esta trama entre las variables es difícil de predecir.

Se puede argumentar lo mismo de los costos de operación, mantenimiento y desmantelamiento del mismo, con la agravante de que son flujos que se darán en un futuro más distante, que aumenta la dificultad en su predicción.

Analizando el caso de los retornos o ingresos, éstos dependen de la demanda del proyecto que a su vez, es función de la aceptación del mismo y del poder adquisitivo de los posibles usuarios que varía, entre otras cosas, con respecto a la situación económica del país.

En cuanto a la otra variable importante, la Tasa de Retorno Mínima Aceptable (TREMA) del proyecto, la situación es similar. También intervienen muchos factores inter-relacionados.

A pesar de lo expuesto anteriormente, los tomadores de decisiones siguen aplicando la regla de determinar los posibles flujos de efectivo, asignar una tasa de retorno mínima aceptable y evaluar conforme al método seleccionado, asumiendo implícitamente tres premisas: la primera, de que el proyecto se va a comportar como ellos lo predicen; la segunda, que la oportunidad de inversión es ahora o nunca; y por último, que si se decide la ejecución del proyecto, ésta se llevará a cabo en su totalidad aunque presente condiciones adversas. Ninguna de estas tres premisas es cierta.

2.2 La inferencia estadística en la evaluación de proyectos.

Las nuevas generaciones de ejecutivos de las empresas han tratado de tomar en cuenta la variabilidad de los posibles escenarios en que se desenvolverá el proyecto, es decir, administrar o manejar el riesgo aprovechando el desarrollo que tiene un método aplicado originalmente a los juegos de azar, después a los mercados financieros y, por último, a otras decisiones de inversión: las leyes de probabilidad y la inferencia estadística.

En los mercados financieros se han realizado una recopilación y ordenamiento de los datos para crear una base estadística del comportamiento de sus instrumentos financieros, y apoyándose en ésta y en las expectativas del mercado, inferir el comportamiento futuro de los mismos, asignando una función de probabilidad a los rendimientos posibles del instrumento en cuestión.

Como se ha mencionado anteriormente, la evaluación de proyectos se apoya en muchas ocasiones en el manejo que hacen los inversionistas en los mercados financieros. Esto es lógico por dos razones: Primera: el comportamiento de los instrumentos de inversión financieros es análogo a los proyectos de inversión, como pueden ser la construcción de una carretera, una unidad habitacional o una termoeléctrica, ya que en ambos casos existe la inversión de un conjunto de recursos y un flujo de retornos, es decir, un flujo de efectivo que será aceptado si cumple con una tasa de rendimiento mínima.

Segunda: los inversionistas en los mercados de capital, dirigen muchos recursos y tiempo al estudio del comportamiento de sus valores y a la elaboración de modelos para predecirlo y tener mejores decisiones de cuanto, cuando y en qué invertir. Estos modelos pueden ser fácilmente aprovechados en la función análoga de evaluar proyectos de inversión, aprovechando así las técnicas y teorías desarrolladas.

De hecho, este trabajo intenta aprovechar las investigaciones y el enfoque de los mercados de las opciones financieras, para aplicarlos a la toma de decisiones de diversa índole en la industria de la construcción, pero principalmente orientados a los procesos de selección y evaluación de sus proyectos de inversión.

La inclusión de la probabilidad y estadística al decidir la viabilidad de un proyecto, junto con la definición de los posibles escenarios, han mejorado la toma de decisiones. Una práctica de vanguardia que se utiliza actualmente, inicia con la conjunción de un grupo multidisciplinario, donde convergen especialistas técnicos, administradores, economistas, políticos, etc. para definir los escenarios posibles en que se podrá desarrollar el proyecto, y a cada uno de estos escenarios asignarle una probabilidad de ocurrencia, apoyándose en datos históricos que se tienen de las distintas variables que pueden afectar al proyecto.

Una vez hecho esto, con base en datos históricos de proyectos similares al que se encuentra en estudio, se define cual será el flujo de efectivo en cada uno de los escenarios y se busca un portafolio de inversión de instrumentos financieros, que reproduzca los flujos de efectivo de cada escenario; se determina la TREMA

requerida para este portafolio y se aplica como tasa de descuento para el proyecto. Se obtiene así el Valor Presente Neto de los flujos supuestos para cada escenario, se multiplican por su probabilidad de ocurrencia y sumándolos, se obtiene el Valor Presente Neto Esperado del proyecto. Si el valor presente neto esperado es positivo, significa que se cumple con los requerimientos de los inversionistas y se acepta el proyecto, en caso contrario, se rechaza.

2.3 Conceptos mal interpretados de la inferencia estadística.

El primer lugar, no se entiende correctamente dos conceptos: el de riesgo de la inversión y el de incertidumbre en la inversión. El riesgo es algo subjetivo, para el cual no hay una definición concisa y del que aún no existe una unidad de medida. Con la inclusión de la probabilidad y estadística en los análisis de inversiones, se ha asociado el riesgo con las medidas de dispersión de los resultados en procesos similares. Estas medidas de dispersión son la varianza, la desviación estándar y el coeficiente de variación.

Sin embargo, existen casos en que no se cuenta con datos de procesos similares, o hay muy pocos resultados para tener una buena base de datos que proporcione una función de probabilidad confiable. En estas circunstancias, las decisiones se toman con incertidumbre y no con riesgo, debido a que, en ocasiones, se desconoce hasta el rango de valores que puede contener el resultado.

Ambos ambientes se presentan y combinan en la mayor parte de los casos de toma de decisiones y la frontera entre ellos es difícil de delimitar; por lo tanto, las decisiones en la evaluación de proyectos casi siempre se tomarán en un contexto de riesgo mezclado con incertidumbre.

Para explicar más claramente ambos conceptos, se puede utilizar un proceso probabilístico típico como ejemplo: la selección de una bola con un número de una urna en una lotería.

Se sabe que en dicha urna existen 10 bolas marcadas con números diferentes entre el 11 y el 20; para participar en el juego se pagan \$15.00, con lo que se adquiere el derecho de extraer una pelota de la urna y recuperar el número de la pelota convertido a pesos. Así, en los casos extremos, el "inversionista" puede

recuperar \$11.00 y perder en la operación \$4.00, u obtener \$20.00 obteniendo una utilidad de \$5.00, pudiendo pasar por cualquiera de los valores intermedios.

Este es un caso de "inversión" en una situación de riesgo, porque no se sabe que resultado de los 10 posibles saldrá, pero si se sabe exactamente entre que resultados fluctuará (11 y 20) y cuál es la probabilidad de ocurrencia de cada uno de ellos (10%).

Ahora imagine que en la urna existen 30 pelotas numeradas del 1 al 30 y que las demás condiciones de la "inversión" se mantienen. En este caso se puede obtener una ganancia máxima de \$15 o una pérdida máxima de \$14. La "inversión" sigue en un ambiente de riesgo, pero se puede intuir que el nivel de riesgo en la segunda urna es mayor.

La media en ambos casos es de \$14.50; sin embargo, la dispersión en el segundo caso es mayor, por lo que hay mayor cantidad de resultados posibles y cada vez más alejados de la media. Esto implica que exista la posibilidad de mayores ganancias, pero también de mayores pérdidas. La segunda "inversión" es de mayor riesgo, porque existe un rango mayor de resultados posibles, es decir, existe mayor dispersión de los resultados posibles.

En el ejemplo anterior se ha simplificado el razonamiento por el que se asocia el concepto de riesgo a las medidas estadísticas de dispersión como son: la varianza, desviación estándar y, principalmente, el coeficiente de variación (que probablemente sea la mejor medida de la dispersión, porque relaciona la desviación estándar con su media). Sin embargo, no existe una medida directa del riesgo de una inversión ni una unidad en que sea cuantificable, por lo que solo se ha podido hacer una medida indirecta, a través de la dispersión de los posibles resultados: a mayor dispersión, mayor riesgo.

Si ahora se tiene el mismo tipo de "inversión" de los \$15, con casi las mismas condiciones, pero sin saber la cantidad de pelotas que habrá en la urna ni se sabe si todas las pelotas son diferentes o si hay repetidas, ni el valor con que serán marcadas dichas pelotas. Esto significa que no se conoce el rango de los resultados, ni su distribución de probabilidad. En este caso la "inversión" no se hace bajo condiciones de riesgo, sino bajo incertidumbre.

Ahora bien, se puede disponer de la información de las loterías anteriores y hacer un análisis estadístico de cuantas pelotas se incluyeron, cuál fue la numeración utilizada, cuantas y cuales fueron repetidas y cuales fueron los resultados obtenidos,

y con ellos inferir el rango y la distribución de probabilidad del conjunto de eventos, para aplicarlos a la siguiente lotería. Con esto se trata de reducir la incertidumbre y convertirla a situación de riesgo, aunque nunca se logrará la transformación total de la primera en la segunda, porque siempre habrá la posibilidad de que ese día se pongan más pelotas, o se incluyan números que no se habían incluido en el pasado y que, por lo tanto, no aparecen en las estadísticas disponibles.

El ejemplo ilustrado es muy similar al procedimiento que se sigue para evaluar los proyectos de inversión. El primer error de concepto en que se incurre, es olvidarse de esta combinación de incertidumbre-riesgo y considerarla sólo como decisión en ambiente de riesgo.

En general, apoyándose en una base de datos histórica, se obtiene una distribución de probabilidad y, con base en ésta, se realiza la inferencia estadística para obtener el resultado esperado del proyecto.

Esto sería válido, si el contexto actual del proyecto fuera idéntico al de los proyectos de la base de datos; pero no es así. En realidad, la distribución de probabilidad no es estática; se está modificando con cada resultado de un nuevo proceso y, por si esto fuera poco, en rigor, el cambio de los contextos en que se desarrollan los proyectos hace que los proyectos no sean iguales, lo que reduce la precisión de la inferencia estadística.

Los análisis estadísticos están basados en datos históricos de procesos generalmente similares - no iguales -, al que se pretende predecir. Hay que pensar que la función de probabilidad de estos datos históricos se está modificando constantemente, y que la tendencia de los resultados de nuevos procesos a ajustar a esa curva está condicionada a que en el proceso intervengan las mismas variables o causas. Sin embargo, no se puede saber si en el proyecto en estudio intervendrá una nueva variable, que sea la responsable de una desviación en el comportamiento de los resultados hasta hoy obtenidos y tampoco se sabe, en este momento, si esta variable seguirá apareciendo en los proyectos subsecuentes, con lo cual se habría dado inicio a una modificación sustancial de la función de probabilidad, o si sólo intervendrá en este proceso y después no lo hará, constituyendo una causa asignable de la desviación del proceso.

Volviendo al ejemplo de las pelotas, al decidir invertir o no en un proyecto, el ejecutivo se encuentra en un caso de incertidumbre, donde no sabe si se le agregarán pelotas a las ya existentes y, en caso de que eso suceda, no sabe si las pelotas

agregadas serán de números que ya existan dentro de la urna, con lo que modificarán poco la distribución de probabilidad y las medidas de dispersión y, por consiguiente, la medida del riesgo, o si las pelotas tendrán valores totalmente inusuales y alejados de la media, incrementando significativamente las medidas de dispersión del proceso, con el consecuente crecimiento del nivel de riesgo.

No se pretende decir que los análisis estadísticos o de simulación para determinar la rentabilidad esperada de un proyecto no sirvan; de hecho, en la actualidad, son de las herramientas más útiles en la toma de decisiones. Pero no se debe olvidar, que tienen limitaciones que deben ser tomadas en cuenta por el evaluador, para no ser sorprendido por una desviación de la rentabilidad del proyecto, que se origine por una causa asignable que nunca antes había aparecido, o bien, porque los que elaboraron los escenarios al aplicar su experiencia no pudieron preverla.

El problema radica en que se pierde la visión de que la aplicación de métodos estadísticos a las técnicas de valuación del VPN y la TIR, es una mejora a estas herramientas, pero no dejan de ser modelos, en los que se trata de reflejar la realidad. Estos métodos o modelos se han idealizado de tal manera que, más que tener confianza en ellos, se les tiene fe. En el mundo antiguo se consultaba a los astros, las cartas e incluso el clima, para tomar una decisión; actualmente, se hace un análisis probabilístico

Al respecto, Peter L. Bernstein²² dice: "Hemos sustituido las viejas supersticiones del mundo por una peligrosa relación de los números. Así, las danzas de víboras, los sacrificios humanos, y las genuflexiones fueron desplazadas a la obsolescencia por la teoría de probabilidad²³.

No se debe olvidar que la base de datos que sirve de apoyo para la inferencia estadística, es un conjunto ordenado de datos del pasado, que se generaron en ciertos contextos, y que los contextos del futuro, casi con seguridad, serán diferentes a cualquiera de los anteriores.

Las técnicas de la probabilidad y estadística fueron iniciadas por Pascal y Fermant a mediados del siglo XVII para aplicarse a los juegos de azar, donde

²²Peter L. Bernstein, un consultor de inversionistas institucionales, autor de Ideas de Capital: Los improbables orígenes del moderno Wall Street (The Free Press, 1992) También escribió "Contra los dioses: La interesante historia del riesgo.

²³Peter L. Bernstein, Harvard Busines Review, marzo-abril 1996, pag. 47.

funcionan excepcionalmente, ya que son procesos que se desarrollan exclusivamente en ambiente de riesgo. No hay incertidumbre, porque un dado siempre tiene seis lados y una baraja 52 cartas y siempre existirá la misma probabilidad de ocurrencia de cada uno de los eventos. Después, fueron utilizándose para otras actividades, tales como tablas de mortandad y expectativas de longevidad en Inglaterra (1725), y, desde 1754, se utilizan para obtener mejores decisiones con la nueva herramienta del Teorema de Bayes.

Las técnicas actuales están basadas en los postulados realizados durante el periodo de 1656 a 1754, a excepción de los métodos de regresión a la media desarrollada por Francis Galton en 1875 y la teoría de portafolios de inversión desarrollada en 1952 por Harry Markowitz.

Hasta la década de 1950 en que Markowitz desarrolló su teoría, se puede hablar de un mundo de cambios lentos y escasos, en relación con el actual, en que los cambios tan vertiginosos vuelven obsoleta una herramienta tan poderosa en el manejo de la información, como el caso de la computadora, en término tan pequeño como dos o tres años, y en que la tendencia a la globalización hace que un acontecimiento en el otro lado del mundo, en un país poco importante, tenga repercusiones que pueden modificar el ambiente en que se desenvuelven los proyectos, generando un contexto con altos niveles de incertidumbre que tienden a incrementarse en el futuro.

Ante esta situación, debe existir la conciencia de que las herramientas que eran aplicables hace cincuenta años, cuando los cambios no eran tan rápidos y era posible apoyarse en datos del pasado, deben ser modificadas o sustituidas por otras nuevas, que se ajusten a las condiciones actuales y futuras.

En la evaluación de proyectos de inversión, se deben generar nuevas herramientas que le den valor a la flexibilidad de un proyecto para adaptarse a las circunstancias cambiantes; que tengan en cuenta el valor de la información, y que contemplen que el diferimiento para la toma de decisiones, puede ofrecer una nueva utilidad al realizarse con más información, y más precisa, por encontrarse más cerca del evento.

Otra falla común en la interpretación de los reportes estadísticos, es la tendencia a asociar la baja probabilidad de ocurrencia de un evento, con la lejanía en el tiempo de la ocurrencia del mismo. Si el análisis dice que en un tipo de proyecto repetitivo con vida útil de un año, existe un 5% de probabilidad de pérdida, el

ejecutivo asume que la pérdida se presentará hasta dentro de 20 años y, generalmente, no se prepara para el caso que se le presente al primer año, lo cual es posible. Más aún, si el ejecutivo acaba de sufrir la pérdida en este año, toma el hecho como un seguro de que no le volverá a ocurrir hasta dentro de 20 años, porque tiene una probabilidad de 5%, aunque esto no esté especificado en ninguna ley estadística.

Por último, cabe mencionar un par errores de concepto que, aunque no pertenecen al ambiente de los análisis probabilísticos, si inciden en los procesos de selección.

El primero, es la tendencia a considerar lo subjetivo como sinónimo de falso o de poca importancia. Así, en las evaluaciones se les otorga peso sólo a los valores objetivos, que se pueden medir y representar numéricamente, despreciando o minimizando aquellos que, aunque se sabe que son valiosos y en ciertas circunstancias pueden volverse esenciales, no se les puede medir o representar numéricamente. Tal es el caso de dos de los principales valores de la opción: la flexibilidad y la calidad de la información, que nadie duda que tienen valor, tanto más grande como grande sea la incertidumbre, pero que, sin embargo, pocas veces se les otorga el peso debido en la selección de un proyecto.

El otro error de concepto que es común a la mayoría de toma de decisiones: es el de asociar la buena toma de decisiones con un buen resultado y viceversa. Si el resultado fue bueno, es que el ejecutivo tomó bien la decisión, si no, tomo mal la decisión, lo cual es falso.

La toma de decisiones es un proceso independiente de los resultados individuales de dichas decisiones. No obstante, el tener un procedimiento bueno, bien informado, fundamentado y consistente, aumenta la probabilidad de que el resultado de la decisión sea positivo. Esto quiere decir, que el resultado de una decisión bien tomada puede ser negativo pero, si se siguen tomando bien las decisiones, consistentemente, con el mismo método, el conjunto de resultados de estas decisiones mostrará que hay más resultados positivos que negativos, o bien, desde un punto de vista económico, que los beneficios obtenidos de los resultados buenos, superan a las pérdidas generadas por los malos.

Esta tergiversación de concepto ha propiciado que se califique a los gerentes o directivos con base a sus primeros resultados, despidiendo en ocasiones a quien tomó una decisión correctamente pero tuvo un mal resultado, o conservando a aquel

que tomó una decisión incorrectamente pero que le arrojó buenos resultados aunque, con el tiempo, el balance de los resultados seguramente será negativo para este último.

Por otra parte, esta situación genera que los directivos tengan una tendencia a justificar sus decisiones con base en los resultados de las mismas, en vez de hacerlo con base en el procedimiento, criterio, acopio de información y oportunidad de las mismas, lo que llevaría a los ejecutivos a tomar decisiones medidas, cuyo balance de resultados sea positivo.

A este respecto, cabe abundar sobre uno de los papeles que en la actualidad se ha vuelto trascendental en el desempeño de un ejecutivo: la oportunidad de la decisión.

En un contexto incierto, el momento en que se toma la decisión es parte fundamental de la misma y es una decisión en sí misma. Decidir en este momento con la información y elementos disponibles, o diferir la toma de una decisión a un momento posterior en que se reduzcan los niveles de incertidumbre, es una selección primordial en los procesos de toma de decisión.

Ambas alternativas tienen un costo: en la primera, el manejo de mayores niveles de incertidumbre que redundan en una mayor probabilidad de resultados no considerados; en la segunda, que los competidores se adelanten y se pierda la oportunidad, que se deprima el mercado, etc.

Es de esperarse que, en la actualidad y en el futuro, la principal cualidad de un ejecutivo será la oportunidad de sus decisiones y la consistencia de su proceso de toma de las mismas.

En síntesis: el motivo de este capítulo es poner en relieve las deficiencias que presentan los métodos de evaluación como se han practicado hasta la fecha, algunas causadas por errores conceptuales o de aplicación, y otras, por la diferencia de circunstancias en que se desarrollaron dichas teorías y técnicas, respecto a las que se presentan actualmente, en que la única constante es el cambio y éste se produce de manera cada vez más acelerada.

En los procedimientos de evaluación de proyectos de inversión y en la mayor parte de la toma de decisiones en el sector de la construcción (y en la mayoría de los sectores), no se presta la atención ni se da el valor adecuado a la flexibilidad de un proyecto para adecuarse a un mundo cambiante, ni a los ahorros o beneficios que puede generar el contar con mayor y más precisa información al diferir una decisión

que comprometa cantidades importantes de recursos de la empresa, y cuya reversibilidad es costosa.

Un proyecto o empresa que tiene varias alternativas de acción, es más valioso que aquel o aquella que solo tiene una²⁴. En otras palabras: es más valioso un proyecto que tenga opciones, que otro similar que no las tenga.

Este trabajo no pretende crear un nuevo sistema de valuación, sino modificar el enfoque con que se aplican los viejos procedimientos, para adecuarlos al contexto actual cambiante; un enfoque que aquilate el hecho de que un proyecto tenga flexibilidad, es decir, que tenga opciones y tratar de mantenerlas para poder afrontar los posibles cambios.

Mantener vigentes estas opciones tiene un costo; sin embargo, debido a la situación de incertidumbre, las pérdidas que se pueden evitar o los ahorros y beneficios que pueda generar mantener esas opciones y ejercerlas en el momento adecuado, casi siempre serán mayores al costo de las mismas.

En esta nueva perspectiva de la evaluación de proyectos de inversión y, en general, en la toma de decisiones dentro del sector constructor, se propone algo que se ha hecho con cierta frecuencia en la valuación de proyectos: aprovechar los estudios y modelos desarrollados en los mercados financieros, para generalizarlos a todo tipo de proyecto de inversión. Así, el concepto en que se basa la opción financiera descrita en el primer capítulo, se extrapola para aplicarlo al proceso de toma de decisión del sector de la construcción.

Para poder apreciar las diferencias entre el método que se propone y los utilizados en la actualidad, en el inciso siguiente se describe la valoración de la rentabilidad de un proyecto usando procedimientos probabilísticos, pero sin utilizar el concepto de opción, para posteriormente compararlo con la evaluación del mismo proyecto aplicando el concepto de la opción.

2.4 Ejemplo de evaluación de proyecto con procedimiento convencional.

Suponga el proyecto de construcción de un conjunto habitacional de 100 viviendas en la ciudad de Pachuca Hgo. Actualmente existe en la ciudad un exceso

²⁴Copeland E. Thomas, Valuación, 1990

de oferta de vivienda del tipo de interés social, propiciada por las expectativas sin cumplir de las constructoras de la región, de que el INFONAVIT desarrollaría fuertes programas de vivienda durante los tres años pasados.

Sin embargo, se ha descuidado un sector del mercado compuesto por las parejas de profesionistas jóvenes, en las que probablemente ambos aporten al ingreso familiar y que requieren viviendas con mejores acabados y mejor ubicación, pero que dependen para adquirir su vivienda de créditos accesibles.

Por lo anterior y ante la posibilidad de que se mejore y estabilice la economía nacional, que está produciendo una sensible tendencia a la reducción de las tasas de interés en los créditos, puede representar un buen negocio adelantarse a cubrir dicha necesidad, por lo que el proyecto en cuestión, será dirigido a cubrir la necesidad de ese nicho de mercado.

Entonces, el éxito de este proyecto dependerá de dos factores básicamente: La localización del predio y la accesibilidad de los posibles cliente a las líneas de crédito.

Respecto al primer factor, debido a la crisis de 1995 el mercado de los bienes raíces está deprimido, por lo que se ha localizado un lote de 25,000 m² a un precio de \$120/m² sobre el nuevo Bulevar Luis Donaldo Colosio, que es una salida alterna a la ciudad de México. El predio está ubicado a 5 minutos en automóvil del centro comercial más importante de la ciudad, Plaza Perisur, y a sólo 45 minutos del Distrito Federal por la carretera de cuota.

Además, la ciudad está tendiendo a crecer hacia esta área, por lo que la zona, antes de la crisis, estaba cubriéndose de muchos servicios. Los lotes tienen gran plusvalía sin embargo, no han sido urbanizados y su gran valor actual se lo proporcionan esas vías de dos carriles en ambos sentidos que se dirigen a la Ciudad de México.

En cuanto al factor de la accesibilidad a créditos hipotecarios, éste depende totalmente del comportamiento de la economía del país. Por un lado, el que los profesionistas tengan mejores percepciones que les permitan destinar recursos a la compra de vivienda y por el otro, el abatimiento de la inflación y de las tasas de interés, que son muy altas. Las tasas líderes que consideran los bancos se encuentran en el nivel del 28 al 29% anual, tasa a la que los bancos agregan 8 puntos otorgando créditos al 36 ó 37%, o bien los créditos en Unidades de Inversión (UDIs), que aplican una tasa anualizada real del 10%, a la que debe agregársele el efecto

inflacionario dando tasas similares a los créditos al transformar las UDIS en moneda nacional.

No obstante, la economía está dando muestras de recuperación y con las reestructuraciones de deuda en 1996, el país ha reducido los vencimientos para los dos años siguientes, por lo que se espera que se destinen recursos a la recuperación del poder adquisitivo de los individuos en este periodo.

También hay que recordar que en el comportamiento cíclico sexenal de la economía, los mejores años, son el tercero y cuarto del gobierno.

Otro factor que es importante mencionar, es que existe la posibilidad de que se construya un aeropuerto internacional en la área de Tizayuca, (a escasos 20 minutos del predio), con lo que se espera la generación de una demanda de vivienda en la zona, además del crecimiento del corredor industrial de la ciudad de Tizayuca.

Ante este panorama la constructora XSA, se interesa en el negocio y ordena a su departamento de proyectos que determine el presupuesto de la urbanización del terreno y que realice el anteproyecto del desarrollo inmobiliario similar a los que ha construido en otras ciudades pequeñas de la república.

El costo calculado de la urbanización es de 2'071,428.00, dejando 100 lotes de 150 m² en promedio para la construcción de las viviendas. El costo de la construcción variaría dependiendo de los modelos, pero se puede considerar un promedio de \$224,000 por 140 m² de construcción. La presentación de estos datos y de otros que inciden en el costo de la vivienda se encuentra en la tabla 2.4.1

Al realizar un sondeo preliminar, se determinó que el precio promedio de venta para estas viviendas en la región estaría al rededor de \$340,000.00, lo cual implica una utilidad promedio por casa de 21%.

Ante estas perspectivas, la empresa XSA encomienda a su departamento de proyectos, le elabore un programa de obra para que determine el flujo de los costos de la construcción de dicha unidad habitacional y al mismo tiempo, contrata los servicios de una empresa dedicada a realizar estudios sobre la factibilidad de proyectos y estudios de mercado, con un importe de \$200,000 por hacer los estudios de mercado y definir escenarios posibles.

Descripción	Costo
Costo del terreno (\$3'000,000)/(100 casas)	\$30,000
Costo de urbanización (\$2'071,428.00)/(100 casas)	\$10,714
Costo del proyecto (\$650,000.00)/(100 casas)	\$6,500
Costo edificación	\$224,000
Licencias, trámites y varios	\$9,600
Total de costos por vivienda	\$280,814

Tabla 2.4.1. Costos de Proyecto de vivienda en Pachuca Hgo.

Después de un par de meses, la empresa cuenta con la información requerida: El departamento de proyectos determinó un programa de obra en el cual se plantea que los trabajos de urbanización que incluyen redes de agua potable y alcantarillado, cableado eléctrico subterráneo, ductos para líneas telefónicas, calles, banquetas, etc., tomará un lapso de 9 meses, pero la edificación de las primeras viviendas podrá ser iniciada a los 3 meses de iniciada la urbanización, con un avance del 13% en el primer semestre y del 29% en los siguientes tres. La información de este estudio se presenta en el flujo de efectivo de los costos en la tabla 2.4.2.

Semestre	2 '96	1 '97	2 '97	1 '98	2 '98	Totales
Anal. de factibilidad	\$200					\$200
Anteproyecto	\$100					
Terreno	\$2,000					\$2,000
Proyecto	\$650					\$650
Urbanización		\$1,450	\$621			\$2,071
Construcción		\$2,912	\$6,496	\$6,496	\$6,496	\$22,400
Licencias y trámites	\$77	\$58	\$275	\$275	\$275	\$960
Sumas:	\$3,027	\$4,419	\$7,393	\$6,771	\$6,771	\$28,281

Tabla 2.4.2. Flujo de los costos del proyecto

En lo que respecta al mercadeo, los estudios determinaron que las variables preponderantes son: el tiempo en que se desarrolle la recuperación económica del país y la asignación del nuevo aeropuerto a la zona de Tizayuca Hgo., lo cual afecta al proyecto en dos elementos principalmente: el precio de venta que fluctúa entre los \$380,000 y los \$280,000, y el flujo de las recuperaciones, es decir, el programa de venta de las casas.

El resumen de los estudios de mercado se presenta en la tabla 2.4.3; en él se presentan los cinco escenarios posibles, su probabilidad de ocurrencia y los dos datos que interesan para evaluar el proyecto: el precio de venta de las casas y el programa de venta de las mismas.

En lo que se refiere a este último punto, se prevé la asociación con un banco para que proporcione financiamiento a los compradores de las casas, y que le pague a la constructora la casa en el momento que el usuario cierre del contrato de crédito con el banco, por lo que la constructora hará labores de preventa, cuyos costos ya han sido considerados en el rubro de Licencias, trámites y varios.

Escenario	Concepto	1 '97	2 '97	1 '98	2 '98	1 '99	2 '99	1 '00	2 '00	SUMAS
Escenario 1) excelente										
Probabilidad: 10.00%	Preventa (casas)	15	30	30						75
\$venta: \$380,000	Venta (casas)				15	10				25
Escenario 2) bueno										
Probabilidad: 20.00%	Preventa (casas)		20	25	20					65
\$venta: \$350,000	Venta (casas)				15	10	10			35
Escenario 3) regular										
Probabilidad: 40.00%	Preventa (casas)		15	15	15					40
\$venta: \$330,000	Venta (casas)				15	15	15	10		60
Escenario 4) malo										
Probabilidad: 20.00%	Preventa (casas)			10	15					25
\$venta: \$300,000	Venta (casas)				15	15	15	15	15	75
Escenario 5) pésimo										
Probabilidad: 10.00%	Preventa (casas)				5					5
\$venta: \$280,000	Venta (casas)				5	10	20	30	30	95

Tabla 2.4.3. Estudio de mercado del proyecto.

Con la información acumulada se pueden definir los flujos de efectivo del proyecto para cada escenario, con lo que ya es posible realizar la evaluación de la rentabilidad del mismo, para lo que se decide aplicar el método del valor presente neto esperado [E(VPN)], aunque faltan dos variables por definir: la inflación y la TREMA que se aplicará.

La inflación se supone que afecta en igual magnitud a los costos y las recuperaciones del proyecto, por lo que no es factor relevante en la evaluación y no se tomará en cuenta en el proceso.

La TREMA se obtiene mediante el procedimiento de imitación de portafolios bursátiles. Es decir, se calcula un portafolio de inversión de valores que iguale las

aportaciones y recuperaciones del proyecto en cada uno de los escenarios, para que tenga los mismos flujos de efectivo que el proyecto. Una vez encontrado este portafolio, se determina su nivel de riesgo y su rendimiento mínimo requerido por cualquiera de los métodos del CAPM²⁵ o APT²⁶. La tasa obtenida se utiliza como tasa de descuento del proyecto, que en este caso es de 1.3% mensual real.

Debido a que el flujo de efectivo se presentará por periodos semestrales, se transforma la tasa mensual a su equivalente semestral de 8.06%²⁷.

Continuando con el proceso, se calcula el valor presente neto del flujo de efectivo de cada uno de los escenarios. Y se obtiene el valor presente neto esperado por medio de la sumatoria del producto del valor presente neto de cada escenario, multiplicado por su probabilidad de ocurrencia.

Este proceso se representa en la tabla 2.4.4, en el cual se puede observar que el E(VPN) es negativo, por lo que el proyecto debe ser rechazado.

Antes de continuar, sería conveniente dejar bien claros algunos aspectos del análisis anterior:

Primero: los datos de ingresos y egresos de los flujos de efectivo están en pesos del 96, por lo que la columna final que es la suma de esos flujos, coincide con los costos establecidos en la tabla 2.4.1.

El VPN de cada flujo se obtiene aplicando a los flujos de efectivo la tasa de descuento que es igual a la TREMA del inversionista. Por lo tanto, si el VPN fuera cero, la opción debe ser aceptada porque cumple con el rendimiento requerido por los inversionistas. Si el resultado es +n, significa que se excede en n pesos a valor presente con tasa de descuento igual a la TREMA y en caso de ser -n, significa que no se alcanzan los requerimientos de los inversionistas por n pesos a valor presente neto con la misma tasa de descuento.

²⁵ CAPM: Capital Asset Pricing Model

²⁶ APT Arbitrage Price Theory

²⁷ $(1.013^{12}-1) \times 100$.

Escenario 1) excelente		Concepto	2 '96	1 '97	2 '97	1 '98	2 '98	1 '99	2 '99	1 '00	2 '00	SUMAS
Probabilidad:	10.00%	Preventa		5,700	11,400	11,400						28,500
\$venta:	\$380	Venta					5,700	3,800				9,500
TREMA:	8.06%	costos	3,027	4,419	7,393	6,771	6,771					28,381
VPN:	\$7,052	Flujo de efectivo	-3,027	1,281	4,007	4,629	-1,071	3,800				9,619

Escenario 2) bueno		Concepto	2 '96	1 '97	2 '97	1 '98	2 '98	1 '99	2 '99	1 '00	2 '00	SUMAS
Probabilidad:	20.00%	Preventa			7,000	8,750	7,000					22,750
\$venta:	\$350	Venta					5,250	3,500	3,500			12,250
TREMA:	8.06%	costos	3,027	4,419	7,393	6,771	6,771					28,381
VPN:	\$2,708	Flujo de efectivo	-3,027	-4,419	-393	1,979	3,479	3,500	3,500			6,619

Escenario 3) regular		Concepto	2 '96	1 '97	2 '97	1 '98	2 '98	1 '99	2 '99	1 '00	2 '00	SUMAS
Probabilidad:	40.00%	Preventa			4,950	4,950	4,950					14,850
\$venta:	\$330	Venta					4,950	4,950	4,950	3,300		18,150
TREMA:	8.06%	costos	3,027	4,419	7,393	6,771	6,771					28,381
VPN:	\$30	Flujo de efectivo	-3,027	-4,419	-2,443	-1,821	3,129	4,950	4,950	3,300		4,619

Escenario 4) malo		Concepto	2 '96	1 '97	2 '97	1 '98	2 '98	1 '99	2 '99	1 '00	2 '00	SUMAS
Probabilidad:	20.00%	Preventa				3,000	4,500					7,500
\$venta:	\$300	Venta					4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	22,500
TREMA:	8.06%	costos	3,027	4,419	7,393	6,771	6,771					28,381
VPN:	(\$3,884)	Flujo de efectivo	-3,027	-4,419	-7,393	-3,771	2,229	4,500	4,500	4,500	4,500	1,619

Escenario 5) pésimo		Concepto	2 '96	1 '97	2 '97	1 '98	2 '98	1 '99	2 '99	1 '00	2 '00	SUMAS
Probabilidad:	10.00%	Preventa					1,400					1,400
\$venta:	\$280	Venta					1,400	2,800	5,600	8,400	8,400	26,600
TREMA:	8.06%	costos	3,027	4,419	7,393	6,771	6,771					28,381
VPN:	(\$6,907)	Flujo de efectivo	-3,027	-4,419	-7,393	-6,771	-3,971	2,800	5,600	8,400	8,400	-381

E (VPN) (\$209)

Tabla 2.4.4 Flujos de efectivo (miles de pesos).

El Valor Presente Neto esperado negativo de -\$209,000, indica que no debe realizarse el proyecto, porque se espera que no cumpla con las expectativas de rendimiento de los inversionistas.

III CONCEPTO DE OPCIÓN EN LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS

3.1 Imprecisiones de la evaluación convencional.

El ejemplo del inciso anterior se realiza sobre un modelo en el que se aplican los procedimientos más actualizados para evaluar la factibilidad económica, tomando como índice de evaluación el Valor Presente Neto.

Para administrar (manejar) el riesgo se toman dos medidas que hasta hace algunos años han proporcionado resultados satisfactorios:

La primera, fue contratar unos expertos para definir los escenarios posibles y poder aplicar un método probabilístico de evaluación, el Valor Presente Neto Esperado.

La segunda, fue seleccionar una TREMA acorde al nivel de riesgo de la inversión, solicitando un rendimiento mínimo igual al que se obtiene en un portafolio de inversión con los mismos flujos de efectivo para cada escenario, que actualmente es uno de los métodos más recomendables para establecer el rendimiento requerido de la inversión. No obstante, falla al considerar los aspectos que a continuación se describen:

En primer término, se definieron cinco escenarios posibles y su probabilidad de ocurrencia, dando por hecho que el proyecto permanecerá en alguno de ellos durante todo su desarrollo. Esto es poco probable que ocurra y lo más seguro es que haya una combinación de dos o más de los escenarios supuestos e inclusive, existe la posibilidad que se presente en alguna etapa del proceso, un escenario que no haya sido previsto por los especialistas.

En segundo término, al aplicar el método como se hizo, se asume que una vez iniciado el proyecto se llevará a cabo hasta sus últimas consecuencias. Es decir, se considera que si el proyecto lleva un año desarrollándose en un escenario pésimo y

puede preverse que el escenario seguirá así, los directivos de la empresa continuarán con el proyecto porque un año antes se decidió hacerlo. Esto no sucede así.

Resulta absurdo pensar que un ejecutivo de una empresa que ha invertido al rededor de \$4'000,000.00 de pesos en un proyecto, que tiene una perspectiva pésima para el mismo, siga aportando dinero hasta concluirlo para tener casi con seguridad una pérdida al final de casi \$7'000,000.00. Esto sin contar con el hecho de tener comprometidos los recursos de su empresa (personal, equipo etc.) por los siguientes dos años. Lo que probablemente hará este directivo, será suspender el proyecto, vender lo que se pueda del mismo para recuperar la inversión realizada hasta el momento, y buscar otro negocio redituable al cual dirigir sus recursos.

El modelo utilizado en la evaluación del inciso 2.4, indica que si la empresa decide realizar el proyecto, lo hará y sólo al final del mismo, después de tres años, determinará cuanto ganó o perdió en el negocio. Éste no es el comportamiento de las empresas exitosas.

Las dos circunstancias descritas indican dos fallas graves del modelo utilizado para evaluar el proyecto, es decir, el modelo utilizado en los flujos de efectivo y el cálculo del valor presente neto esperado no se parecen a lo que sucede en la realidad, ni a la forma en que reaccionaría la empresa ante los escenarios adversos. Luego entonces, si la decisión de aceptación o rechazo se ha realizado con un modelo que no simula adecuadamente el comportamiento real del proyecto, la decisión está mal tomada.

Existe otra deficiencia en el proceso de evaluación descrito anteriormente. Debido a que se trata de una constructora con experiencia en obras similares, el cálculo de los costos de urbanización y de edificación están bien determinados, por lo que no son una fuente importante de incertidumbre.

La mayor incertidumbre proviene de la demanda del mercado, que depende en este caso de dos variables principalmente: la mejora económica del país y la construcción del aeropuerto en el área de Tizayuca Hgo.

Ambas variables estarán definidas casi en su totalidad dentro de un año, entonces, ¿por qué no esperar a decidir hasta dentro de un año para aceptar o rechazar el proyecto?, conociendo ya si se construirá el aeropuerto y si el país ha superado la crisis económica.

La respuesta puede ser: si se presentan circunstancias favorables dentro de un año, el precio del terreno se elevará reduciendo los márgenes de utilidad del

proyecto. Además, existe la posibilidad que otras empresas se adelanten y compren los terrenos disponibles y se pierda la oportunidad.

Es muy claro que tanto la toma de la decisión en este momento, como diferirla hasta dentro de un año tienen sus desventajas. Lo más adecuado para la empresa es buscar un procedimiento que le permita tener la ventaja de tomar la decisión definitiva dentro de un año, pero que además, le asegure la posibilidad de realizar el proyecto en caso que el año siguiente, con información más confiable de la demanda del mercado, se le considere rentable.

Además, deberá utilizar un modelo de evaluación que simule este comportamiento y que también considere los altos niveles de incertidumbre y de variación acelerada de los escenarios en que se desenvuelven los proyectos en la actualidad.

Ambas cosas pueden realizarse si se utiliza el concepto en que se basa la opción financiera para plantear el proyecto y evaluarlo.

3.2 El Proyecto de inversión como opción de compra.

Todo proyecto de inversión puede ser considerado como la adquisición de una opción de compra, que se puede ejercer, renovar, o simplemente dejar pasar, dependiendo de las perspectivas que se presenten. Se puede pensar en el proyecto como un conjunto de acciones que, dependiendo de las condiciones futuras, podrá producir ganancias o pérdidas.

Volviendo al ejemplo del capítulo 2.4 y haciendo analogía con la opción de compra financiera, el activo base es el proyecto de las 100 viviendas. La adquisición de la opción, es la serie de medidas que realiza la empresa que le permiten realizar el proyecto, en caso de parecer redituable. Es decir, la opción de compra le dará el derecho a XSA de realizar el proyecto, si así lo desea.

En este caso XSA, inicia con la adquisición de una opción de compra europea, que vence en la fecha en que recibe los estudios de la compañía de mercadeo y el anteproyecto de su departamento de ingeniería. La obtención de esta información le otorga ventaja sobre otras empresas y le permite continuar con el proyecto o suspenderlo.

El costo de esta primer opción está formado por los \$200,000 pagados por el estudio de mercado, mas los recursos invertidos en la elaboración y cálculos del anteproyecto que suman \$100,000, lo que da un costo de opción de \$300,000.

Hasta este momento (finales de 1996), el procedimiento de selección aplicando el concepto de opción es igual en todo al del valor presente neto esperado utilizado en el inciso 2.4, excepto en que lo pagado a la empresa que realizó los estudios de factibilidad y lo que se invirtió en el anteproyecto es considerado como el costo de una opción de compra que le otorga a XSA el derecho de realizar el proyecto, si le conviene (ejercer la opción), o abandonarlo (no ejercer la opción).

El valor presente neto esperado obtenido de la manera convencional es negativo. Esto indica que el proyecto debe rechazarse. Sin embargo, el análisis de los flujos de efectivo de cada escenario y sus respectivos VPNs, indican que hay un 10% de probabilidad de obtener siete millones de pesos de utilidades adicionales a las requeridas y que inclusive, en el caso del escenario regular a lo largo del proyecto, se cubrirían los requerimientos de los inversionistas. Lo que afecta al VPN esperado del proyecto, son las grandes pérdidas en que se puede incurrir si se presentan los escenarios malo y pésimo.

A partir de este momento el procedimiento cambia radicalmente. Primero, los encargados de la toma de decisiones, detectan cuales son las fuentes de incertidumbre del proyecto.

El procedimiento constructivo es bien conocido por la empresa y la cercanía al Distrito Federal, donde ya han realizado proyectos de este tipo, les permite conocer los costos de los materiales y su disponibilidad. Además, después de consultarlo con sus proveedores, éstos se comprometen a mantener los mismos precios de los materiales puestos en la obra sin cargos por flete, por lo que lo concerniente al costo de urbanización y edificación es poco variable. Tiene bajo nivel de incertidumbre.

La fuente principal de incertidumbre o de dispersión de los resultados del proyecto la representa el mercado. La constructora no puede hacer nada al respecto, porque la aceptación del mercado depende de la superación de la crisis económica del país, y de si la Secretaría de Comunicaciones y Transportes decide construir el nuevo aeropuerto internacional en el área de Tizayuca Hgo.

En lo concerniente al aeropuerto, la decisión estará dilucidada casi con seguridad para los primeros meses de 1998.

En cuanto a la economía nacional, parece que se está superando la crisis pero será también hasta finalizar 1997²⁸, cuando se pueda ver si las condiciones se estabilizan realmente, y si México inicia un proceso de crecimiento sostenido de su economía, sin olvidarse que los brotes de violencia que se han presentado en varios estados de la república, pueden generar desconfianza de los inversionistas y propiciar una nueva crisis.

Para tener acceso al negocio que es atractivo, la empresa necesita diferir las decisiones que comprometan sus recursos, sin renunciar al proyecto, por lo que la directiva decide dividirlo en varias etapas. Al final de cada etapa habrá un nodo de decisión, donde se evaluará la viabilidad del mismo para continuar o abandonarlo, sobre la base de información actualizada.

En términos de opción, se adquirirá una opción de compra del proyecto a un costo dado, al vencimiento de esta opción (nodo de decisión), se analizará la situación y se decidirá entre tres alternativas posibles: no ejercerla (abandonar el proyecto), ejercerla (realizar la totalidad del proyecto) o renovar la opción (realizar la siguiente etapa del proyecto).

La estrategia planteada es razonable, puesto que se planea reducir la incertidumbre existente. No obstante, se requiere hacer una valoración del proyecto para justificar que el nuevo enfoque por etapas puede ser rentable y en caso contrario rechazarlo definitivamente.

Para tomar esta decisión, sólo se cuenta con la información sobre los posibles escenarios, sus probabilidades de ocurrencia, los flujos de efectivo y el programa de obra, que deberá ser modificado conforme al nuevo procedimiento por etapas que se le dará al proyecto.

Con esta información, se aplica el Teorema de Bayes para realizar la evaluación, asumiendo en cada nodo de decisión que los escenarios posibles son los mismos Excelente (1), Bueno (2), Regular (3), Malo (4) y Pésimo (5) y su probabilidad también²⁹ (10%, 20%, 40%, 20% y 10% respectivamente).

Los números asignados a cada escenario, se utilizan para aplicar una nomenclatura parecida a la de un Work Breakdown Structure (WBS), con lo cual se

²⁸ Debe recordarse que la evaluación se realiza en el último trimestre de 1996.

²⁹ Cuando se llegue al nodo de decisión en realidad, se tendrá información actualizada y se podrá utilizar para afinar la distribución de probabilidad.

marcan las etapas en que se divide el proyecto que se utilizan la tabla 3.2.1 y el árbol de decisión del teorema de Bayes se presenta en la fig. 3.2.1.

00	Estudio de mercado y anteproyecto (300,000) Proporciona la información inicial
0	Compra del terreno y realización del proyecto ejecutivo Se adquiere la opción de compra de realizar el proyecto con una inversión de 3'650,000. El costo de la opción se obtiene restando a esta cantidad, lo que se obtenga de la venta del terreno
1	Excelente, Bueno y Regular: Urbanización del terreno(en el diagrama consideramos juntas las ramas 1,2 y 3 en 1 con 70% de probabilidad, porque se continúa con la misma actividad si se presenta cualquiera de los tres escenarios).
4	Abandono del proyecto, venta del terreno y estudios en \$2'500,000
5	Abandono del proyecto, venta del terreno y estudios en \$2'000,000.
1.1	Construcción de 20 viviendas (en el diagrama se consideran juntas las ramas 1.1, 1.2,y 1.3 en 1.1 con 49% de probabilidad.)
1.4	Abandono del proyecto, venta del terreno urbanizado en \$4'700,000
1.5	Abandono del proyecto, venta del terreno urbanizado en \$4'000,000
1.1.1	Construcción de las 80 viviendas restantes. Venta a \$380,000/casa.
1.1.2	Construcción de las 80 viviendas restantes. Venta a \$350,000/casa.
1.1.3	Construcción de 40 viviendas. Venta a \$330,000/casa.
1.1.4	Abandono del proyecto. Venta de 80 lotes a \$47,000 cada uno.
1.1.5	Abandono del proyecto. Venta de 80 lotes a \$40,000 cada uno.
1.1.3.1	Construcción de las 40 viviendas restantes. Venta a \$380,000/casa.
1.1.3.2	Construcción de las 40 viviendas restantes. Venta a \$350,000/casa.
1.1.3.3	Construcción de las 40 viviendas restantes. Venta a \$330,000/casa.
1.1.3.4	Abandono del proyecto. Venta de 40 lotes a \$47,000 cada uno.
1.1.3.5	Abandono del proyecto. Venta de 40 lotes a \$40,000 cada uno.

Tabla 3.2.1 Tabla descriptiva de las ramas del árbol de decisión.

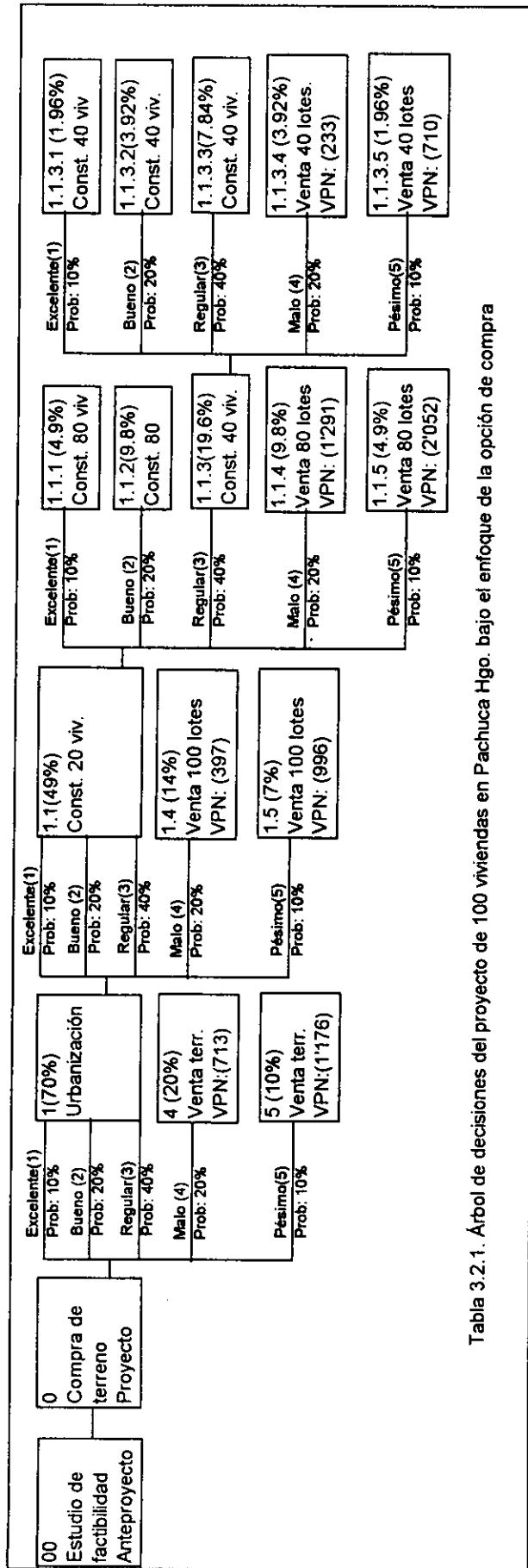


Tabla 3.2.1. Árbol de decisiones del proyecto de 100 viviendas en Pachuca Hgo. bajo el enfoque de la opción de compra

El árbol de decisión de la fig. 3.2.1, es el modelo del comportamiento que se espera de la empresa, ante las expectativas del proyecto al final de cada etapa en que fue dividido, aplicando el concepto de opción.

Como se indicó anteriormente, la empresa adquiere su primera opción de compra al realizar el anteproyecto y contratar la empresa que elabora el análisis de factibilidad y de escenarios posibles.

Esta es una opción de compra europea, con fecha de vencimiento a los tres meses (que es el tiempo en que se entregarán los estudios y el anteproyecto), con un costo de opción de \$300,000, de los cuales \$200,000 son los acordados con la empresa analista y \$100,000 son los recursos de la empresa invertidos para realizar el anteproyecto (personal, papelería, equipos, etc.). Esta primera opción ha llegado a su vencimiento y la empresa debe decidir el curso de acción. Este es el punto en que se encuentra ahora, al final de la etapa 00.

Los ejecutivos bajo los modelos existentes de selección de proyecto, consideran que solo hay dos alternativas: no ejercer la opción cancelando el proyecto. Y ejercer la opción que equivale a realizarlo.

Sin embargo existe una tercer alternativa que equivale a renovar la opción. Es decir, pagar un nuevo costo de opción para tener el derecho, dentro de algún tiempo, de ejercerla realizando el proyecto.

En este momento los ejecutivos establecen que si durante la vida de la opción se presenta un escenario malo (4) o pésimo (5), se procederá a no ejercer la opción ni a renovarla, debido a que la experiencia indica que cuando el mercado del país entra en estos escenarios, tarda por lo menos dos años en empezar a recuperarse, que es el tiempo de maduración del proyecto y por lo tanto no se puede esperar ese tiempo a que se presente la recuperación. Se acepta continuar en el caso de un escenario regular, porque el valor presente neto del flujo de efectivo del proyecto desarrollado totalmente en ambiente regular, apenas es positivo, lo cual indica que, en este ambiente, el proyecto cumpliría con los requerimientos mínimos de los inversionistas.

Bajo estas condiciones, se describe paso a paso el modelo propuesto en el árbol de decisiones de la figura 3.2.1, el cual se apega a las directrices establecidas, y a la información disponible de los escenarios y su probabilidad de ocurrencia.

Solo falta la información del precio en que se puede vender el proyecto junto con el terreno sin urbanizar y urbanizado en los escenarios malo y pésimo, ya que

sería parte del proceso de abandono del proyecto. Estos datos los proporciona la empresa del mercadeo en la tabla 3.2.2.

Escenario	1) Excelente	2) Bueno	3) Regular	4) Malo	5) Pésimo
Terreno s/urbanizar				\$2,500	\$2,000
Lote urbanizado				\$47	\$40
Casa	\$380	\$350	\$330	\$300	\$280

Tabla 3.2.2 Precios de venta por casa en los diversos escenarios.
(en miles de pesos)

Continuando con la descripción, la siguiente opción de compra se adquiere con la compra del terreno necesario para el proyecto y la elaboración del diseño definitivo de la obra (proyecto ejecutivo). Debido a que el diseño del proyecto que proporciona datos más precisos sobre los costos de la obra toma aproximadamente tres meses, y que después de este tiempo se decidirá si se continúa con el proyecto, se considera que la opción tiene un vencimiento a tres meses.

Hasta este punto la empresa ha invertido la suma del costo del terreno, de los trámites de compra, de los recursos invertidos en el diseño definitivo de la obra, que se agregan a los gastos realizados en la etapa anterior para obtener el flujo de costos del semestre 2'96 de \$3'026,800, que se presentan en la primer columna de la tabla 3.2.3.

Semestre	2 '96	1 '97	2 '97	1 '98	2 '98	Totales
Anal. de factibilidad:	\$200					\$200
Anteproyecto	\$100					\$100
Terreno	\$2,000					\$2,000
Proyecto	\$650					\$650
Urbanización		\$1,450	\$621			\$2,071
Construcción			\$4,480	\$8,960	\$8,960	\$22,400
Licencias y trámites	\$77	\$58	\$275	\$275	\$275	\$960
Sumas:	\$3,027	\$1,507	\$5,377	\$9,235	\$9,235	\$28,281

Tabla 3.2.3. Flujo de costos del proyecto aplicando opciones (miles de pesos).

No debe considerarse este flujo de costos como el costo de las opciones adquiridas hasta el momento, porque el costo de la opción es aquella cantidad que se pierde al no ejercer la opción; por lo tanto, el costo de la opción se obtiene restando al valor presente de las erogaciones realizadas hasta ese primer semestre, el valor

presente de la cantidad que se obtenga de la venta del terreno e incluso de la venta del proyecto y los estudios.

Por otra parte, es importante que el lector compare las tablas de costos del modelo opcional 3.2.3, y del modelo convencional 2.4.2. En ambas las sumas de los costos por concepto (en pesos corrientes), que se presentan en las últimas columnas son iguales; más aún, todos los flujos de costo son iguales a excepción del de la construcción de las casas, que se construirán 20 en el semestre 2 '97 y si se continúa el proyecto se construirán 40 en 1 '98 y las 40 restantes en 2'98.

Continuando con la descripción del modelo, si el escenario que se vislumbra al concluir la etapa 0 de la compra del terreno y la realización del proyecto es malo, se calcula que al cancelar el proyecto se podrían vender el terreno, los estudios realizados y el proyecto en \$2'500,000, dando el flujo de efectivo VPN que se presenta como Flujo 4³⁰ en la tabla 3.2.4.

Si el contexto es pésimo, sólo se podrá recuperar del terreno y los estudios \$2'000.00, obteniendo el flujo de efectivo marcado como 5, en la misma tabla 3.2.4.

Flujo 4	Concepto	2 '96	1 '97	2 '97	1 '98	2 '98	1 '99	2 '99	1 '00	2 '00	SUMAS
Probabilidad: 20.00%	Preventa										0
\$venta:	Venta		2,500								2,500
TREMA: 8.06%	Costos	3,027									3,027
VPN: (\$713)	Flujo de efectivo	-3,027	2,500	0	0	0	0	0	0	0	-527

Flujo 5	Concepto	2 '96	1 '97	2 '97	1 '98	2 '98	1 '99	2 '99	1 '00	2 '00	SUMAS
Probabilidad: 10.00%	Preventa										0
\$venta:	Venta		2,000								2,000
TREMA: 8.06%	Costos	3,027									3,027
VPN: (\$1,176)	Flujo de efectivo	-3,027	2,000	0	0	0	0	0	0	0	-1,027

Tabla 3.2.4. Flujos de efectivo si al vencimiento de la segunda opción (0), se presentan los escenarios malo (4) o pésimo (5).

³⁰El vencimiento de la primera opción se marca con 00, el de la segunda con 0; a partir de ese momento en cada nodo de decisión se agregará un 1 si el escenario se torna excelente, 2 si es bueno, 3 regular, 4 malo y 5 pésimo. Así: 2.1.3, representa que después del vencimiento de la segunda opción se presenta un escenario bueno, que cambia a excelente en el siguiente nodo y a regular en el último.

De los datos de la tabla anterior se puede concluir, que si el escenario es malo (4), el costo de la opción a valor presente neto será de \$713,000; si es pésimo (5), el costo sube a \$1,776,000.

En el caso de que se presente cualquiera de los escenarios excelente (1), bueno (2) y regular (3), la empresa adquirirá una nueva opción de compra, a seis meses, que será la urbanización y lotificación del terreno, con una inversión (no costo de opción) de \$1'507,000 (ver tabla 3.2.3), por lo que en el árbol de decisión (fig. 3.2.1), se representan como una sola rama marcada con el No. 1., que representa la actividad de la urbanización.

El vencimiento de esta nueva opción de urbanización (1), implica un nuevo nodo de decisión. Si se presenta un ambiente malo (1.4), se calcula que pueden venderse los 100 lotes urbanizados en \$4'700,000 para abandonar el proyecto, y en caso de ser pésimo (1.5), se podrán vender en 4'000,000. Los flujos de efectivo de estos abandonos de proyecto se presentan en la tabla 3.2.5. identificadas con las nomenclaturas 1.4 y 1.5, que también son utilizadas en el árbol de decisiones de la fig. 3.2.1³¹.

Nuevamente si se presenta cualquiera de los tres escenarios excelente (1), bueno (2) o malo (3), se decide adquirir una nueva opción de compra (1.1) a otros seis meses, equivalente a la edificación de las primeras 20 viviendas.

A lo largo de la vida de esta opción, se intensificarán las actividades de preventa y se concentrarán los recursos para construir dos o tres casas que sirvan de muestra para mejorar la preventa. Además, se tendrán datos confiables del comportamiento del mercado para este conjunto habitacional.

Los recursos comprometidos en esta cuarta opción (1.1) son elevados, sin embargo la decisión se tomará a mediados de 1997, justo antes del inicio de la construcción. Para estas fechas, ya se tendrá mayor certeza si el país ha superado la crisis, si se han mejorado las perspectivas de las percepciones de empleo; también habrá más indicios de si el proyecto del aeropuerto se construirá en Tizayuca.

³¹En cada rama cuya clave termina en 4 (malo) ó 5 (pésimo), se abandona el proyecto y el VPN de este flujo representa el valor presente neto de los costos de las opciones de compra adquiridas hasta el momento.

Tabla 3.2.5 Flujos de efectivo desde el punto de vista de las opciones.

4		Concepto	2 '96	1 '97	2 '97	1 '98	2 '98	1 '99	2 '99	1 '00	2 '00	SUMAS
Probabilidad:	20,00%	Preventa										0
\$venta:		Venta		2.500								2.500
TREMA:	8,06%	costos	3.027									3.027
VPN:	(\$713)	Flujo de efectivo	-3.027	2.500	0	0	0	0	0	0	0	-527

5		Concepto	2 '96	1 '97	2 '97	1 '98	2 '98	1 '99	2 '99	1 '00	2 '00	SUMAS
Probabilidad:	10,00%	Preventa										0
\$venta:		Venta		2.000								2.000
TREMA:	8,06%	costos	3.027									3.027
VPN:	(\$1.176)	Flujo de efectivo	-3.027	2.000	0	0	0	0	0	0	0	-1.027

1,4		Concepto	2 '96	1 '97	2 '97	1 '98	2 '98	1 '99	2 '99	1 '00	2 '00	SUMAS
Probabilidad:	14,00%	Preventa										0
\$venta:		Venta			4.700							4.700
TREMA:	8,06%	costos	3.027	1.507								4.534
VPN:	(\$397)	Flujo de efectivo	-3.027	-1.507	4.700	0	0	0	0	0	0	188

1,5		Concepto	2 '96	1 '97	2 '97	1 '98	2 '98	1 '99	2 '99	1 '00	2 '00	SUMAS
Probabilidad:	7,00%	Preventa										0
\$venta:		Venta			4.000							4.000
TREMA:	8,06%	costos	3.027	1.507								4.534
VPN:	(\$996)	Flujo de efectivo	-3.027	-1.507	4.000	0	0	0	0	0	0	-534

1.1.1		Concepto	2 '96	1 '97	2 '97	1 '98	2 '98	1 '99	2 '99	1 '00	2 '00	SUMAS
Probabilidad:	4,90%	Preventa		5.700	11.400	11.400						28.500
\$venta:	\$380	Venta					5.700	3.800				9.500
TREMA:	8,06%	costos	3.027	1.507	5.377	9.235	9.235					28.381
VPN:	\$7.714	Flujo de efectivo	-3.027	4.193	6.023	2.165	-3.535	3.800	0	0	0	9.619

1.1.2		Concepto	2 '96	1 '97	2 '97	1 '98	2 '98	1 '99	2 '99	1 '00	2 '00	SUMAS
Probabilidad:	9,80%	Preventa			7.000	8.750	7.000					22.750
\$venta:	\$350	Venta					5.250	7.000				12.250
TREMA:	8,06%	costos	3.027	1.507	5.377	9.235	9.235					28.381
VPN:	\$3.546	Flujo de efectivo	-3.027	-1.507	1.623	-485	3.015	7.000	0	0	0	6.619

1.1.4		Concepto	2 '96	1 '97	2 '97	1 '98	2 '98	1 '99	2 '99	1 '00	2 '00	SUMAS
Probabilidad:	9,80%	Preventa										0
\$venta:	\$300	Venta				9.760						9.760
TREMA:	8,06%	costos	3.027	1.507	5.377							9.911
VPN:	(\$1.291)	Flujo de efectivo	-3.027	-1.507	-5.377	9.760	0	0	0	0	0	-151

1.1.5		Concepto	2 '96	1 '97	2 '97	1 '98	2 '98	1 '99	2 '99	1 '00	2 '00	SUMAS
Probabilidad:	4,90%	Preventa										0
\$venta:	\$280	Venta				8.800						8.800
TREMA:	8,06%	costos	3.027	1.507	5.377							9.911
VPN:	(\$2.052)	Flujo de efectivo	-3.027	-1.507	-5.377	8.800	0	0	0	0	0	-1.111

1.1.3.1		Concepto	2 '96	1 '97	2 '97	1 '98	2 '98	1 '99	2 '99	1 '00	2 '00	SUMAS
Probabilidad:	1,96%	Preventa										0
\$venta:	variable	Venta				7.000	13.200	15.200				35.400
TREMA:	8,06%	costos	3.027	1.507	5.377	4.618	4.618	9.235				28.381
VPN:	\$3.205	Flujo de efectivo	-3.027	-1.507	-5.377	2.382	8.582	5.965	0	0	0	7.019

1.1.3.2		Concepto	2 '96	1 '97	2 '97	1 '98	2 '98	1 '99	2 '99	1 '00	2 '00	SUMAS
Probabilidad:	3,92%	Preventa										0
\$venta:	variable	Venta				7.000	13.200	14.000				34.200
TREMA:	8,06%	costos	3.027	1.507	5.377	4.618	4.618	9.235				28.381
VPN:	\$2.391	Flujo de efectivo	-3.027	-1.507	-5.377	2.382	8.582	-4.765	0	0	0	5.819

1.1.3.3		Concepto	2 '96	1 '97	2 '97	1 '98	2 '98	1 '99	2 '99	1 '00	2 '00	SUMAS
Probabilidad:	7,84%	Preventa										0
\$venta:	variable	Venta				7.000	13.200	9.900	3.300			33.400
TREMA:	8,06%	costos	3.027	1.507	5.377	4.618	4.618	9.235				28.381
VPN:	\$1.681	Flujo de efectivo	-3.027	-1.507	-5.377	2.382	8.582	665	3.300	0	0	5.019

1.1.3.4		Concepto	2 '96	1 '97	2 '97	1 '98	2 '98	1 '99	2 '99	1 '00	2 '00	SUMAS
Probabilidad:	3,92%	Preventa										0
\$venta:	variable	Venta				7.000	8.480	6.000				21.480
TREMA:	8,06%	costos	3.027	1.507	5.377	4.618	4.618					19.146
VPN:	(\$233)	Flujo de efectivo	-3.027	-1.507	-5.377	2.382	3.862	6.000	0	0	0	2.334

1.1.3.5		Concepto	2 '96	1 '97	2 '97	1 '98	2 '98	1 '99	2 '99	1 '00	2 '00	SUMAS
Probabilidad:	1,96%	Preventa										0
\$venta:	variable	Venta				7.000	8.200	5.600				20.800
TREMA:	8,06%	costos	3.027	1.507	5.377	4.618	4.618					19.146
VPN:	(\$710)	Flujo de efectivo	-3.027	-1.507	-5.377	2.382	3.582	5.600	0	0	0	1.654

E(VPN) \$378

Al vencimiento de esta opción (1.1) a finales de 1997, casi con seguridad estará definida la ubicación del nuevo aeropuerto internacional y además, se sabrá si se alcanzaron los niveles de crecimiento del PIB propuestos por el gobierno, si han bajado los niveles de inflación, y cual es la paridad del dólar; lo que permitirá a la constructora tomar la decisión con menor nivel de incertidumbre que el actual.

En el siguiente nodo de decisión, si se presenta un ambiente excelente (1), la empresa ejercerá la opción (1.1.1), es decir, invertirá todos los recursos para construir las 80 residencias restantes lo más pronto posible. Si la perspectiva es excelente, es lógico pensar que la unidad esté prácticamente prevendida en este momento.

El flujo de efectivo, el VPN y la probabilidad de ocurrencia de este evento (1.1.1), se presenta en la tabla 3.2.5 con su número respectivo, e indica que en caso de presentarse, la constructora obtendría a valor presente neto \$7'714,000 de rendimiento adicional al mínimo solicitado por los inversionistas. Esta posibilidad es el mayor aliciente para que la empresa quiera tener la opción de realizar la obra.

En caso de que se presente el escenario bueno (2), también se ejercerá la opción construyendo las 80 casas (1.1.2), aunque en este caso, no se podrán vender en \$380,000 sino en \$350,000, y a un ritmo mas lento (ver flujo de efectivo supuesto 1.1.2 en la tabla 3.2.5).

Para el escenario malo (4) en este nodo de decisión, se optará por vender los 80 lotes restantes (1.1.4) a \$47,000 cada uno y las 20 casas a \$300,000 cada una, dando unos ingresos de \$9'760,000. Con un escenario pésimo (5), también se abandona la opción (1.1.5) y se espera vender los 80 lotes a \$40,000 cada uno y las casas en \$280,000 cada una, generando un ingreso de \$8'800,000.

Para el escenario regular (3), se adquiere una nueva opción de compra a seis meses construyendo sólo 40 casas (1.1.3), y al vencimiento de esta opción se decidirá si se realizan las 40 casas restantes o se cancela el proyecto vendiendo los lotes sin construir.

³²En cada rama cuya clave termina en 4 (malo) ó 5 (pésimo), se abandona el proyecto y el VPN de este flujo representa el valor presente neto de los costos de las opciones de compra adquiridas hasta el momento.

Si en la fecha de ejercicio de la opción 1.1.3 se presenta el contexto malo (1.1.3.4) o pésimo (1.1.3.5), se cancela el proyecto y se realiza la venta de los 40 lotes restantes.

Si se presentan cualquiera de los otros tres ambientes (1.1.3.1, 1.1.3.2 y 1.1.3.3), se ejercerá la opción y se concluirá la construcción del conjunto habitacional.

En la Tabla 3.2.5, se presentan todos los flujos de efectivo posibles, con sus respectivas probabilidades. Al calcular el valor presente neto esperado, éste resulta positivo de \$378,000. Por lo tanto, el proyecto debe iniciarse. contra lo que indica el análisis convencional.

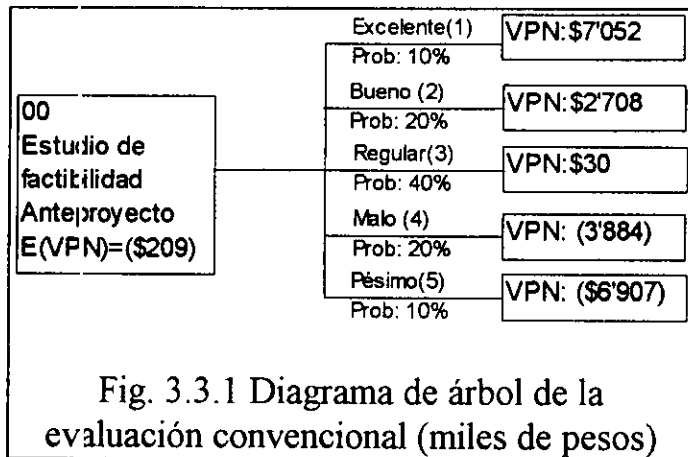
Con objeto de simplificar, se utilizó la misma distribución de probabilidad en cada nodo de decisión, sin embargo, para hacer aún más preciso el modelo, se les puede solicitar a los expertos en escenarios que determinen las probabilidades de ocurrencia de cambio de escenario dependiendo el escenario actual, por ejemplo, si el escenario actual es regular (3), se puede decir que la probabilidad de que cambie a excelente (1) en los próximos seis meses es de 10%, a bueno (2) 20%, a malo (4) 20% y a pésimo(5) 10%, y un 40% de probabilidad de mantenerse en regular (3). Sin embargo, esta distribución no es la misma si se parte de un ambiente excelente (1), que podrían quedar algo así: continuar excelente (1) 20%, cambiar a bueno(2) 40%, a regular(3) 25%, a malo (4) 10% y a pésimo(5) el 5%. Se tendrían cinco distribuciones que se aplicarían según le correspondiese a cada nodo, haciendo más representativo al modelo y por lo tanto, más confiable.

3.3 Análisis comparativo entre el modelo convencional y el opcional.

La principal deficiencia de los métodos convencionales, como el Valor Presente Neto Esperado utilizado en el inciso 2.4. ; es que el modelo no se ajusta a las circunstancias actuales de altos niveles de riesgo e incertidumbre, y de cambios acelerados producidos por una economía globalizada, así como por los grandes avances de la informática y las comunicaciones.

En la fig. 3.3.1 se encuentra representado en un diagrama de árbol, el modelo utilizado para el cálculo convencional del VPN esperado, del proyecto de

construcción de la unidad habitacional de Tizayuca, desarrollado en el inciso 2.4. Allí se observa que después de la etapa 00 del anteproyecto y análisis preliminar de los posibles escenarios, se debe tomar la decisión de realizar el proyecto ó no, presentando cinco posibles escenarios en que se puede desenvolver el proyecto y su probabilidad de ocurrencia.



Este modelo considera, con respecto al ámbito externo, que el proyecto se desarrollará completamente por uno y sólo uno de estos ambientes, lo cual significa que el contexto se mantendrá por los tres años que durará el proyecto. Esto pudo ser viable hace algunos lustros, pero no en la actualidad, y menos en el futuro, que se caracterizan por cambios cada vez más rápidos y

difíciles de prever.

En comparación, el modelo del enfoque opcional, cuyo diagrama de árbol se presenta en la fig. 3.2.1, permite considerar un cambio de ambiente cada seis meses, lo que es más probable que ocurra. En este enfoque, la posibilidad de que se presente sólo uno de los ambientes a lo largo de todo el proyecto es un caso particular de las posibles combinaciones, es decir, cubre los casos particulares de la evaluación convencional y presenta una gama de variaciones posibles.

El modelo opcional puede hacerse más preciso haciendo las divisiones más pequeñas (tres meses, un mes), aunque presenta la desventaja de que, con cada reducción del periodo, el modelo se vuelve más complejo, al incrementarse el número de ramas del árbol de decisión.

Las divisiones o nodos de decisión se deben realizar de tal forma que abarquen partes substanciales del proyecto (análisis, diseño, urbanización etc.), y que permitan tomar en cuenta la rapidez de los cambios, sin olvidar que entre más pequeñas sean las divisiones, el modelo se volverá complejo y hasta confuso, por lo que debe mantenerse cierto equilibrio que represente adecuadamente la realidad.

Por otra parte, el diagrama de árbol de la valuación convencional (fig. 3.3.1), representa una empresa que, una vez aceptado el proyecto, lo llevará a su término sin importar lo que suceda en el transcurso, y no presenta la posibilidad de suspender el proyecto durante su ejecución.

Esto sería bastante acertado si el proyecto se desarrollara totalmente en los contextos excelente (1), bueno (2) e incluso regular (3), porque en todos ellos se cumple con las expectativas de los inversionistas de la empresa (ver VPN en la tabla 2.4.4), pero difícilmente se cumpliría cuando el proyecto se encuentre en un ambiente malo o pésimo, y menos si se vislumbrara que éste continuará así o empeorará, debido a que los directivos seguramente aplicarían una medida de contingencia.

El árbol de la evaluación convencional (fig. 3.3.1) representa la descripción de los posibles resultados de un evento, no de un proceso. Se asemeja al de un juego de lotería, en el cual se apuesta una cantidad y al final se determina cuanto se ganó o se perdió. El proyecto de inversión no se comporta así porque no es un evento, es un proceso que se retroalimenta de información mientras se desarrolla. Si el director de una constructora observa que su producto tiene gran demanda, es probable que acelere los trabajos para aprovechar la situación del mercado mientras dure. Por el contrario, un empresario cuyo proyecto se desenvuelve en un ambiente pésimo, que no se vislumbra mejora, y que ha invertido en la compra de un terreno y estudios casi cuatro millones de pesos, no va a continuar con el proyecto teniendo casi la certeza de que arriesgará montos mayores con escasa probabilidad de obtener beneficios. Lo más probable, es que haga un análisis de las perspectivas y espere a un momento más oportuno para realizar la obra, o bien, que suspenda el proyecto y venda el terreno y los estudios, para buscar otra alternativa a la cual dirigir sus recursos.

El modelo opcional cubre este punto, y cada vez que termina una etapa u opción, aparece un nodo de decisión, donde, con nueva y actualizada información del ambiente y del proyecto en sí, la empresa decidirá si ejerce la opción, si sólo la renueva para mantenerla vigente, o si la abandona y en caso de hacerlo, desde el primer momento se contemplan los posibles planes de contingencia que se puedan tomar.

El modelo opcional representa mejor la realidad y le otorga una ventaja más, porque si bien es cierto que muchos de los ejecutivos reaccionan satisfactoriamente

a las situaciones adversas y cancelan proyectos para minimizar las pérdidas (que es una forma de generar riqueza para la empresa), también es cierto que si el personal de la empresa ya elaboró sus planes de contingencia para esas circunstancias, sólo tendrán que ajustarlos y afinarlos para aplicarlos cuando se requieran, lo que resulta más fácil que implementarlo todo, y más eficiente que si la situación los sorprende por completo.

También debe tenerse en cuenta, que las medidas preventivas son más económicas que las correctivas. Así, por ejemplo, si una empresa que no consideró el concepto de opción decide abandonar el proyecto al concluir la urbanización, tendrá que pagar más por las indemnizaciones de su personal, que aquella que, previendo ese nodo de decisión, contrató al personal por obra determinada (urbanización), o por los seis meses que duraría la etapa. A esto se le puede agregar el costo de manejo de materiales y equipo que no utilizará, la recuperación de anticipos otorgados, el pago de sanciones por obligaciones contratadas no cumplidas, etc.

Además de que el modelo opcional representa mejor el desarrollo de un proyecto de inversión, como la ejecución de una obra de construcción, existe otro aspecto de gran importancia: el modelo opcional es una herramienta que permite administrar el riesgo, debido a que reduce los niveles de incertidumbre al diferir la toma de decisiones importantes hasta que se cuente con mayor y mejor información.

En el ejemplo de la unidad habitacional, bajo los esquemas convencionales, se decide la inversión de más de veintiocho millones de pesos con mucha incertidumbre acerca del mercado para el conjunto habitacional, porque no se sabe si se construirá el aeropuerto en Tizayuca, ni el comportamiento de los créditos y la economía del país durante el periodo de 1997 al 2000.

Bajo el concepto de la opción esto no sucede, porque las decisiones que comprometen cantidades fuertes de recursos se diferieren para acumular más información que reduzca la incertidumbre. Por ejemplo, la decisión de construir las primeras 20 casas, que implica \$4'755,200 se toma hasta el segundo semestre de 97 (un año después del anteproyecto), fecha en que, probablemente, ya estará decidida la ubicación del mencionado aeropuerto y se sabrá si la crisis económica de México ha sido superada. Esto implica una gran ventaja del enfoque de las opciones, aunque sea una ventaja subjetiva, difícil de cuantificar.

Asimismo, el método opcional otorga a la empresa un enfoque que le permite mantener la posibilidad de realizar un negocio de alto riesgo, que puede generar ganancias o pérdidas importantes, con la capacidad de acotar las pérdidas posibles, al contar siempre con alternativas premeditadas para ajustarse a las circunstancias.

En el modelo opcional del ejemplo del capítulo 3, en cada nodo de decisión se tienen las alternativas de: ejercer el proyecto, renovar la opción o abandonarlo. Cada rama de abandono (con terminación 4 ó 5), tiene un valor presente neto que sería la pérdida en que se incurriría al abandonar en ese punto el proyecto, que en el peor de los casos (rama 1.1.5), el costo de mantener la opción hasta ese punto y abandonar el proyecto (costo de la opción) es, a valor presente, de \$2'052,000. No obstante, esto le permite a la empresa mantener la posibilidad de realizar un proyecto que puede reeditarle, a valor presente, siete millones de pesos más de lo requerido por los inversionistas, con la prerrogativa adicional, de que la empresa decidirá ejercer la opción, sólo si el contexto le es favorable.

Ambos valores de la opción: la flexibilidad y la información, que permiten administrar el riesgo de una inversión, son considerados subjetivos, por no tener unidad de medición, o un procedimiento establecido para cuantificarla; sin embargo, se puede demostrar su capacidad de administración de riesgo por medio de un análisis estadístico comparativo de las evaluaciones de los incisos 2.4 y 3.2.

En el método convencional, se puede observar que hay 70% de probabilidad de obtener rendimientos superiores a los requeridos por los inversionistas (excelente 10%, bueno 20% y regular 40%), y el 30% de no hacerlo (malo 20% y pésimo 10%), y sin embargo, el VPN esperado es negativo.

Observe la tabla 3.2.5 del modelo opcional y sume las probabilidades de los flujos con VPNs positivos: 28.42%, lo cual significa que hay 61.58% de probabilidad de no cumplir con el rendimiento requerido por los inversionistas y, sin embargo, el VPN esperado es positivo.

Esto no es tan contradictorio como parece, porque, como ya se explicó anteriormente, el nivel de riesgo de una inversión depende de la dispersión de los posibles rendimientos.

En el primer modelo, se tiene un 10% de probabilidad de obtener siete millones de pesos adicionales a los requeridos, pero existe la misma probabilidad de tener seis millones seiscientos mil por abajo de lo solicitado, es decir, la dispersión es grande.

En el segundo modelo se tiene solo 4.9% de probabilidad en el flujo 1.1.1, de obtener utilidades de siete millones por arriba de los requerimientos, y se tiene el 71.8% de probabilidad de obtener resultados por debajo de los requeridos, sin embargo, la máxima pérdida que se puede presentar es de aproximadamente dos millones de pesos.

Si se grafican los valores presentes netos de cada flujo contra su probabilidad de ocurrencia, y se unen los puntos del método convencional $-E(VPN)-$ con una línea y los del método de opciones $-E_o(VPN)-$ con otra, se obtiene la gráfica de la fig. 3.3.2. En esta gráfica se ha agregado una curva hacia la que tenderían los puntos del modelo opcional: $E_o(VPN)$; para la convencional: $E(VPN)$, la curva es bastante parecida a la que une los puntos.

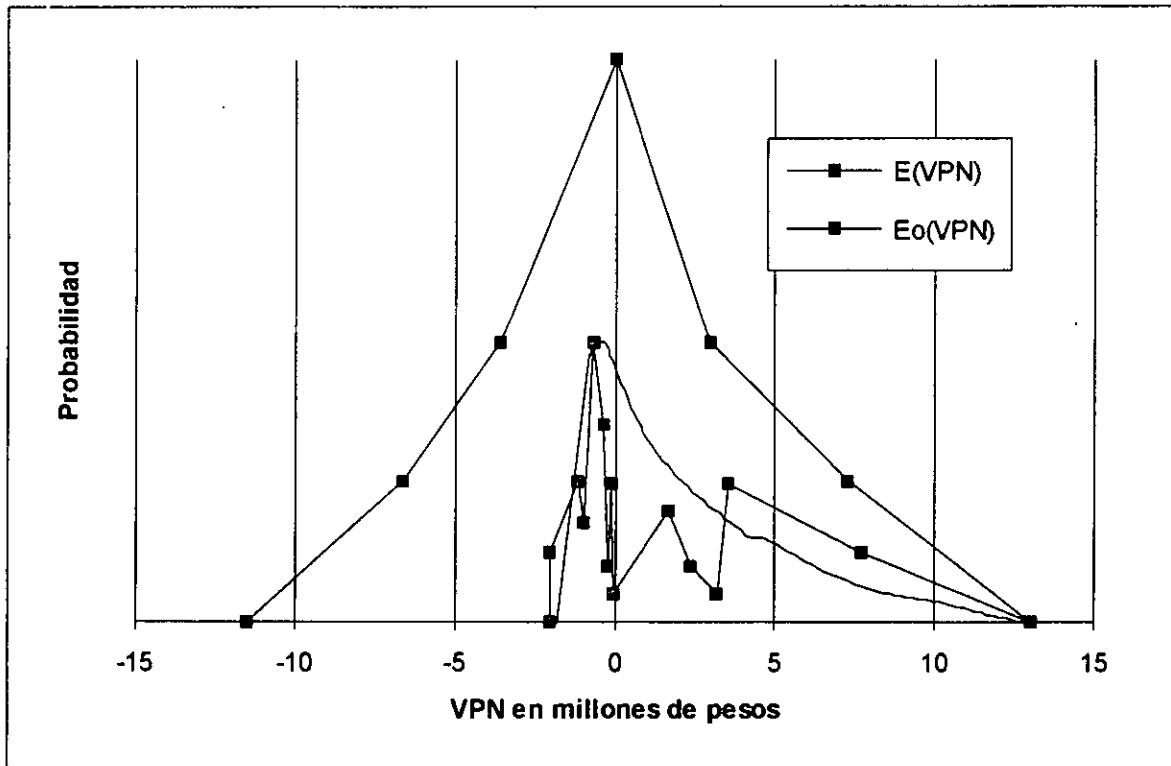


Fig. 3.3.2 Representación de VPNs, contra probabilidad de ocurrencia

En la fig 3.3.2, es bastante obvio cual de las dos distribuciones de probabilidad tiene mayor dispersión, pero para que no se preste a confusión, y recordando el

principio de la probabilidad que indica que el área bajo la curva de la distribución de probabilidad debe ser unitaria, se modifica la escala de los resultados para hacer ambas áreas iguales y quede manifiesto, con mayor claridad, la comparación entre ambas distribuciones (fig. 3.3.3)

La curva que representa al modelo convencional, es una curva parecida a la de una distribución normal, con una media muy cercana al cero. La curva que representa al método con opciones, es una curva sesgada, que del lado derecho tiene forma similar al lado derecho de una distribución normal, y del lado está truncada.

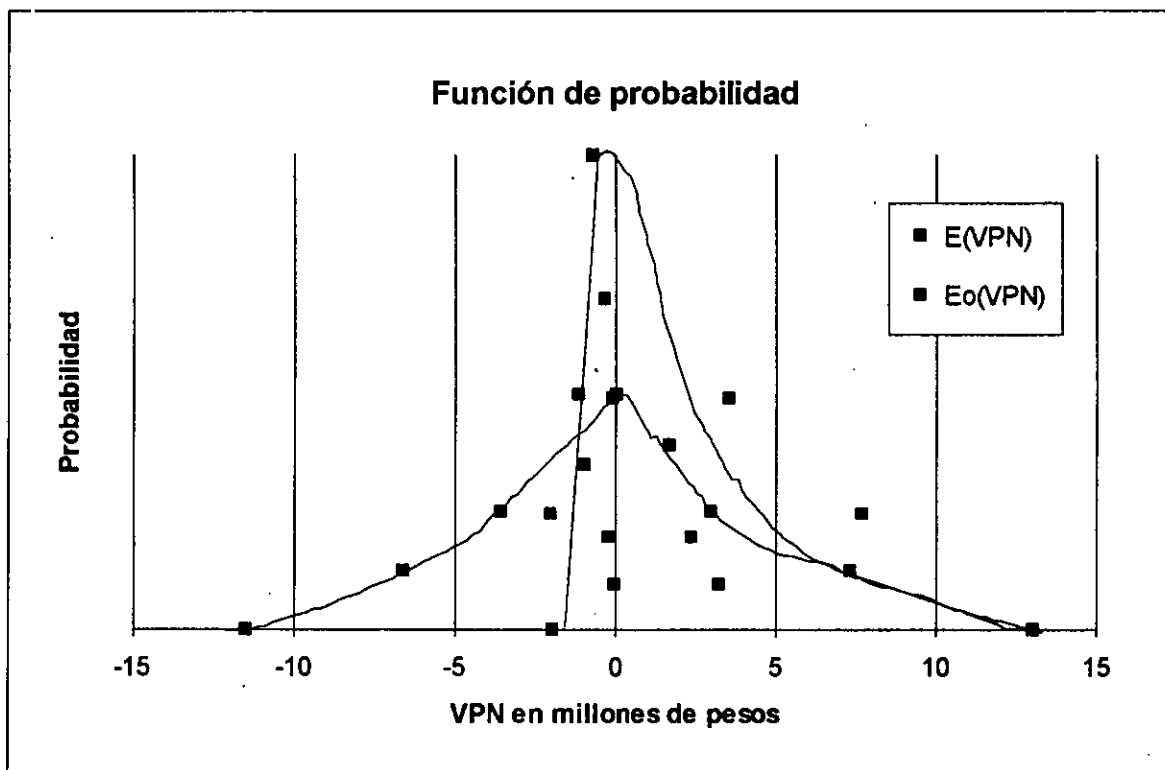


Fig. 3.3.3 Distribuciones de probabilidad con áreas unitarias abajo de las curvas.

Esto es lógico, porque el concepto de opción en el proyecto, al igual que las opciones de compra financieras, acota las pérdidas. En el método opcional descrito en el capítulo 3, la pérdida máxima es de alrededor de dos millones de pesos. Esto reduce el rango de resultados posibles, con el consecuente decrecimiento de la

dispersión de sus estadísticas que, como ya se indicó, es directamente proporcional al nivel de riesgo (fig. 3.3.3)

Es importante destacar, que no sólo se reduce el rango de resultados posibles, sino que además se disminuyen del lado negativo, que son los resultados que trata de evitar la empresa. La curva de distribución del procedimiento con opciones es una curva sesgada hacia la derecha, es decir, cargada hacia el lado de las utilidades adicionales, que es la tendencia con la que actúa cualquier ejecutivo empresarial.

Por otro lado, los resultados obtenidos en el análisis de las curvas de distribución de probabilidad arrojan otro aspecto que concierne a la administración del riesgo del proyecto: el cálculo de la Tasa de Rendimiento Mínima Aceptable (TREMA).

En el inciso 2.4, se indicó que la TREMA para evaluar el proyecto por el método convencional, es la misma que la obtenida en un portafolio de inversión financiera, con el mismo flujo de efectivo para cada escenario en el modelo convencional. Esta TREMA se utiliza como tasa de descuento para obtener el VPN esperado del proyecto.

Como se mencionó en su momento, este es un procedimiento de vanguardia que compara al proyecto con un portafolio de inversión en el mercado de valores, en el supuesto de que un inversionista, puede escoger entre el proyecto y el portafolio corriendo el mismo riesgo y obteniendo los mismos rendimientos, por lo que para no invertir en el portafolio, deberá obtener en el proyecto por lo menos el mismo rendimiento.

Para el procedimiento bajo el enfoque de las opciones se utilizó la misma tasa de descuento, con el fin de hacer más clara la comparación; sin embargo, esto es inexacto, ya que no se trata de los mismos flujos de efectivo, ni de la misma distribución de probabilidad del método convencional.

Como ya se observó en las curvas de distribución de probabilidad, el nivel de riesgo en el método opcional es menor que en el convencional; por lo tanto, la TREMA de éste último debe ser inferior.

La determinación de la TREMA por el proceso de comparación con portafolios de inversión queda fuera del alcance de este trabajo, pero para continuar con la exposición, se supone que la TREMA para el modelo opcional es de 7% semestral, dando un $E(VPN) = \$524,000$, como se observa en la tabla 3.3.2.

Tabla 3.3.2 Flujos de efectivo desde el punto de vista de las opciones; TREMA = 7.00% semestral.

		Concepto	2'96	1'97	2'97	1'98	2'98	1'99	2'99	1'00	2'00	SUMAS
4												0
Probabilidad:	20,00%	Preventa										0
\$venta:		Venta		2.500								2.500
TREMA:	7,00%	costos	3.027									3.027
VPN:	(\$690)	Flujo de efectivo	-3.027	2.500	0	0	0	0	0	0	0	-527
5												0
Probabilidad:	10,00%	Preventa										0
\$venta:		Venta		2.000								2.000
TREMA:	7,00%	costos	3.027									3.027
VPN:	(\$1.158)	Flujo de efectivo	-3.027	2.000	0	0	0	0	0	0	0	-1.027
1,4												0
Probabilidad:	14,00%	Preventa										0
\$venta:		Venta			4.700							4.700
TREMA:	7,00%	costos	3.027	1.507								4.534
VPN:	(\$330)	Flujo de efectivo	-3.027	-1.507	4.700	0	0	0	0	0	0	166
1,5												0
Probabilidad:	7,00%	Preventa										0
\$venta:		Venta			4.000							4.000
TREMA:	7,00%	costos	3.027	1.507								4.534
VPN:	(\$942)	Flujo de efectivo	-3.027	-1.507	4.000	0	0	0	0	0	0	-534
1.1.1												0
Probabilidad:	4,90%	Preventa		5.700	11.400	11.400						28.500
\$venta:	\$380	Venta					5.700	3.800				9.500
TREMA:	7,00%	costos	3.027	1.507	5.377	9.235	9.235					28.381
VPN:	\$7.932	Flujo de efectivo	-3.027	4.193	6.023	2.165	-3.535	3.800	0	0	0	9.619
1.1.2												0
Probabilidad:	9,80%	Preventa			7.000	8.750	7.000					22.750
\$venta:	\$350	Venta					5.250	7.000				12.250
TREMA:	7,00%	costos	3.027	1.507	5.377	9.235	9.235					28.381
VPN:	\$3.877	Flujo de efectivo	-3.027	-1.507	1.623	-485	3.015	7.000	0	0	0	6.619
1.1.4												0
Probabilidad:	9,80%	Preventa										0
\$venta:	\$300	Venta				9.760						9.760
TREMA:	7,00%	costos	3.027	1.507	5.377							9.911
VPN:	(\$1.165)	Flujo de efectivo	-3.027	-1.507	-5.377	9.760	0	0	0	0	0	-151
1.1.5												0
Probabilidad:	4,90%	Preventa										0
\$venta:	\$280	Venta				8.800						8.800
TREMA:	7,00%	costos	3.027	1.507	5.377							9.911
VPN:	(\$1.948)	Flujo de efectivo	-3.027	-1.507	-5.377	8.800	0	0	0	0	0	-1.111
1.1.3.1												0
Probabilidad:	1,96%	Preventa										0
\$venta:	variable	Venta			7.000	13.200	15.200					35.400
TREMA:	7,00%	costos	3.027	1.507	5.377	4.618	4.618	9.235				28.381
VPN:	\$3.613	Flujo de efectivo	-3.027	-1.507	-5.377	2.382	8.582	5.965	0	0	0	7.019
1.1.3.2												0
Probabilidad:	3,92%	Preventa										0
\$venta:	variable	Venta			7.000	13.200	14.000					34.200
TREMA:	7,00%	costos	3.027	1.507	5.377	4.618	4.618	9.235				28.381
VPN:	\$2.758	Flujo de efectivo	-3.027	-1.507	-5.377	2.382	8.582	4.765	0	0	0	5.819
1.1.3.3												0
Probabilidad:	7,84%	Preventa										0
\$venta:	variable	Venta			7.000	13.200	9.900	3.300				33.400
TREMA:	7,00%	costos	3.027	1.507	5.377	4.618	4.618	9.235				28.381
VPN:	\$2.033	Flujo de efectivo	-3.027	-1.507	-5.377	2.382	8.582	665	3.300	0	0	5.019
1.1.3.4												0
Probabilidad:	3,92%	Preventa										0
\$venta:	variable	Venta			7.000	8.480	6.000					21.480
TREMA:	7,00%	costos	3.027	1.507	5.377	4.618	4.618					19.146
VPN:	\$38	Flujo de efectivo	-3.027	-1.507	-5.377	2.382	3.862	6.000	0	0	0	2.334
1.1.3.5												0
Probabilidad:	1,96%	Preventa										0
\$venta:	variable	Venta			7.000	8.200	5.600					20.800
TREMA:	7,00%	costos	3.027	1.507	5.377	4.618	4.618					19.146
VPN:	(\$461)	Flujo de efectivo	-3.027	-1.507	-5.377	2.382	3.582	5.600	0	0	0	1.654

E(VPN) \$524

Indudablemente, la aplicación de esta tasa de descuento mejora el VPN esperado del modelo opcional, pero esto es justo, porque refleja con mayor precisión, el nivel de riesgo del proyecto. En este punto es importante remarcar, que la aplicación del concepto de opción al proceso de selección no necesariamente mejorará el VPN esperado, porque bien puede presentarse el caso contrario, en que el análisis convencional sea positivo y el opcional negativo.

Lo anterior se debe a que en la aplicación del modelo opcional se utiliza un modelo más preciso, que representa mejor a la realidad cambiante. El hecho de no considerar esta posibilidad de cambios puede volver peligrosamente optimista al proceso convencional. Puede observarse en la evaluación convencional del ejemplo, que hay tres escenarios en los que se cumpliría con los requerimientos del inversionista (excelente, bueno y regular), ya que todos ellos arrojan VPNs positivos, se diría que existe 70% de probabilidad de que el proyecto sea exitoso, aunque hay que considerar, que las pérdidas en caso de fracasar son tan altas (casi siete millones de pesos), que hacen que valor presente neto esperado del análisis sea negativo; y que es poco factible que el proyecto se desarrolle íntegramente por sólo uno de estos escenarios.

Se ha observado que aplicando el concepto de opción se administra el riesgo acotando las pérdidas posibles (no más de dos millones de pesos), sin renunciar a las utilidades, sin embargo, el modelo sí considera la variabilidad de escenarios e indica que no hay 70% de probabilidad de cumplir con los rendimientos requeridos, sino sólo un 28%.

El negocio es muy riesgoso por el ambiente incierto, sin embargo con este modelo se está totalmente consciente del riesgo, que es el primer elemento para poder administrarlo. Posteriormente, se toman las medidas de flexibilidad y acopio de información para manejarlo y reducirlo a tal grado, que si se repitieran muchas evaluaciones similares trabajándolas bajo los mismos principios, se obtendrían rendimientos globales positivos, que es lo que significa un valor presente neto esperado positivo.

Sería conveniente analizar los medios por los que los directivos de las empresas del sector constructor deciden en condiciones de incertidumbre. La mayoría asume una actitud adversa al riesgo y rechaza cualquier proyecto riesgoso o le exige una tasa de rendimiento mínima muy elevada, que es una forma velada de rechazarlo con

una barrera que, en caso de ser superada, no reduce la posibilidad de tener grandes pérdidas si se presentan contextos adversos.

En el mundo actual, no se puede simplemente renunciar a las inversiones riesgosas o con niveles altos de incertidumbre, porque tendría que renunciarse prácticamente a todos los proyectos. La aplicación del concepto de opción implica conscientizarse del nivel de riesgo, aceptarlo y administrarlo para hacer la inversión redituable; no requiere de audacia, sino de ponderación para saber hasta cuanto se está dispuesto a arriesgar en cada etapa, y qué acción se tomará en caso de que no funcione; en términos de opciones, establecer ¿cuánto se está dispuesto a pagar por la opción? Y ¿cuáles serán los límites para ejercerla, renovarla o rechazarla?

IV CONCLUSIONES

La selección de un proyecto de inversión está basada en el modelo por el cual se representa. De estos modelos de selección, los numéricos son los que tienen mayor aceptación por considerarse los más objetivos; y de éstos, aquellos basados en los rendimientos como el Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), son los preferidos por los administradores y ejecutivos actuales.

La inclusión de los análisis probabilísticos para obtener los valores esperados o para realizar procesos de simulación, han sido un gran avance en los procedimientos de selección de proyectos de inversión, sin embargo, se requiere que el modelo en que se apoyen estas técnicas sea lo suficientemente apegado a la realidad para tener predicciones adecuadas.

La aplicación del concepto de opción financiera para la toma de decisiones en las empresas de construcción y de cualquier otro tipo, proporciona tres ventajas para la administración del riesgo:

La primera, es que el modelo utilizado se apega mejor al posible comportamiento del proyecto, con lo que aumenta la probabilidad de una predicción adecuada. La mayoría de los ejecutivos ya aplican el concepto de opción en la práctica, al realizar proyectos por etapas, decidir hasta que punto arriesgarán recursos en espera de un escenario favorable, y al abandonar proyectos sin concluir ante la perspectiva de que no cumplirán con las expectativas de los inversionistas o accionistas de la empresa. No obstante, generalmente no han sistematizado sus procedimientos, ni representan el posible comportamiento de los proyectos durante el proceso de selección o evaluación de los mismos, limitándose a aplicar las

técnicas de evaluación convencionales manejando el proyecto como un evento, y no como un proceso.

La segunda, radica en el manejo de mejor información. Bajo el concepto de opción se pueden programar las tomas de decisiones que requiere el proyecto, difiriéndolas hasta que se disponga de mejor información.

La tercera, es el manejo de la flexibilidad. La empresa constructora manejada bajo el concepto de opción, puede atreverse a tomar proyectos riesgosos con posibilidad de altos rendimientos, planteándolos de tal forma que le permita abandonarlos al menor costo posible, y planear de antemano los posibles planes de contingencia ante escenarios adversos. La empresa mantiene, hasta donde considere conveniente, la opción de ejecutar o continuar el proyecto, estableciendo previamente la magnitud de los recursos comprometidos para mantener esta opción, y los criterios o límites para ejercerla, mantenerla, o abandonarla.

Lo que se pretende en este trabajo, es inducir la aplicación del concepto de opción a las fases de planeación y de selección de los proyectos de construcción, para crear empresas con proyectos flexibles, que manejen el riesgo reduciendo la incertidumbre a través de la información, y que puedan reaccionar adecuadamente ante los cambios de contexto.

La importancia de este enfoque se incrementa con el cambio que se ha venido produciendo en el sector de la construcción en México, donde la empresa constructora está abandonando su papel de ejecutor de obras, para convertirse en un promotor e inversionista de sus propios proyectos, como sucede con los desarrollos inmobiliarios, las autopistas concesionadas, o la modernización de los sistemas portuario, aeroportuario y ferroviario del país.

La aplicación del concepto de opción en la estructura de las empresas constructoras, les permitirá adaptarse fácilmente a las circunstancias, creciendo organizada y metódicamente cuando el escenario sea propicio, o contrayéndose al menor costo posible cuando las condiciones le sean adversas.

Aún no se define un procedimiento para determinar cuantitativamente el valor de la flexibilidad y la mejor calidad de la información en la toma de decisiones, pero es indudable que estos valores son importantes, y su importancia crece conforme los niveles de incertidumbre aumentan en los contextos internacionales, y particularmente en una economía como la mexicana, que depende en gran medida de las economías extranjeras, y en la que el factor político influye determinadamente.

Asimismo, el concepto de opción puede aplicarse a cualquier tipo de decisión cotidiana del constructor, que implique incertidumbre sobre alguna de sus variables, como puede ser: la adquisición de materiales por adelantado para asegurar el precio, la renta de una bomba adicional para asegurar el funcionamiento continuo de un sistema de achique de nivel freático en una cimentación, o la renta de una bomba de concreto adicional, para evitar la posibilidad de una junta fría en el colado de un elemento estructural importante; considerando que estas situaciones se asemejan al pago de la prima de una opción, que será ejercida al presentarse las condiciones adversas.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

Copeland Tomas E., Koller Tim, Murrin Jack (1990) Valuation. Measuring and managing the value of companies, Wiley 2nd ed.

Hull John C., (1995), Introduction to futures and options markets, Prentice Hall, 2nd ed.

Hull John C., (1993), Options, futures and other derivative securities, Prentice Hall, 2nd ed.

Kolb Robert W., (1991) Options an introduction, Kolb Publishing, 1st ed.

Options Institute, (1995) Options essential concepts and trading strategies, Irwin 2nd ed.

Ross Stephen A., Westerfield Randolph W., Jaffe Jeffrey F., (1995) Corporate finance, Irwin 3rd ed.

Smithson Charles W, Smith Clifford W. (1995) Managing financial risk. A guide to derivative products, Irwin. 1st ed.