

3.1 Opciones reales

La teoría de opciones tiene un origen puramente financiero, se usa ampliamente como estrategia de cobertura de riesgos para inversiones en valores o acciones e inclusive existen opciones sobre el movimiento de precios de activos financieros diversos como monedas o el índice bursátil.

Las opciones en términos generales dan el derecho a comprar o vender un bien o cualquier activo subyacente o de referencia para ejercer los derechos, estos son contratos que se ejercen en determinada fecha y a un precio establecido. Para tener los derechos se debe pagar una prima o recibir la misma si deseamos que otro ejerce el derecho. Las opciones generalmente se clasifican en dos: *call* y *put*.

Opciones Call

Estas opciones dan a su poseedor el derecho de comprar un bien o un activo de referencia, en el futuro a un precio establecido y a una fecha determinada en los contratos, por ello se paga una prima. En el caso del vendedor de una call, este tiene la obligación de vender algo en el futuro y para ello recibe una prima.

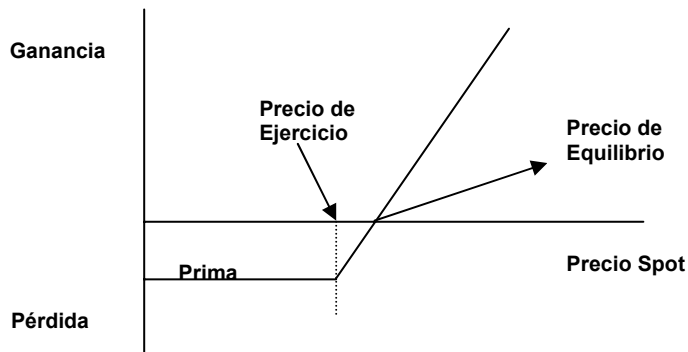
Opciones Put

Esta opción da al poseedor el derecho de vender algo a precio determinado y a fecha establecida en el contrato, este debe pagar una prima. En el caso del vendedor de una put, este tiene la obligación de comprar algo en el futuro, este recibe una prima.

Compra de Call

Como se ve en el gráfico anterior, la compra de una *call* conlleva al pago de una prima, el precio spot sería el precio del mercado del activo sobre el cual ejerceremos el derecho, el precio de ejercicio es el precio al cual ejerceremos el derecho y el precio de equilibrio es el punto en donde pasamos de pérdidas a ganancias o punto de utilidad cero.

Figura 3.12. Contrato de compra de Opción de compra

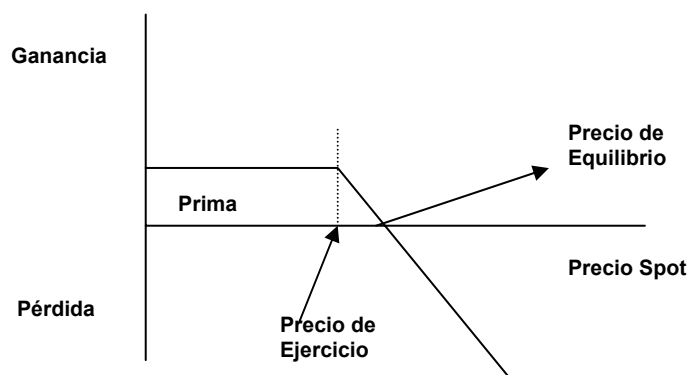


En el caso de un call si el precio spot está por debajo del ejercicio, perdemos la prima pues no ejerceremos el derecho a comprar el activo a un precio mayor al de mercado, si está por encima tenemos ganancias ilimitadas en teoría, pues ejercemos el derecho a comprar a un precio menor al de mercado.

Venta de Call

Al vender un call obtenemos la prima, esta sería toda nuestra ganancia si el precio de la opción en el mercado o spot cae por debajo del precio de ejercicio, si está por encima de éste, tendríamos pérdidas sin límite.

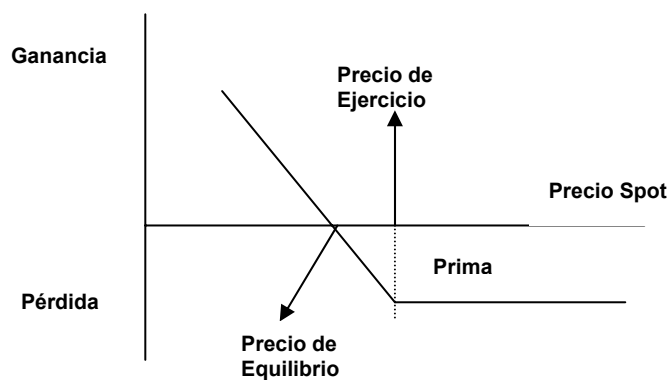
Figura 3.13. Contrato de venta de Opción de compra



Compra De Put

En el caso de comprar un *put*, perdemos la prima si el precio spot está por encima del precio de ejercicio, esto se debe a que no ejerceremos el derecho a vender el activo a un precio menor al de mercado, en caso el precio spot caiga por debajo del precio de ejercicio entonces obtenemos ganancias, ya que vendemos el activo a un precio mayor al de mercado.

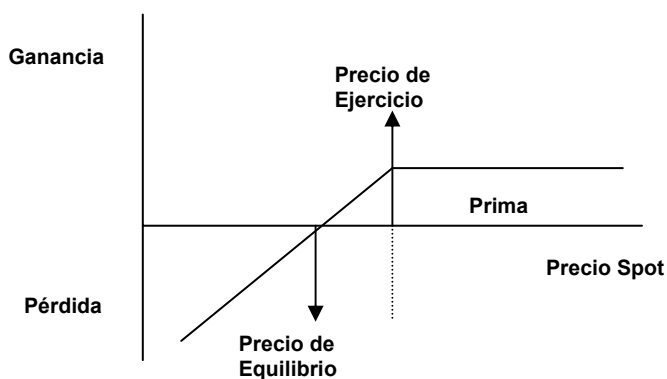
Figura 3.14. Contrato de compra de Opción de venta



Venta De Put

Al vender un put recibimos una prima la cual sería nuestra máxima ganancia, en este caso no tenemos la obligación de comprar si el spot es mayor al precio de ejercicio, pues el comprador no ejerce el derecho de vender a un precio menor al de mercado, si el spot cae debajo del precio de ejercicio entonces si estaremos obligados a comprar y perderemos.

Figura 3.15. Contrato de venta de Opción de venta



Relación entre opciones financieras y reales

Las opciones financieras son un eficaz instrumento de cobertura y además de especulación, su sustento radica en que no se conoce el futuro, es decir no se conoce la evolución del precio del activo, por ello usamos este instrumento para cubrirnos de posibles pérdidas futuras, minimizando en todo caso, el impacto de esta pérdida cuando ya sea inevitable.

Los flujos de caja de un proyecto cualquiera, también son una apuesta al futuro, es decir esperamos que ellos generen un VAN positivo pero esto no necesariamente es cierto, de modo que podemos aplicar el criterio de cobertura de una opción financiera a proyectos, esto se denomina el uso de opciones reales.

Para ello primero conozcamos los intervinientes de una opción real, al igual que una opción financiera tenemos:

- El valor del activo subyacente, este viene a ser el valor actual de los flujos de caja previstos
- El precio de ejercicio, este viene a ser la inversión, que se ejerza siempre que sea menor que el Valor actual de los flujos (que es lo mismo decir que ejercemos la opción, siempre que el subyacente sea mayor al ejercicio), para una opción de compra de ejecución de proyecto, en el caso de una opción de venta, sería el dinero recibido por vender el proyecto y se gana en la medida que sea mayor a los flujos previstos.
- El tiempo de duración, en este caso no existe tiempos contratados como en el mercado de valores, sino que sería el horizonte de evaluación o duración de un proyecto.
- Otro dato importante es la volatilidad o desviación estándar del activo subyacente (medida de riesgo) esto sirve para valorar la opción, a mayor riesgo mayor valor tiene una opción, en el caso de las opciones financieras su precio esta pactado en el mercado, es decir el estimado de volatilidad generalmente se hace sólo para comparar si hay posibilidades de arbitraje o de intervención con ganancias extras.

- Es vital tener una tasa libre de riesgo, no olvidemos que los flujos de caja se actualizan a una tasa de interés o costo de capital que tiene que superar el mínimo retorno de mercado.
- Otro criterio a tomar en cuenta es la generación de caja extra al proyecto, es decir la caja neta que percibe el accionista para reinvertir en otro proyecto o simplemente las pérdidas asumidas en caja si perdemos el negocio o la ejecución del proyecto.

Las opciones se usan comúnmente para evaluar si entramos a realizar una inversión o si preferimos esperar, existen otros ejemplos diversos, esta el caso de si se elige invertir en una operación a un precio promedio o se elige esperar si este precio baja.

Un ejemplo sencillo tomado de Sierra (2002) tiene los siguientes datos, la decisión es evaluar si el proyecto se ejecuta ahora o si se espera al final de un año para ir adelante en el mismo:

Tabla 3.51. Datos para estimar el valor de la opción real en un proyecto

| Rubro | Valor |
|--------------------------------|--------------|
| Inversión | 1.600 |
| Valor residual | 0 |
| Depreciación | 0 |
| Precio actual | 200 |
| Precio mínimo al final del año | 100 |
| Precio máximo al final del año | 300 |
| Probabilidad de var. Precios | 50% |
| Costo de capital | 10% |
| Flujo | Perpetuo |
| Unidades | 1 |

Considerando esta información podemos obtener el VAN de esta inversión, medida hoy:

$$\text{VAN} = 200 / 0.1 - 1.600 = 400$$

Ahora analicemos el criterio de decisión, ejercemos el proyecto o la opción de entrar en el, siempre que el VAN sea positivo (Subyacente mayor al ejercicio en un caso tipo *call*) y no la ejercemos siempre que el VAN sea negativo.

No olvidemos que en este caso, tendremos los precios esperados al final del año, en este caso la inversión de 1,600 ubicada en el período cero debe ser actualizada como si se realizara al final del año, es decir ajustada con la tasa de 10%

Entonces, si el precio del producto esta en 300 al final del año, el VAN es:

$$\text{VAN} = 300 / 0.1 - 1.600 / 1.1 = 1.545$$

En el primer caso ejercemos la opción, de modo que el proyecto tiene este valor.

Si el precio del producto esta en 100, entonces el VAN será:

$$\text{VAN} = 100 / 0.1 - 1.600 / 1.1 = - 454$$

En este segundo caso no ejerceremos la opción de ejecutar el proyecto y el valor de la opción es 0.

Finalmente estimaremos el valor de ambas decisiones u opciones, no olvidemos que ambas tienen una probabilidad de 50%:

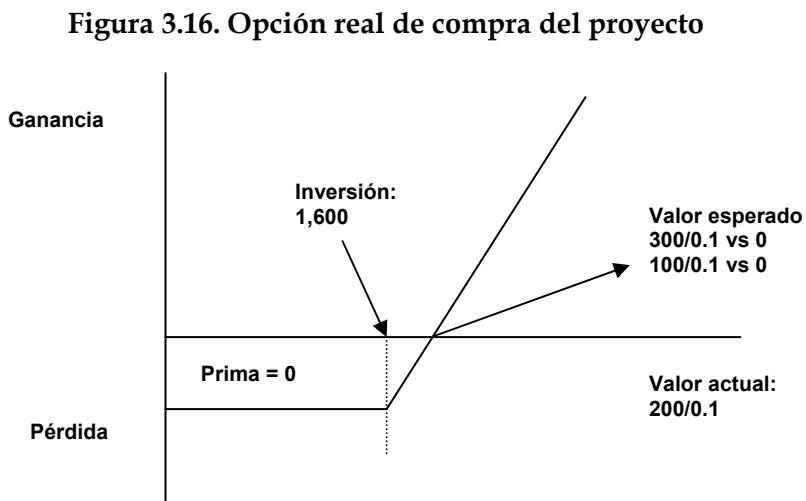
$$\text{VAN esperado} = 1545 \times 0.5 + 0 \times 0.5 = 773$$

Cuánto es el valor de la opción, es decir lo ganado por esperar el período de un año, es la diferencia entre el VAN esperado y el VAN actual:

$$\text{Valor de opción} = 773 - 400 = 373$$

Es decir si al inversionista le garantizan hoy que podrá ganar 373 adicionales al VAN que recibe del proyecto, entonces lo realiza hoy, si no hay esa garantía, es mejor esperar a un año.

Veamos gráficamente el proceso de decisión:



Veamos otro ejemplo sencillo del uso de opciones reales, en este caso tenemos el desarrollo de un nuevo producto, para ello se requiere inicialmente invertir 100, posteriormente en el año 1 se requerirá tener costos de desarrollo por 1100 y finalmente al

obtener el producto hay dos opciones (ambas con 50% de probabilidad de realizarse) estas dos opciones son vender el prototipo en 2000 o venderlo en 100. La tasa de descuento es 10%. Veamos primero el VAN de manera simple:

$$\text{VAN} = -100 - 1.100/1.1 + [0.5 \times 2000 + 0.5 \times 100] / 1.1^2 = -232$$

A simple vista el proyecto sería rechazado, por cuanto el VAN es negativo, sin embargo consideremos otra posibilidad, el hecho de que esperamos vender el prototipo con 50% de probabilidades y esperamos que no se venda con el mismo %. Es decir lo vendemos sólo si lo desarrollamos y no se vende siempre que el proyecto sea abandonado, pero ya se ha invertido 100.

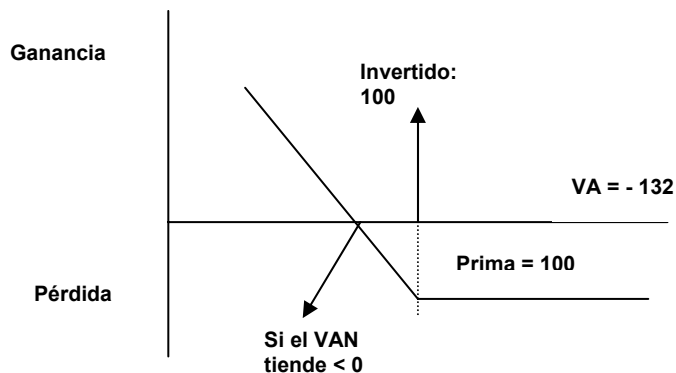
Asimismo, una vez invertido los primeros 100, es posible esperar que el proyecto sea llevado a cabo incurriendo en los costos de desarrollo con 50% de probabilidades y con 50% de probabilidad de abandono, es decir de no costear nada, en este caso el flujo de estimación del VAN es como sigue:

$$\text{VAN} = -100 - [0.5 \times 1.100] / 1.1 + [0.5 \times 2000] / 1.1^2 = 226$$

En este último ejemplo hemos considerado que la opción de continuar se ejerce siempre que el VAN sea positivo, en un escenario esperado es posible realizar el desarrollo del producto, algo que inicialmente habiéramos rechazado, abandonar este proyecto requiere pagar el valor de la opción, en este caso la diferencia entre el VAN inicial y el VAN final.

La opción de continuar o abandonar se verifica en una opción de tipo *put*, veamos el gráfico:

Figura 3.17. Opción real de venta del proyecto



Siguiendo el gráfico afirmamos que una vez realizada la inversión de 100, hay dos posibilidades, seguir o abandonar. Para seguir en el proyecto, es decir no ejercer el derecho de vender o de recuperar el dinero ya invertido bajo cualquier medio (por ejemplo la venta de activos incurrida), se debe esperar que el Valor actual de los flujos sea creciente o que el VAN tienda a ser positivo. Para abandonar el proyecto, es decir vender los activos y recuperar el fondo, se debe esperar que el valor actual de los flujos tienda a generar un VAN negativo.

En el ejemplo visto, seguir tenía mayor valor, puesto que el VAN era positivo, de modo que no se ejerce la opción de recuperación de la inversión ya realizada, es decir los 100 iniciales.

Un resumen indicaría que la opción de compra o de entrar en un proyecto como ejecutor (o accionista) tiene que ver con la decisión de hacerlo ahora o hacerlo después, cual fue el primer ejemplo. En el caso de abandonar o seguir en un proyecto, estamos entonces hablando de una opción de venta.

La valoración de opciones se extrae de la teoría financiera que menciona lo siguiente:

$$C = [S * N(d1)] - [X * e^{-rt} * N(d2)]$$

Donde:

S = Precio del activo subyacente o valor actual de la inversión

X = Precio de ejercicio o valor de la inversión

t = Horizonte de evaluación del proyecto o el vencimiento de la decisión

r = Tasa de costo de capital o tasa libre de riesgo (mínimo)

$$d1 = (\ln(S/X) + [r + \sigma^2 / 2] * t) / \sigma t^{0.5}$$

σ^2 = Volatilidad del activo subyacente o riesgo de cambio del valor actual del proyecto.

$$d2 = d1 - \sigma t^{0.5}$$

N = Significa el valor estandarizado de distribución normal para d1 y d2.

Si descomponemos la ecuación del valor de la opción, en sus dos partes, obtenemos que en el límite sin incertidumbre, esta será equivalente a:

$$C = S - X$$

Es decir el valor de la opción es equivalente al VAN, sólo se ejerce en este caso una opción de compra, si el VAN es positivo, caso contrario la opción tiene un valor de cero. Para fines de ejemplo consideremos los siguientes datos en un proyecto:

S = 90 (valor actual de los flujos del proyecto)

X = 100 (la inversión a realizar)

r = 5% (la tasa mínima de retorno para los fondos invertidos)

σ^2 = 40% (volatilidad o riesgo de variación de los flujos de caja)

t = 3 años (período hasta el cual puede ejecutarse el proyecto)

Para encontrar el valor de la opción, es decir el excedente o pérdida a asumir si iniciamos el proyecto, requiere que primero hallemos el valor de d1 :

$$d1 = \ln(90/100) + (5\% + 20\%) * 3 / 40\% * 3^{0.5}$$

Con estos datos d1 = 0.93046 y su distribución normal estandar es N(d1) = 0.82393

Hallar d2 es más sencillo y resulta: 0.237636 y su normalización es N(d2) = 0.593918

Con estos datos es factible aplicar el valor de la opción:

$$C = S * N(d1) - X * e^{-rt} * N(d2)$$

$$C = 90 * 0.82393 - 100 * 2.71828^{-0.15} * 0.593918 = 23.03$$

En este proyecto, la opción de ejecutarlo tienen un valor de 23.03 soles. Si consideramos el VAN de este proyecto sin evaluar sus opciones de ejecución obtenemos una pérdida de 10 (VAN = 90 -100).

Bajo el criterio de VAN el proyecto habría sido rechazado, sin embargo si optamos por esperar su ejecución en el lapso señalado de hasta 3 años, el proyecto podría generar adicionalmente 23.03, con lo cual su VAN se hace positivo y es posible invertir en el mismo. Recalculando la opción anterior, la podemos expresar como:

$$C = [90 * N(d1)] - [86 N(d2)]$$

Si asumimos que $N(d1)$ y $N(d2)$ tienden a 1 (poca volatilidad o desviación tendiente a cero), entonces el valor actual de los flujos S , es mayor a la inversión X (valor de la opción de 4), con lo cual el proyecto es positivo bajo condiciones de certidumbre, similar al escenario del VAN inicial de -10, esto significa que aún en escenarios esperados el proyecto es viable y si consideramos un entorno de riesgo de 40% en los flujos, el proyecto se hace de mayor retorno, su valor de opción sube a 23.

La decisión de diferir un proyecto puede hacerse mediante opciones reales, siempre que tengamos en mente un lapso máximo de período a diferir y que conozcamos el grado de volatilidad de los flujos e ingresos o del FCE, a veces esta información es muy complicada de obtener, puesto que sería estimar un riesgo operativo de situaciones futuras, en este caso un procedimiento bastante sencillo es actualizar el VAN considerando que la inversión se efectúe en el período inicial o en cualquier otro, veamos un ejemplo sencillo:

Una importante industria de procesamiento de aluminio está pensando invertir en una planta en el Perú. Para ello han realizado un estudio sobre el mercado peruano y han concluido que existen tres tamaños alternativos de planta: A, con una inversión de S/. 10,000; B, con una inversión de S/. 15,000; y C, con una inversión de S/. 25,000.

Por otro lado, se ha concluido que la vida útil de dicha planta sería de 10 años en cualquiera de los tres casos; asimismo, los flujos netos anuales no dependen del tiempo

calendario, pero sí del año en que se inicie el proyecto (año 2005 = 0, año 2006 = año 1 y así sucesivamente) y del tamaño de planta, según la siguiente función:

$$FN(j, k) = 300 + 0.01 * k + 1000 * j$$

Donde:

j = año en que se inicia el proyecto (o se invierte)

k = monto invertido

Considerando un K del 20%, evaluemos la mejor opción de inversión y el momento óptimo para invertir, para ello hemos estimado el flujo de caja para cada inversión y hemos hallado el VAN, para ello se ha obtenido los flujos de cada proyecto siguiendo la fórmula anterior de FN, luego se ha actualizado los flujos al 20% y descontado la inversión inicial:

Tabla 3.52. Flujos de caja para estimación de inicio del proyecto

| año | índice j | Flujo neto | | |
|------------|----------|--------------|--------------|---------------|
| | | a | b | c |
| 2005 | 0 | 400 | 450 | 550 |
| 2006 | 1 | 1400 | 1450 | 1550 |
| 2007 | 2 | 2400 | 2450 | 2550 |
| 2008 | 3 | 3400 | 3450 | 3550 |
| 2009 | 4 | 4400 | 4450 | 4550 |
| 2010 | 5 | 5400 | 5450 | 5550 |
| 2011 | 6 | 6400 | 6450 | 6550 |
| 2012 | 7 | 7400 | 7450 | 7550 |
| 2013 | 8 | 8400 | 8450 | 8550 |
| 2014 | 9 | 9400 | 9450 | 9550 |
| 2015 | 10 | 10400 | 10450 | 10550 |
| VAN | | 9.157 | 1.180 | -8.387 |

Como se ve en la comparación, el proyecto de mejor rentabilidad es el A, cuyo VAN supera los anteriores largamente, ahora viene la decisión de cuando invertir, para ello reconstruyamos los flujos de caja del proyecto A como si la decisión de inversión se tomará en un horizonte de hasta 4 años, en ese caso los flujos de caja y el VAN resultante (con la misma inversión inicial) son:

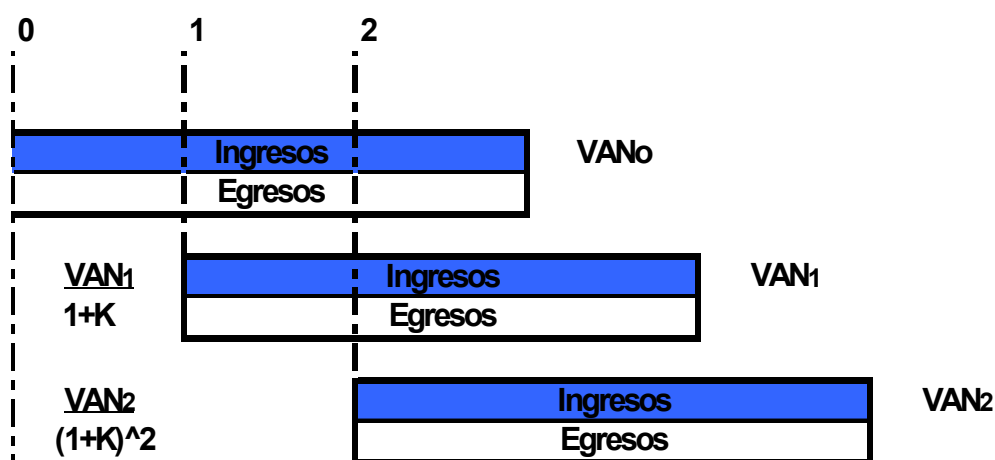
Tabla 3.53. Flujos de caja para momentos diferentes del proyecto a

| año | Índice j | Flujo neto | | | | |
|------|----------|------------|--------|--------|--------|--------|
| | | a0 | a1 | a2 | a3 | a4 |
| 2005 | 0 | 400 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2006 | 1 | 1.400 | 1.400 | 0 | 0 | 0 |
| 2007 | 2 | 2.400 | 2.400 | 2.400 | 0 | 0 |
| 2008 | 3 | 3.400 | 3.400 | 3.400 | 3.400 | 0 |
| 2009 | 4 | 4.400 | 4.400 | 4.400 | 4.400 | 4.400 |
| 2010 | 5 | 5.400 | 5.400 | 5.400 | 5.400 | 5.400 |
| 2011 | 6 | 6.400 | 6.400 | 6.400 | 6.400 | 6.400 |
| 2012 | 7 | 7.400 | 7.400 | 7.400 | 7.400 | 7.400 |
| 2013 | 8 | 8.400 | 8.400 | 8.400 | 8.400 | 8.400 |
| 2014 | 9 | 9.400 | 9.400 | 9.400 | 9.400 | 9.400 |
| 2015 | 10 | 10.400 | 10.400 | 10.400 | 10.400 | 10.400 |
| VAN | | 9.157 | 8.757 | 11.108 | 12.929 | 14.115 |

Como puede verse en los flujos desarrollados hasta para 4 períodos, si decido ejecutar el proyecto el año 1, entonces en ese año no habrá flujo neto, el año 1 se transforma en el período inicial de inversión y el resto de flujo continua de manera similar. Así se ha obtenido los flujos de caja como si el proyecto fuera a desarrollarse en el año 2, 3 o 4.

Los VAN resultantes son crecientes, lo cual no ayuda a decidir si el proyecto de ser desarrollado en el año 4, por ejemplo, se estaría tomando la mejor decisión o se habría elegido bien el mejor momento de ejecución. Por ello siguiendo el diagrama siguiente, es necesario actualizar los diversos VAN obtenidos, con fines de poder compararlos todos en el período cero.

Figura 3.18. Momento óptimo para invertir



Con esta premisa se obtuvo los VAN siguientes:

Tabla 3.54. Comparación de VAN para momentos diferentes del proyecto a

| Rubro | Períodos de ejecución | | | | |
|-------------------------------|-----------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| | a0 | a1 | a2 | a3 | a4 |
| VAN | 9.157 | 8.757 | 11.108 | 12.929 | 14.115 |
| VAN actualizado a cero | 9.157 | 7.297 | 9.257 | 8.979 | 8.169 |

Del análisis se puede considerar, que el mejor momento para realizar la inversión es el período 2, cuyo VAN actualizado es mayor a todos los demás momentos de ejecución.