



MBA

ORIENTACIÓN FINANZAS DE LA EMPRESA

Proyecto Final de Carrera

Tema: Valoración de opciones reales en un
proyecto de inversión

Análisis de conveniencia de adquisición de grupo electrógeno
para la Empresa Sola y Brusa S.A

Maestrando : Ing. Diego Menéndez

Director : Ing. Eduardo Pose

Codirector : CPN José Luis Milessi

Fecha

14-10-2010



Índice

Prefacio	4
<u>Unidad 1. Técnicas tradicionales de valuación de proyectos</u>	
1.1 Valor Actual Neto.....	6
1.2 Tasa interna de rentabilidad (TIR).....	7
1.3 Período de repago.....	9
1.4 Árboles de decisión	12
1.5 Opción real: Diferir la inversión.....	15
<u>Unidad 2. Teoría de Opciones Reales</u>	
2.1 Teoría de Opciones Reales.....	20
2.2 Teoría de Opciones Financieras.....	23
2.2.1 Opciones de compra.....	24
2.2.2 Opciones de venta.....	28
2.2.3 Factores determinantes de los precios de opciones.....	33
2.3 Valuación con árboles binomiales.....	36
2.3.1 Modelo binomial de un período.....	36
2.3.2 Valuación neutral al riesgo (risk-neutral valuation).....	42
2.3.3 Modelo binomial de dos períodos.....	45
2.3.4 Opciones Americanas.....	49
2.4 Valuación de opciones sobre acciones: el modelo Black-Scholes.....	50
2.4.1 Supuestos del modelo Black-Scholes.....	51

2.4.2 El análisis Black-Scholes.....	51
2.4.3 Las fórmulas de valoración.....	53
2.5 Valuación utilizando Opciones Reales.....	54
2.5.1 Diferir la inversión.....	56
2.5.2 Abandonar el proyecto.....	55
2.5.3 Expandir y/o reducir la inversión.....	56

Unidad 3. Descripción de la empresa

3.1 La empresa.....	59
3.2 Demanda energética de la empresa.....	63
3.3 Costos energéticos de la empresa.....	65
3.4 Proyecciones a futuro.....	67

Unidad 4. Panorama energético de la Argentina

4.1 Matriz energética de Argentina.....	68
---	----

Unidad 5. Grupos electrógenos

5.1 Grupo electrógeno. Definición.....	74
5.1.1 Tipos de grupos electrógenos.....	75
5.1.2 Componentes de un grupo electrógeno.....	76
5.1.3 Tipos de combustibles. Ventajas y desventajas.....	79
5.2 Análisis de conveniencia.....	80

Unidad 6. Valoración del Proyecto

6.1 Estimación de tasa de interés..... 86

6.1.1 Cálculo del CAPM..... 87

6.1.2 Cálculo del CAPM para la empresa Sola y Brusa S.A..... 87

6.1.3 Cálculo del WACC para la empresa Sola y Brusa S.A..... 90

6.2 Escenarios posibles y elaboración de flujos de fondos..... 91

6.2.1 Se adquiere el grupo electrógeno y hay crisis energética..... 91

6.2.2 Se adquiere el grupo electrógeno y no hay crisis energética..... 93

6.2.3 No se adquiere el grupo electrógeno y no hay crisis energética..... 96

6.2.4 No se adquiere el grupo electrógeno y hay crisis energética..... 98

6.3 Cálculo del VAN para cada escenario..... 101

6.3.1 Estimación de probabilidad de crisis energética 101

6.3.2 Flujos de fondos, corrección por inflación y VAN en cada escenario..... 104

6.3.3 Cálculo de flujos diferenciales..... 105

6.3.4 Evaluación de la opción de diferimiento mediante árboles binomiales 110

7. Conclusiones 112

8. Bibliografía utilizada..... 114

9. Anexo 115

Anexo A: Un documento sugerente..... 115

Anexo B: Ejemplo de cálculo de estado de resultados, flujo de fondos y VAN de un escenario 130

Prefacio

Existen en la actualidad una gran variedad de posibilidades de inversión y es importante que el inversor cuente con herramientas que le permitan cuantificar la posibilidad de que un proyecto sea rentable o no. Este concepto es aplicable entre otros a los directivos de empresas que están analizando la implementación de un proyecto, como por ejemplo construir una nueva planta, actualizar el sistema informático de la compañía o adquirir nueva tecnología.

Esta última posibilidad es el motivo que nos lleva a la realización de este Proyecto. Básicamente lo que intentamos precisar, es si es conveniente o no la adquisición de un **grupo electrógeno** para la empresa **Sola y Brusa S.A.**

Es necesario remarcar que existirán diversas variables a tener en cuenta para la realización de este trabajo, como ser:

- a) Tipos de grupos electrógenos disponibles en el mercado
- b) Panorama energético de Argentina (actual y futuro)
- c) Escenarios posibles de la Empresa a futuro
- d) Alternativas de financiamiento del Proyecto

Esperamos que este trabajo pueda reunir todas las variables mencionadas y analizarlas en profundidad, para luego con la aplicación de las técnicas financieras actuales, estar en condiciones de asesorar a la Dirección de la Empresa sobre la decisión más rentable para la misma

Unidad 1

Técnicas Tradicionales de Valuación de Proyectos

Para realizar una inversión determinada, se debería analizar si los egresos que se originan al poner en marcha el emprendimiento, superan o no los ingresos futuros que se esperan obtener mediante el mismo.

Por supuesto, si las erogaciones en las que es necesario incurrir son mayores a los ingresos que brinda la inversión, la misma no debería llevarse a cabo.

Teniendo en cuenta este razonamiento, surgen algunas técnicas para determinar la conveniencia de un proyecto, las cuales se exponen a continuación.

1.1 Valor Actual Neto

La metodología del Valor Actual Neto (VAN) es la más conocida y utilizada en proyectos de inversión. El VAN es la suma de los flujos de fondos descontados del proyecto, incluyendo el costo de la inversión. Podemos diferenciar dos componentes dentro del VAN:

Por un lado, la inversión inicial, que va a ser negativa; por el otro, los flujos de fondos futuros (FF_t). Éstos son generalmente positivos, pero pueden ser negativos en aquellos casos que se consideren erogaciones futuras relacionadas con el proyecto.

Denominamos VA al valor actual de los flujos de fondos futuros:

$$VA = FF_1 (1+i)^{-1} + FF_2 (1+i)^{-2} + \dots + FF_n (1+i)^{-n} = \sum_{t=1}^n FF_t (1+i)^{-t}$$

Donde i es la tasa de descuento acorde con el riesgo de la inversión, o costo de oportunidad del capital, y n es la cantidad de flujos de fondos.

Entonces, el VAN queda definido como:

$$VAN = - \text{Inversión} + VA$$

$$VAN = - \text{INVERSIÓN} + FF_1 (1+i)^{-1} + FF_2 (1+i)^{-2} + \dots + FF_n (1+i)^{-n} = \sum_{t=1}^n FF_t (1+i)^{-t}$$

Si el valor del VAN es positivo, entonces, el valor actual de los ingresos supera el valor de los costos de la inversión. En este caso, una empresa optaría por llevar a cabo la inversión, ya que le representaría un aumento en el valor de la empresa. Por otro lado, si el VAN es negativo, sucede lo contrario, es decir, los costos de la inversión son más elevados que el valor actual de los ingresos, por lo que una empresa no va a invertir en un proyecto con un VAN negativo.

Ventajas y desventajas:

Entre las ventajas más significativas encontramos las siguientes:

- El VAN toma en cuenta a todos los ingresos y egresos del proyecto, y además lo hace en un solo momento del tiempo.
- Se toma al momento cero como punto de evaluación; Es más útil apreciar la magnitud de las cifras en el momento más cercano al que se deberá tomar la decisión.
- Toma en cuenta el "valor del dinero en el tiempo".
- Da idea, en términos absolutos, de la magnitud del proyecto.
- Permite comparar, en forma directa, proyectos mutuamente excluyentes.

Por otro lado las desventajas más importantes serían:

- El criterio no da idea de rentabilidad.
- La elección de la tasa de corte o actualización genera una dificultad ya que, generalmente, se establece en forma subjetiva.

1.2 Tasa Interna de Rentabilidad

Otro método muy utilizado en la valuación de proyectos de inversión, generalmente en forma complementaria al Valor Actual Neto, es el criterio de la Tasa Interna de rentabilidad (TIR).

El VAN utiliza una tasa para descontar los flujos de fondos, la cual es acorde al riesgo de la inversión. En lugar de calcular el valor que toma el VAN para dicha tasa, el método de la TIR supone calcular la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a 0. La TIR es la tasa de rendimiento de la inversión.

La regla de decisión que se deduce es que si la TIR es mayor que la tasa de descuento que se utiliza de acuerdo con el riesgo de la inversión, entonces el proyecto debe aceptarse, mientras que si es menor, el proyecto debe rechazarse. En otras palabras, si el rendimiento de la inversión es mayor que el rendimiento esperado para inversiones similares (el costo de oportunidad del capital), entonces la empresa debería realizar la inversión.

La TIR se puede obtener utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{VAN (TIR)} = 0 \Rightarrow - \text{Inversión} + \sum_{t=1}^n \text{FFt} (1+\text{TIR})^{-t} = 0$$

En general, la TIR no puede despejarse de manera directa de la ecuación anterior, por lo que se recurren a distintas técnicas para aproximarla.

Un caso particular de evaluación en empresa en marcha lo constituyen los proyectos de **desinversión**, que consisten, como su nombre lo indica, en medir la conveniencia de liquidar parte de las inversiones, ya sea porque se estima que es un mal negocio (abandono) o porque existe una opción más rentable (outsourcing), para mantener el nivel de operación, pero bajo otra estructura de costos.

La magnitud de la TIR no es un criterio válido para seleccionar proyectos en presencia de restricciones financieras. En efecto, dicho criterio es aplicable sólo en proyectos de inversión, donde los costos ocurren en forma temprana en el tiempo, mientras los ingresos son logrados a posteriori. En cambio no es aplicable a proyectos de desinversión, donde se producen beneficios a corto plazo y aumento de costos en el tiempo.

Dado que altas tasas de descuento tenderán a favorecer aquellas alternativas con ocurrencia tardía de costos, cuánto más alta sea la tasa de interés, mejor considerado será el proyecto de desinversión. En consecuencia el valor crítico de la TIR será el menor valor de la tasa de interés que justifique su ejecución.

En otras palabras, un proyecto de desinversión sería ejecutable sólo si el verdadero valor de la tasa de interés es mayor que la TIR, o dicho de otra forma habría que desinvertir los proyectos que rinden poco e invertir en los que rinden mucho.

Una de las críticas de mayor peso efectuadas a la TIR es que su aplicación es problemática cuando se comparan proyectos cuyos flujos de costos y beneficios son muy diferentes en el tiempo, o sea se intercalan períodos donde los beneficios son mayores a los costos con otros donde ocurre el caso inverso. Dado que la TIR es resultado de la solución de una ecuación polinomial, es factible en el caso indicado obtener más de un valor posible. En efecto, si el polinomio es de grado n , habrá n raíces, e.g. n valores de TIR probables.

1.3 Período de repago

Muchas veces se analiza sobre la conveniencia de realizar una inversión en un determinado proyecto teniendo en cuenta el período en el cual se espera recuperar la inversión inicial. A dicho plazo, se lo conoce como **período de repago (payback)**.

El período de repago no es un indicador de rentabilidad sino una magnitud que permite cuantificar el tiempo que demora la inversión en regresar íntegramente al inversor. Sirve como elemento complementario de los mencionados VAN y TIR. En regiones de alto riesgo interesa tanto, y a veces más, una rápida recuperación de la inversión, que los propios indicadores de rentabilidad

Normalmente se utiliza como complemento de otros métodos.

Matemáticamente se podría expresar de la siguiente manera:

$$\sum_{t=1}^m (FF_t) = I_0$$

Donde:

FF_t = Flujo de Fondos del período t ;

m = Número total de períodos para recuperar la inversión inicial

I_0 = Inversión Inicial

La idea básica subyacente en este método es medir la velocidad de recuperación de la inversión requerida, de modo que, cuando más breve sea el lapso necesario al efecto, mayor será el atractivo que presenta el proyecto. Es decir este criterio tiene la premisa implícita de que, a mayor velocidad de recuperación, mayor será la rentabilidad que puede esperarse del proyecto

Criterio de decisión:

El método consiste en ir restando a la inversión realizada lo recuperado en cada período, hasta que se produzca el recupero total de lo invertido. Luego, se cuentan los períodos que se tardó en recuperarse lo invertido, y ese valor debe ser comparado con un parámetro de referencia preestablecido. Dicho parámetro recibe el nombre de período de repago de corte (PRC). De acuerdo a lo anterior el criterio de decisión será el siguiente:

$PRC < PRS$, se rechaza el proyecto.

$PRC > PRS$, se acepta el proyecto .

Ventajas y desventajas:

■ La ventaja principal de este criterio reside en la simplicidad de su cómputo y comprensión.

■ Este método no toma en cuenta la magnitud de los retornos esperados luego de producido el repago, ni tampoco "el valor del dinero en el tiempo", dado que los flujos de fondos se suman sin actualizar.

■ La determinación del PRC es puramente subjetiva, lo que le quita rigor técnico a la evaluación.

- Se presentan dificultades cuando existen flujos intermedios con signos alterados.
- No permite comparar, en forma directa, proyectos mutuamente excluyentes

1.3.1 Período de repago Descontado (PRD)

Este método es similar al anterior, salvo que, en este caso, los flujos de fondos no se suman directamente hasta recuperar la inversión, sino que antes se descuentan a una tasa de actualización para poder homogeneizarlos:

$$\sum_{t=1}^m \frac{(FF_t)}{(1+i)^t} = I_0$$

Donde:

FF_t = Flujo de Fondos del período t;

i = Tasa de corte o de descuento (Costo de capital);

m = Número total de períodos para recuperar la inversión inicial;

I_0 = Inversión Inicial

Criterio de decisión:

PRC < PRD, se rechaza el proyecto.

PRC > PRD, se acepta el proyecto.

Ventajas y desventajas:

El período de repago descontado elimina una de las desventajas que tenía el método anterior, dado que esta forma de cálculo si tiene en cuenta "el valor del dinero en el tiempo". A su vez, este método, también genera una desventaja muy importante, que es la de tener que establecer una tasa de corte para poder actualizar los flujos.

1.4 Árboles de decisión

El árbol de decisión es una herramienta que ayuda a la toma de decisiones de una inversión, permitiendo incorporar elementos de riesgo en el modelo que se plantea. Las fuentes de incertidumbre son los denominados “estados de la naturaleza”, que representan distintos escenarios que pueden presentarse a lo largo de la vida de un proyecto de inversión.

Los dos componentes fundamentales de los árboles de decisión son:

- Nodos de decisión
- Nodos de probabilidad

Los **nodos de decisión** representan situaciones en las cuales la empresa debe optar por un camino a seguir. Estos nodos se denotan por medio de cuadrados en los gráficos.

En cambio, los **nodos de probabilidad** representan los momentos en los cuales ocurre algún estado de la naturaleza, el cual da lugar a distintos resultados posibles. Estos nodos se denotan por medio de círculos.

La decisión se toma a partir de la alternativa que tenga el mayor valor esperado. Para esto, debemos multiplicar las probabilidades de los eventos de la naturaleza por el valor monetario que produce. Luego entre las distintas opciones que parten de un nodo de decisión, se selecciona la que genera el mayor valor esperado.

Ejemplo para un caso donde se utiliza un árbol de decisión:

Una empresa está analizando realizar una inversión. La misma requiere un desembolso de \$150.000, ya sea que se invierta en el momento inicial o al año siguiente.

La inversión generará ingresos de acuerdo a dos escenarios:

- 1) Escenario optimista: Se esperan ingresos anuales por \$50.000
- 2) Escenario pesimista: Se esperan ingresos anuales por \$10.000

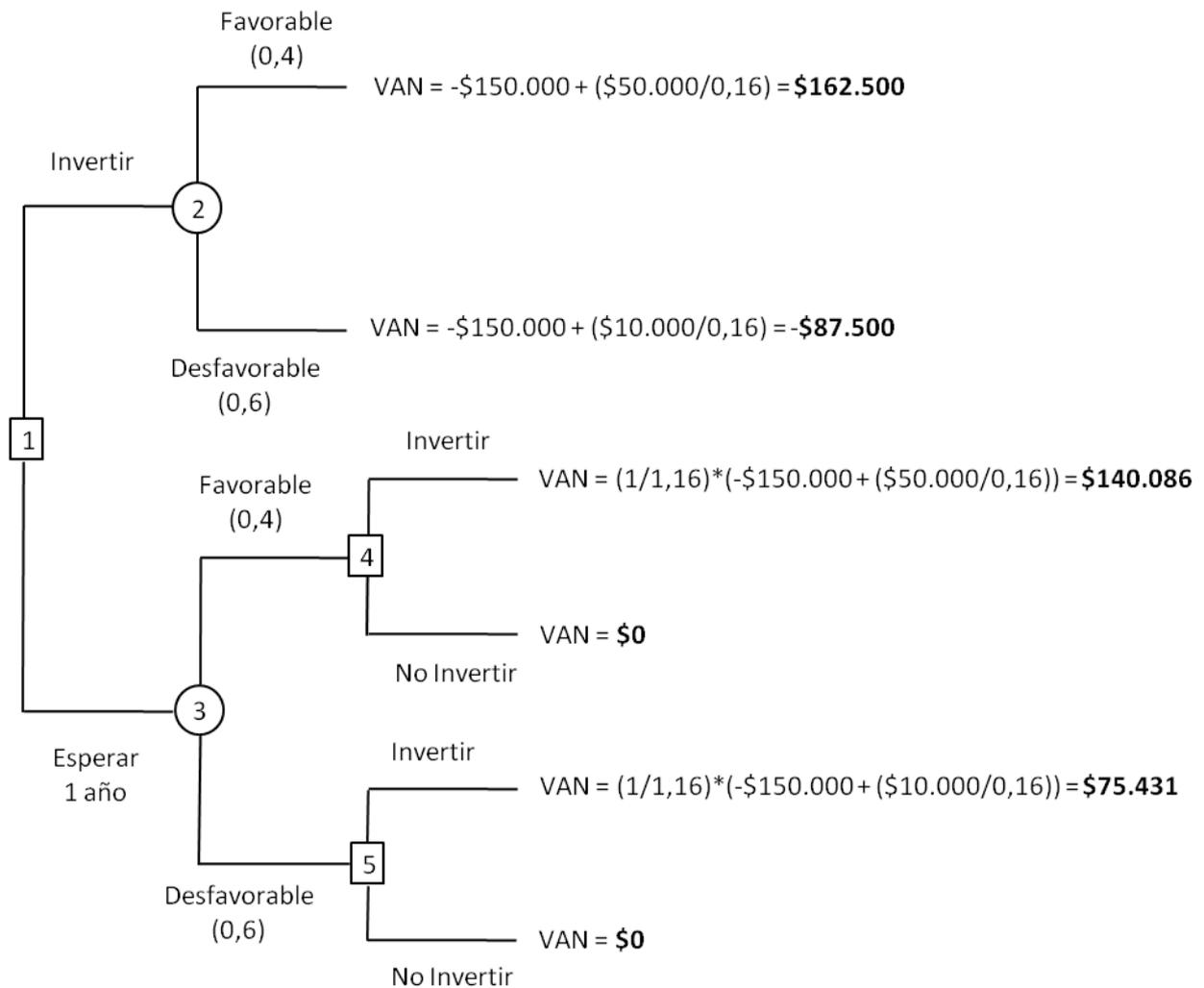
Se supone que estas sumas se percibirán por tiempo indefinido, y que la empresa considera una tasa de descuento de 16%, por lo cual los valores actuales en cada escenario serían:

Valor actual favorable = $\$50.000 / 16\%$

Valor actual desfavorable = $\$10.000 / 16\%$

La probabilidad de que suceda el escenario optimista es de 0,4, mientras que la probabilidad de que suceda el escenario pesimista es de 0,6. La empresa debe decidir si invierte hoy o en un año, o si abandona el proyecto porque no es rentable.

El problema se puede plantear por medio del siguiente árbol de decisión:



La empresa tiene dos alternativas: Invertir hoy o esperar un año e invertir una vez conocido el escenario. Si la empresa decide invertir hoy, el VAN esperado sería:

$$\$162.500 \times 0,4 + (-\$87.500) \times 0,6 = \$ 12.500$$

Es decir, que el VAN se calcula como el valor esperado de los escenarios posibles al año siguiente, multiplicando la probabilidad de cada posible resultado por el valor de dicho resultado y luego se suman estos valores.

En el caso de esperar, la empresa decide invertir luego de conocer el escenario. Si se presenta el escenario favorable, la empresa decidirá invertir y el resultado será \$140.086, mientras que si el escenario es desfavorable, la empresa decidirá no invertir en el proyecto por lo que el resultado es \$0. Finalmente, se calcula el valor esperado de diferir la inversión 1 año, de la misma que se hizo en el caso anterior:

$$\$140.086 \times 0,4 + \$0 \times 0,6 = \$56.034,40$$

Vemos que el VAN esperado es mayor si la empresa espera 1 año que si realiza la inversión inmediatamente, por lo que la empresa debería diferir la inversión. Transcurrido el año, la empresa optará por invertir si el escenario es favorable, mientras que no invertirá si el escenario es desfavorable.

1.5 Opción real: Diferir la inversión

Veremos aquí una de las opciones reales más comunes en la vida de un proyecto, básicamente se compara con una inversión “Ahora o Nunca”.

Valuación “Ahora o Nunca”

En la valuación tradicional de proyectos de inversión por medio de la metodología del Valor Actual Neto (VAN), se impone un supuesto muy fuerte sobre la inversión: que la inversión es impostergable, es decir, debe realizarse “Ahora o Nunca”, bajo este supuesto, el único elemento que se puede considerar para decidir sobre la inversión es el Valor Actual del flujo de fondos que genera la inversión, y comparar éste con el costo de la inversión.

Ejemplo: Compra de maquinaria

La gerencia de una empresa está analizando la compra de nueva maquinaria para incrementar la productividad de la empresa, debido al auge económico del momento.

El costo de esta maquinaria es de \$80.000. Por la adquisición de la misma se espera un flujo de fondos de \$15.000 anuales, a lo largo de 8 años. Se estima que la tasa de descuento es del 10%. La empresa desea saber si debe o no invertir en este proyecto, para lo cual usa la técnica del VAN.

En primer lugar, el Valor Actual de los flujos de fondos es:

$$VA = \sum_{t=1}^8 15.000 / (1+0,10)^t = \$80.023,89$$

Por lo tanto, el Valor Actual Neto de la inversión es:

$$VAN = \$-80.000 + \$80.023,89 = \$23,89$$

Como el VAN es positivo, el proyecto debería realizarse

Valuación esperando un período: Opción de Diferir

Contrariamente al supuesto que utiliza el VAN, en general, los proyectos de inversión no son del tipo “ahora o nunca”, es decir, es posible esperar cierto tiempo antes de decidir sobre una inversión. De aquí surge el concepto de Opción de Diferir una inversión, es decir, la posibilidad de postergar la decisión de inversión hasta algún momento futuro.

Ejemplo: Consideremos la posibilidad de esperar un período para realizar la inversión.

Retomando la misma empresa que se presentó en el ejemplo anterior, se tiene ahora la posibilidad de diferir la inversión por un año, es decir, postergar la decisión de inversión por un año. Esta posibilidad de diferir es una Opción Real, que se denomina Opción de Diferir.

Una inversión lleva implícita cierta incertidumbre asociada a la variación que pueden tener los flujos de fondos futuros. Si la empresa puede diferir la inversión, entonces, puede tener mayor información sobre los posibles resultados de la inversión, y a su vez, tomar mejores decisiones.

Suponga que transcurrido un año, se presentan dos escenarios. Uno favorable, en el cual los flujos de fondos anuales aumentan en un 25%, es decir se multiplican por un factor $u = 1,25$. En este escenario, en lugar de \$15.000 anuales se obtendrían:

$$\$15.000 \times (1+25\%) = \$18.750$$

Por otro lado, se presenta un escenario desfavorable, en el que los flujos de fondos anuales disminuyen un 20%, es decir que se multiplican por un factor $d = 0,80$. En este caso los flujos anuales serían de:

$$\$15.000 \times (1-20\%) = \$12.000$$

El Valor Actual de los flujos de fondos en el escenario favorable es:

$$VA_u = \sum_{t=1}^8 18.750 / (1+0,10)^t = \$100.029,87$$

Mientras que el Valor Actual de los flujos de fondos en el escenario desfavorable es:

$$VA_d = \sum_{t=1}^8 12.000 / (1+0,10)^t = \$64.019,11$$

De donde, los VAN en los escenarios favorable y desfavorable son:

$$VAN_u = -\$80.000 + \$100.029,87 = \mathbf{\$20.029,87}$$

$$VAN_d = -\$80.000 + \$64.019,11 = \mathbf{-\$15.980,89}$$

Se observa que en el escenario favorable, la inversión le reporta una ganancia, mientras que en el desfavorable se genera una pérdida. Si la empresa decide esperar para realizar la inversión puede decidir no realizar la inversión en el escenario desfavorable, evitando la pérdida que obtendría en dicho escenario.

El valor del proyecto en cada escenario será su VAN, siempre que sea positivo. Es decir, que si el Valor Actual Neto es negativo, no se realizará el proyecto, por lo que su valor será nulo. Esto se puede expresar diciendo que el valor del proyecto en cada escenario será el máximo entre el VAN y cero:

$$\begin{aligned} \text{Valor Escenario} &= \max [\text{VAN Escenario}; 0] \\ &= \max [-\text{Inversión} + \text{VA Escenario}; 0] \end{aligned}$$

De acuerdo a los valores calculados más arriba, podemos obtener los valores en los escenarios favorable y desfavorable:

$$\text{Valor Favorable} = \max [20.029,87; 0] = \mathbf{\$20.029,87}$$

$$\text{Valor Desfavorable} = \max [-15.980,89; 0] = \mathbf{\$0}$$

Por lo tanto, la decisión óptima sería esperar un año para invertir.

Unidad 2

Teoría de Opciones Reales

Las técnicas de VAN y TIR, presentadas en el capítulo anterior, omiten un hecho fundamental que debe tenerse presente al momento de realizar una inversión: **los proyectos son dinámicos**. Con esto queremos decir que las situaciones, las circunstancias o el ambiente en el cual se desarrolla un proyecto van cambiando, y así una inversión rentable en un momento puede transformarse en deficitaria en otro.

Para dar cuenta de esta característica fundamental de toda inversión surgen técnicas alternativas que están directamente asociadas a la administración o gestión del proyecto. Es decir, no debemos pensar solamente si es conveniente o no invertir, también debemos preguntarnos si es más conveniente esperar un tiempo y realizar la inversión en otro momento. A su vez, cuando el proyecto está en marcha, podemos expandirlo si las cosas así lo ameritan, o bien achicarlo si los resultados no son tan buenos como esperábamos. En el peor de los casos, hay ocasiones en que un proyecto que esperamos que sea rentable resulta ser un fracaso, con lo cual la mejor alternativa podría ser abandonarlo y liquidar los activos destinados al mismo.

La metodología que contempla las características descritas en el párrafo anterior es conocida como **Opciones Reales**. Son oportunidades de tomar una decisión determinada en beneficio del resultado del proyecto y, por consiguiente, tienen un valor asociado. Al incluir el valor de estas oportunidades (diferir, abandonar, expandir), un proyecto que las técnicas tradicionales rechazarían puede convertirse en una buena elección a la hora de invertir.

Copeland y Antikarov ⁽¹⁾ definen a las Opciones Reales como “**un derecho, pero no una obligación, de tomar una acción a un determinado costo por un período predeterminado**”.

(1) Copeland, Tom y Antikarov, Vladimir (2001) *Real Options. A practitioner's guide*. Texere. USA

2.1 Teoría de Opciones Reales

A partir del desarrollo de la teoría de valuación de opciones con los trabajos de Black y Scholes (1973) y Merton (1973) y de las falencias en la toma de decisiones por medio del criterio del Valor Actual Neto (VAN), surgieron nuevas teorías para valorar proyectos de inversión.

Así nace la Teoría de Opciones Reales, como complemento del VAN, y donde la metodología de valuación es la misma que se utiliza para la valuación de opciones financieras. A diferencia de las Opciones Financieras, la opción no es la compra o venta de un activo financiero, sino la toma de una decisión sobre la inversión.

La característica principal de las Opciones Reales, a diferencia del VAN, como se ha mencionado, es que permite valorar la flexibilidad de las inversiones y las decisiones gerenciales durante el desarrollo de la inversión.

A lo largo de la vida de un proyecto de inversión, la empresa tiene la posibilidad de tomar decisiones para adecuarse a las distintas situaciones que se presentan y de esta manera aumentar las ganancias esperadas de la inversión o reducir posibles pérdidas. Básicamente, la Teoría de Opciones Reales es una herramienta para valorar estas oportunidades, ampliando el análisis de los proyectos de inversión.

Este valor de la flexibilidad (que en algunos casos es más importante que el valor del proyecto en sí), es un valor agregado a los proyectos de inversión. La teoría de Opciones Reales se utiliza para obtener este valor y de esta manera incrementar el valor que posee un proyecto de inversión.

Para entender este concepto, piense que una inversión tiene dos valores distintos: uno sin considerar las Opciones Reales u otro que incorpora el valor de las mismas.

En este sentido, Benaroch (2001, 2002) diferencia entre dos conceptos de valor actual. Por un lado, denomina Valor Actual Neto pasivo (VAN^P) al valor actual neto tradicional, es decir, al valor actual de los flujos de fondos futuros de la inversión menos su costo.

Asimismo, denomina Valor Actual Neto activo (VAN^A) al Valor Actual Neto pasivo más el valor que surge de las Opciones Reales que pueda contener el proyecto de inversión:

$$VAN^A = VAN^P + \text{Valor de las Opciones Reales}$$

La posibilidad de realizar un proyecto de inversión tiene un gran parecido con una **opción financiera**. Ambos implican el derecho, pero no la obligación, de adquirir un activo pagando una cierta cantidad de dinero en un momento determinado. Las **opciones reales** son aquéllas cuyo activo subyacente es un activo real⁽²⁾ como, por ejemplo, un inmueble, un proyecto de inversión, una empresa, una patente, etc.

Opción de compra real	Variable	Opción de compra financiera
Valor de los activos operativos que se van a adquirir: VA de los flujos de caja que genere el activo real	S	Precio del activo financiero: VA de los flujos de caja que genere el activo financiero
Desembolsos requeridos para adquirir el activo real: Coste del proyecto de inversión	X	Precio de ejercicio al que se tiene derecho a adquirir el activo financiero
Longitud del tiempo que se puede demorar la decisión de realizar el proyecto de inversión	t	Tiempo hasta el vencimiento de la opción de compra
Riesgo del activo operativo subyacente: Volatilidad del VA de los flujos de caja	σ^2	Varianza de los rendimientos del activo financiero
Valor temporal del dinero	r_f	Tasa de interés sin riesgo
Flujos de caja a los que se renuncia por no realizar ahora mismo el proyecto de inversión	D	Dividendos del activo subyacente

(2) Stewart Myers : “Finance Theory and Financial Strategy”, *Interfaces* Vol 14 (1984). Pp.: 126-137

El valor de las opciones es función de las seis variables vistas en la tabla anterior:

a) **El precio del activo subyacente (S):** En la opción financiera indica el precio actual del activo financiero subyacente; mientras que en la opción real indica el valor actual del activo real subyacente, es decir, el valor actual de los flujos de caja que se espera genere dicho activo.

b) **El precio de ejercicio (X):** En la opción financiera indica el precio al que el propietario de la opción puede ejercerla, es decir, el precio que puede pagar para comprar el activo financiero subyacente (*call*), o el precio que le pagarán por venderlo (*put*).

En la opción real, indica el precio a pagar por hacerse con el activo real subyacente, es decir, con sus flujos de caja (por ejemplo, en un proyecto de inversión, será el desembolso inicial); o el precio al que el propietario del activo subyacente tiene derecho a venderlo, si la opción es de venta.

c) **El tiempo hasta el vencimiento (t):** Tiempo del que dispone su propietario para poder ejercer la opción.

d) **El riesgo o volatilidad (σ):** Varianza, o desviación típica, de los rendimientos del activo subyacente. Indica la volatilidad del activo subyacente cuyo precio medio es S pero que puede oscilar en el futuro, la medida de dicha oscilación es la desviación típica de los rendimientos.

e) **El tipo de interés sin riesgo (r_f):** Refleja el valor temporal del dinero.

f) **Los dividendos (D):** Dinero líquido generado por el activo subyacente durante el tiempo que el propietario de la opción la posee y no la ejerce. Si la opción es de compra, este dinero lo pierde el propietario de la opción (porque si hablamos de una opción de compra de acciones, mientras ésta no se ejerza su propietario no será accionista y, por tanto, no tendrá derecho a los dividendos).

En el caso de las opciones reales de compra, es el dinero que genera el activo subyacente (o al que se renuncia) mientras el propietario de aquélla no la ejerza.

2.2 Teoría de Opciones Financieras

Las opciones financieras se encuadran dentro de un tipo particular de activos financieros denominados “instrumentos derivados”. El valor de un “derivado” depende del valor de otro activo más elemental sobre el cual está basado el mismo, denominado activo subyacente. Es decir, que el valor de un “derivado” se “deriva” del valor de otro activo más elemental.

A continuación definiremos las Opciones Financieras, presentando los distintos tipos que existen y sus principales características.

Luego, entrando en un terreno más técnico, presentaremos distintos modelos de valuación para estos instrumentos financieros derivados, los cuales dependerán de las características que presente tanto la Opción en sí como el activo sobre el cual se basa la misma.

De modo general, se puede decir que las Opciones son contratos bilaterales mediante los cuales una parte paga una suma de dinero a la otra para adquirir el derecho (la “opción”) de realizar una transacción (compra-venta) determinada o reclamar una suma de dinero en el futuro.

En los mercados financieros, existen diversos tipos de opciones de acuerdo a ciertas características que pueden presentar las mismas, pero la exposición se centrará en los tipos más conocidos, que son justamente los que se utilizan en la Teoría de Opciones Reales.

En el siguiente cuadro se presentan una clasificación de las Opciones que se utilizarán en este trabajo. Las definiciones de cada tipo se expondrán a continuación.

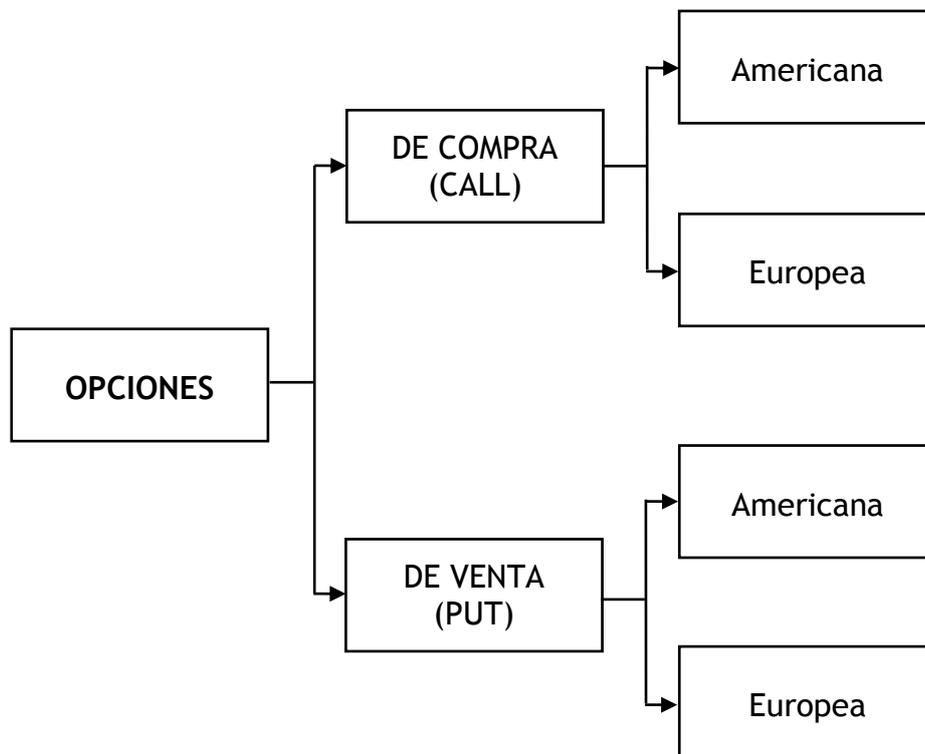


Figura 1

2.2.1 Opciones de Compra

Una **Opción de Compra** (Call Option) es un contrato bilateral mediante el cual una de las partes (“el tomador”) paga una suma de dinero (“la prima”) a la otra (“el lanzador”) para adquirir el derecho de comprarle un determinado activo (el “activo subyacente”), en una fecha futura o hasta una fecha futura establecida en el contrato (la “fecha de expiración”), y por un precio estipulado al momento de contratación (el “precio de ejercicio”).

En la definición se puede observar que el **tomador tiene el derecho de comprar, y no la obligación de hacerlo.**

Al pagar la prima, el **tomador adquiere un derecho:** comprar el activo bajo las condiciones del contrato, pero no está obligado a realizar dicha compra.

Cuando un tomador decide comprar bajo las condiciones del contrato, se dice que “ejerce la opción”.

Lógicamente, el *tomador* comprará el *activo subyacente* de acuerdo con las condiciones de la Opción (es decir, ejercerá su contrato), siempre que el *precio de ejercicio* (el precio que pagará) sea menor al precio de mercado del *activo subyacente* (el precio que pagaría si la compra directamente en el mercado).

Como contraparte aparece el *lanzador*, quien, una vez que recibió la prima, está **obligado** a realizar la venta del subyacente bajo las condiciones de la Opción (si así lo desea el *tomador*).

De este modo, el *tomador* compra un derecho vendido por el lanzador, quién al cobrar la *prima* se carga con una obligación.

Call europea

Cuando decimos que el tomador puede ejercer la opción **en** una fecha futura determinada, estamos implicando que solamente podrá utilizar su derecho en ese momento (en la fecha de expiración o vencimiento), y no antes ni después del mismo. En este caso, la opción se llama **europea**.

Call americana

Por otra parte, cuando el tomador puede ejercer su contrato **hasta** una fecha futura determinada queremos decir que podrá utilizar su derecho desde el momento en que paga la prima y hasta la fecha de expiración. En este caso, decimos que la opción es **americana**.

Pay-off de Opciones de Compra

Como ya se ha mencionado anteriormente, el tomador de una opción de compra (ya sea europea o americana) ejercerá su derecho siempre que el precio de mercado del activo subyacente sea superior al precio de ejercicio pactado en el contrato.

Si llamamos X al precio de ejercicio y S_t al precio de mercado en el momento t , entonces, el tomador ejercerá su opción solo si $S_t > X$ (precio de mercado mayor a precio de ejercicio). El resultado por el ejercicio será la diferencia entre estos dos valores, $S_t - X$, ya que el tomador paga X y recibe un activo que vale S_t (si lo vende de manera inmediata, convierte en dinero este monto).

En caso contrario, si $S_t \leq X$ (precio de mercado menor o igual al precio de ejercicio), el tomador no ejercerá su opción y el resultado será nulo.

Resumiendo lo anterior, podemos expresar lo siguiente:

Si se ejerce una **opción de compra** en el momento t , el **resultado por ejercicio** (pay off) está dado por:

$$\text{Max}(S_t - X; 0) = \begin{cases} 0 & \text{Si } S_t \leq X \\ S_t - X & \text{Si } S_t > X \end{cases}$$

Donde:

S_t : Precio de Mercado, al momento t , del activo subyacente.

X : Precio de ejercicio de la opción de compra.

Si definimos a T como el momento de expiración de la opción, entonces, una opción europea sólo puede ejercerse cuando $t = T$, y en la definición anterior habría que reemplazar S_t por S_T .

Sin embargo, la definición anterior es general ya que indica que t es el momento en que se ejerce la opción y, si se trata de una opción europea, es obvio que solamente podrá ejercerse cuando $t = T$.

Siendo el precio de ejercicio fijo, determinado por las condiciones del contrato, la variable que determinará en definitiva el resultado por ejercicio es el precio de mercado del subyacente al momento t : S_t . Este valor es incierto al momento en que se realiza el contrato, pero podemos analizar cuál sería el resultado por ejercicio para cada posible valor de S_t . Suele utilizarse para ello un gráfico que representa el *pay off* como una función del precio de mercado del subyacente al momento t :

- Para cualquier valor de S_t inferior a X la función vale cero.
- A partir del valor $S_t = X$, por cada unidad que aumenta S_t la función aumenta en una unidad, formando de esta manera un ángulo de 45° con el eje de abscisas.

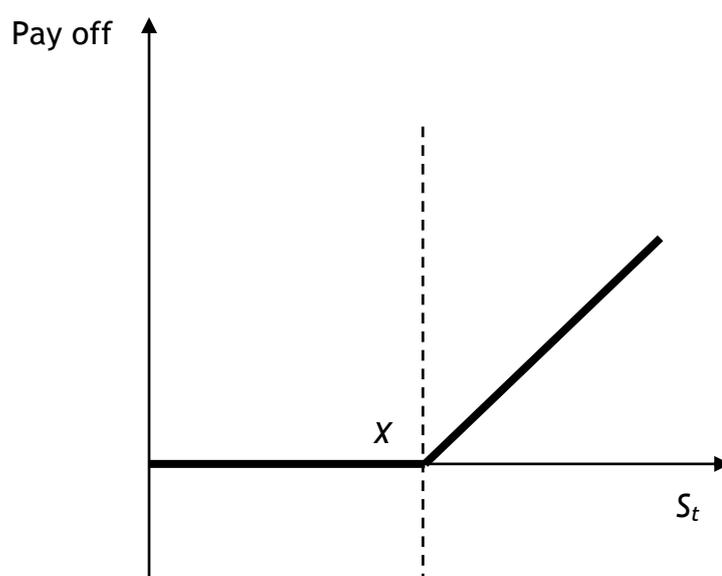


Figura 2: Pay off de opción de compra

2.2.2 Opciones de Venta

Una **Opción de Venta** (Put Option) es un contrato bilateral mediante el cual una de las partes (“el tomador”) paga una suma de dinero (“la prima”) a la otra (“el lanzador”) para adquirir el derecho de venderle un determinado activo (el “activo subyacente”), en (o hasta) una fecha futura establecida en el contrato (la “fecha de expiración”), y por un precio estipulado al momento de contratación (el “precio de ejercicio”).

En este caso, se observa de la definición que **el tomador tiene el derecho, pero no la obligación, de vender el subyacente bajo las condiciones del contrato.**

El tomador ejercerá la opción (es decir, venderá de acuerdo a las condiciones de la misma) siempre y cuando esa decisión redunde en un beneficio. Esto ocurrirá cuando al momento del ejercicio el precio de mercado del activo subyacente sea menor que el precio de ejercicio acordado en la opción.

De esta manera, el tomador venderá el activo mediante el Put a un precio superior (el precio de ejercicio) del que podría venderlo en el mercado.

Put europea

Una opción de venta será **europea** si puede ejercerse únicamente en la fecha de expiración. Ésta corresponde a la expresión “en una fecha futura”, de la definición realizada anteriormente. Es decir, que el derecho que brinda la Opción puede utilizarse únicamente en la fecha de expiración del contrato, ni antes ni después.

Put americana

Por otra parte, si el ejercicio del derecho que brinda la opción para vender el subyacente puede ejercerse en cualquier momento desde que se adquiere el Put, y hasta su vencimiento, diremos que se trata de una opción de venta **americana**. Este tipo de contrato corresponde a la expresión “**hasta una fecha futura**” de la definición.

Pay off de Opciones de Venta

Al contrario que en el caso de las Call, las opciones de venta serán ejercidas siempre y cuando el precio de mercado del subyacente sea inferior al precio de ejercicio.

Utilizando la notación definida en el apartado precedente (X : precio de ejercicio y S_t : precio del subyacente al momento t), el tomador ejercerá la opción siempre que $S_t < X$ (Precio de mercado mayor a precio de ejercicio). Así, mediante el ejercicio, venderá por X un activo valorado en un monto menor, S_t . Si compra el activo subyacente en el mercado, inmediatamente antes de ejercer la opción, entonces, su resultado será una ganancia de $X - S_t$ (paga S_t y recibe X).

En caso de que el precio de mercado sea superior o igual al precio de ejercicio ($S_t \geq X$), el tomador no ejercerá la opción y su resultado será nulo.

Resumiendo lo anterior, podemos expresar lo siguiente:

Si se ejerce **una opción de venta** en el momento t , el **resultado por ejercicio** (pay off) está dado por:

$$\text{Max}(X - S_t; 0) = \begin{cases} X - S_t & \text{Si } S_t < X \\ 0 & \text{Si } S_t \geq X \end{cases}$$

Donde:

S_t : Precio de Mercado, al momento t , del activo subyacente.

X : Precio de ejercicio de la opción de compra.

Nuevamente, observamos que si se trata de una opción europea, sólo podrá ejercerse en la fecha de expiración T , con lo cual en la definición anterior debería reem-

plazarse S_t por S_T . La definición expuesta es general, ya que resulta obvio que al tratarse de opciones europeas, el ejercicio tendrá sentido solamente cuando $t = T$.

Al igual que cuando se analizaron las opciones de compra, el resultado por ejercicio dependerá del precio del subyacente en el momento que se ejerza la opción, ya que el precio de ejercicio está fijo de acuerdo con las condiciones de contrato.

El valor de S_t es incierto cuando se adquiere la opción, en el momento 0, por lo cual también lo será el resultado por ejercicio. Sin embargo, al menos podemos analizar cuál sería el resultado que se obtendría para cada posible precio del subyacente.

Para ello, recurrimos al gráfico del pay off como una función del precio de mercado del activo subyacente al momento t :

- Si S_t es mayor al precio de ejercicio X , entonces, no se ejercerá la opción y el resultado será nulo
- En caso de que S_t sea menor al precio de ejercicio X , el resultado será $X - S_t$, lo cual constituye una recta que corta ambos ejes en el valor X , formando de esta manera un ángulo de 45° con los dos.

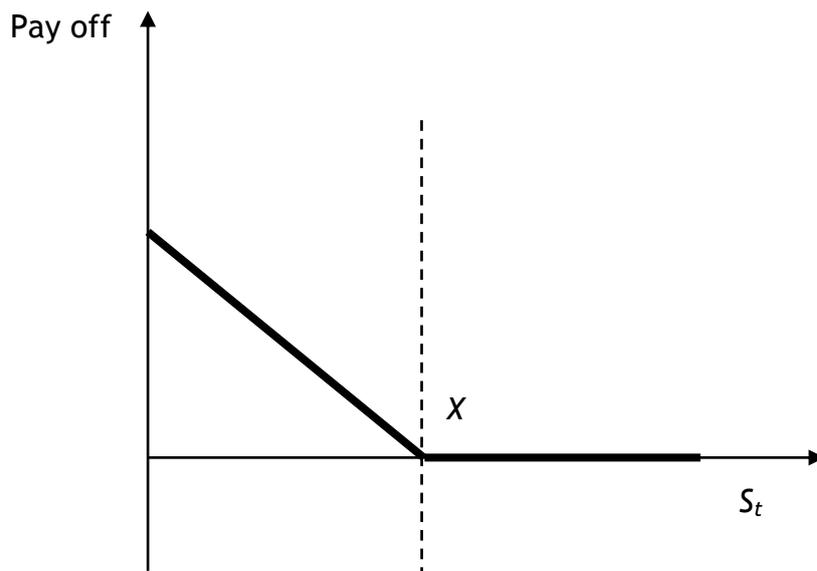


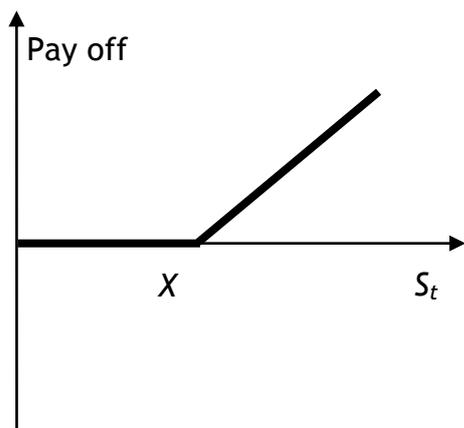
Figura 3: Pay off de opción de venta

Posiciones en opciones

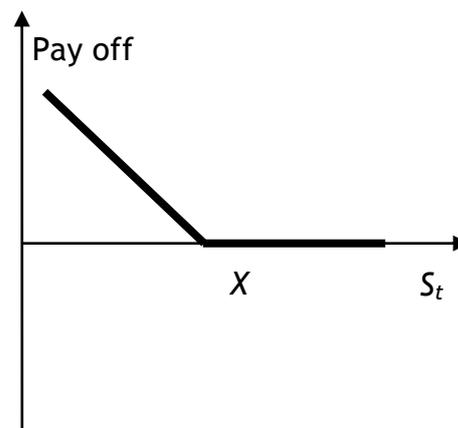
En cada contrato de opciones hay dos partes. En una parte está el inversor que ha tomado la posición larga (es decir, ha comprado la opción). En la otra parte está el inversor que ha tomado la posición corta (es decir, ha emitido o vendido la opción). El emisor de una opción recibe una paga en metálico pero tiene pasivos potenciales más adelante. Su beneficio/pérdida es la contraria de la del comprador de la opción.

Por lo tanto existen cuatro tipos de posiciones en opciones:

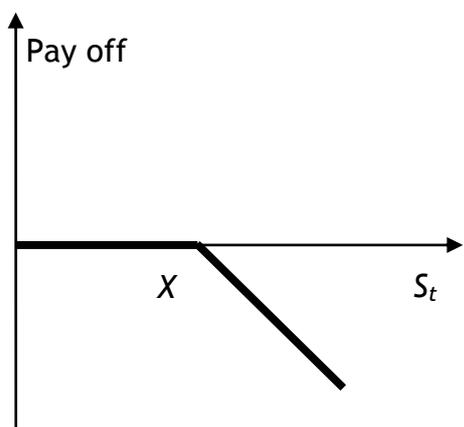
- a) Posición larga en una opción de compra
- b) Posición larga en una opción de venta
- c) Posición corta en una opción de compra.
- d) Posición corta en una opción de venta.



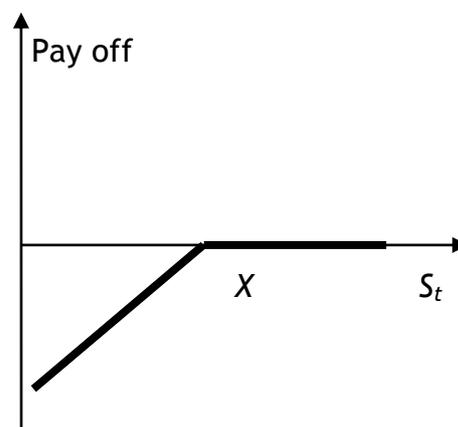
a) Posición larga en opción de compra



b) Posición larga en opción de venta



c) Posición corta en opción de venta



d) Posición corta en opción de venta

Los pagos finales (Pay off) para cada caso son:

- a) Posición larga en opción de compra: $\max (S_T - X ; 0)$
- b) Posición larga en opción de venta: $\max (X - S_T ; 0)$
- c) Posición corta en opción de compra: $-\max (S_T - X ; 0) = \min (X - S_T ; 0)$
- d) Posición corta en opción de venta: $-\max (X - S_T ; 0) = \min (S_T - X ; 0)$

2.2.3 Factores determinantes de los precios de las opciones

1. El precio actual del activo, S_0
2. El precio de ejercicio, X
3. El tiempo hasta el vencimiento, T
4. La variabilidad o volatilidad del precio del activo, σ
5. El tipo de interés libre de riesgo, r
6. Los dividendos esperados durante la vida de la opción

Consideremos que sucede con el precio de las opciones cuando uno de estos factores varía y los demás se mantienen fijos.

Los resultados están resumidos en la tabla siguiente:

Variable	Opción europea de compra	Opción europea de venta	Opción americana de compra	Opción americana de venta
Precio del activo	+	-	+	-
Precio de ejercicio	-	+	-	+
Tiempo hasta el vencimiento	?	?	+	+
Volatilidad	+	+	+	+
Tipo de interés libre de riesgo	+	-	+	-
Dividendos	-	+	-	+

Nota: + : Incremento en la variable produce incremento del precio de la opción. - : Incremento en la variable produce reducción del precio de la opción. ? : Relación incierta.

A continuación se analizarán cada uno de los factores nombrados anteriormente, haciendo la salvedad que para este análisis, el activo subyacente se considera que son acciones.

Precio del activo y precio de ejercicio

Si se ejerce en algún momento en el futuro, el ingreso o pago final (pay off) obtenido de una opción de compra será la cantidad en la que el precio del activo excede el precio de ejercicio. Las opciones de compra, por lo tanto, tienen un mayor valor cuando el precio del activo aumenta y valen menos cuando el precio de ejercicio aumenta. Para una opción de venta, el pay off obtenido del ejercicio es la cantidad en la que el precio de ejercicio excede el precio del activo. En las opciones de venta, por lo tanto, sucede lo contrario que en las opciones de compra. Tienen menos valor cuando el precio del activo aumenta y más valor cuando es el precio de ejercicio el que sube

Tiempo hasta el vencimiento

Consideremos ahora el efecto de la fecha de vencimiento. Las opciones americanas de compra y venta tienen un mayor valor cuando el tiempo hasta el vencimiento aumenta. El propietario de la opción de mayor vencimiento tiene todas las oportunidades de ejercicio abiertas al propietario de la opción de menor vencimiento, y más.

La opción con mayor vencimiento, por lo tanto, debe valer al menos tanto como la opción de menor vencimiento.

Las opciones europeas de compra y venta suelen valer más cuando el tiempo hasta el vencimiento crece pero esto no siempre es cierto. Consideremos dos opciones europeas de compra sobre acciones, una con una fecha de vencimiento a un mes, la otra con un vencimiento a dos meses. Supongamos que se espera un dividendo muy grande dentro de seis semanas. El dividendo hará que el precio de las acciones baje y, por tanto, es posible que esto lleve a que la opción con menor vencimiento tenga mayor valor que la opción con un vencimiento superior.

Volatilidad

Hablando en general, la *volatilidad* del precio de las acciones es una medida de la incertidumbre sobre los movimientos futuros del precio de las acciones en el futuro. Cuando la volatilidad aumenta, la posibilidad de que las acciones vayan muy bien o muy mal aumenta. Para el propietario de las acciones, estos dos resultados tienden a compensarse el uno con el otro. Sin embargo, esto no es así para el propietario de una opción de compra o venta. El propietario de una opción de compra se beneficia de los incrementos de precio pero ha limitado el riesgo a la baja en el caso de una disminución del precio, de modo que su pérdida máxima es el precio de la opción.

De manera similar el propietario de una opción de venta se beneficia de las disminuciones de precio pero tiene limitado el riesgo a la baja si se produce una subida en el precio. El valor de ambas opciones, de compra y de venta, aumenta cuando la volatilidad aumenta.

Tipo de interés libre de riesgo

El tipo de interés libre de riesgo afecta al precio de una opción de forma menos clara. Cuando los tipos de interés en la economía aumentan, la tasa esperada de crecimiento en el precio de las acciones tiende a subir. Sin embargo, el valor actual de cualquiera de los flujos de caja futuros recibidos por el propietario de la opción disminuye. Estos dos efectos tienden a disminuir el precio de una opción de venta. Por lo tanto, el precio de la opción de venta baja cuando el tipo de interés libre de riesgo sube.

En el caso de las opciones de compra, el primer efecto tiende a incrementar el precio, mientras que el segundo tiende a disminuirlo. Puede demostrarse que el primer efecto siempre domina al segundo⁽³⁾; esto es, los precios de las opciones de compra siempre aumentan cuando el tipo de interés libre de riesgo sube.

(3) Hull John, 2002 - 4ª Edición - *Introducción a los mercados de futuros y opciones*, Pág. 209

Dividendos

Los dividendos tienen el efecto de reducir el precio de las acciones en la fecha siguiente al pago de dividendos. Esto son malas noticias para el precio de las opciones de compra y buenas para el precio de las opciones de venta. Los precios de las opciones de compra están, por lo tanto, relacionados de manera negativa, con la cuantía de cualquier dividendo anticipado, y los valores de las opciones de venta están relacionados positivamente con la cuantía de cualquier dividendo anticipado.

2.3 Valoración con árboles binomiales

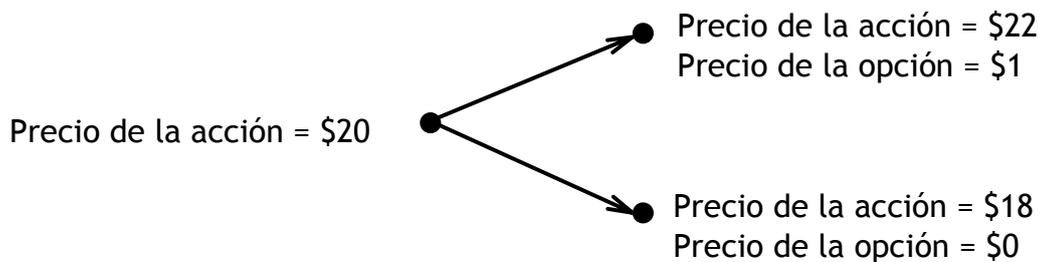
2.3.1 Modelo binomial de un período

Una técnica muy útil y utilizada para valorar opciones sobre acciones se basa en construir lo que se conoce como *árbol binomial*⁽⁴⁾. Éste es un esquema en árbol que representa diferentes trayectorias posibles que puede seguir el precio de las acciones subyacentes durante la vida de la opción.

Consideremos una situación sencilla donde el precio actual de las acciones es de 20 pesos y se sabe que al final de tres meses será 22 o 18 pesos. Supongamos que estamos interesados en valorar una opción Europea de compra sobre las acciones por 21 pesos dentro de tres meses. Esta opción tendrá uno de los dos valores al final de los tres meses. Si el precio de las acciones termina siendo 22 pesos, el valor de la opción será 1 peso; si el precio de las acciones resulta de 18 pesos, el valor de la opción será cero.

(4) Hull John, 2002 - 4ª Edición - *Introducción a los mercados de futuros y opciones*, Pág 247

Esto está ilustrado en la figura que sigue a continuación:



Se puede utilizar un procedimiento relativamente sencillo para poner precio a la opción en este ejemplo. El único supuesto que necesitamos es el que no haya oportunidad de arbitraje para un inversor.

Consideramos una cartera compuesta por acciones y la opción de manera que no haya incertidumbre sobre el valor de la cartera al final de los tres meses. Entonces, dado que la cartera no tiene riesgo, el rendimiento generado por ella debe ser igual al tipo de interés libre de riesgo. Esto nos permite deducir el costo inicial de la cartera y, por lo tanto, el precio de la opción. Si hay dos activos financieros (las acciones y la opción sobre acciones) y sólo dos resultados posibles, siempre es posible construir la **cartera libre de riesgo**.

Consideremos una cartera consistente en una posición larga en Δ acciones y una posición corta en una opción de compra. Calcularemos el valor de Δ que hace que la cartera sea libre de riesgo. Si el precio de las acciones pasa de \$20 a \$22, el valor de las acciones será $22\Delta - 1$. Si el precio de las acciones baja de 20 a 18, el valor de las acciones es 18Δ y el valor de la opción es cero con lo que el valor total de la cartera es 18Δ .

La cartera será libre de riesgo si el valor de Δ se elige de forma que el valor final de la cartera sea igual en ambas alternativas. Esto significa que

$$22\Delta - 1 = 18\Delta$$

$$\text{De donde } \Delta = 0,25$$

La cartera libre de riesgo será, por lo tanto:

Posición larga: 0,25 acciones

Posición corta: 1 opción

Si el precio de las acciones sube a 22, el valor de la cartera será:

$$(22 \times 0,25) - 1 = 4,5$$

Si el precio de las acciones baja a 18, el valor de la cartera ahora será:

$$18 \times 0,25 = 4,5$$

Sin importar si el precio de las acciones sube o baja, el valor de la cartera siempre es 4,5 al final de la vida de la opción.

Las carteras libres de riesgo, en *ausencia de oportunidades de arbitraje*, ganan el tipo de interés libre de riesgo. Supongamos que en este caso el tipo de interés libre de riesgo es el 12% anual. Deducimos que el valor de cartera hoy debe ser el valor actual de 4,5 o:

$$4,5 e^{(-0,12 \times 0,25)} = 4,367$$

Recordando que la tasa continua es $1+i = e^r$

Se sabe que el valor actual del precio de las acciones es 20. Supongamos que el precio de la opción se denota por f . El valor de la cartera hoy será, por tanto,

$$20 \times 0,25 - f = 5 - f$$

$$f = 0,633$$

Esto demuestra que en *ausencia de oportunidades de arbitraje* el valor actual de la opción debe ser de 0,633 pesos. Si el valor de la opción fuese mayor que 0,633, la cartera en el instante inicial costaría menos que 4,367 y ganaría más que el tipo de interés libre de riesgo. Si el valor de la opción fuese menor que 0,633, vender a corto la cartera proporcionaría un préstamo a un interés menor que el libre de riesgo.

Podemos generalizar el argumento que acabamos de presentar considerando acciones cuyo precio es S_0 y una opción sobre las acciones cuyo precio actual es f . Supongamos que la opción durase un tiempo T y que durante la vida de la opción el precio de las acciones pudiera tanto moverse por encima de S_0 hasta un nuevo nivel S_0u , o moverse hacia abajo hasta un nuevo nivel S_0d ($u > 1$; $d < 1$). El incremento proporcional en el precio de las acciones cuando hay un movimiento hacia arriba es $u-1$; el descenso proporcional en el precio de las acciones cuando hay un movimiento hacia abajo es $1-d$. Si el precio de las acciones sube hasta S_0u , suponemos que el beneficio bruto (payoff) de la opción es fu ; si el precio baja hasta S_0d , suponemos que el beneficio bruto (payoff) de la opción es fd . La situación está ilustrada a continuación:

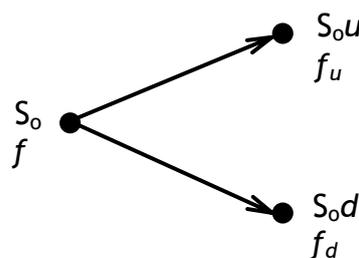


Figura 4

Al igual que antes, imaginemos una cartera que consiste en una posición larga en Δ acciones y una posición corta en una opción. Calculamos el valor de Δ que hace que la cartera sea libre de riesgo.

Si hay un movimiento de subida en el precio de las acciones, el valor de la cartera al final de la vida de la opción será:

$$S_0u \Delta - f_u$$

Mientras que si hay un movimiento de bajada en el precio de las acciones, éste será:

$$S_0d \Delta - f_d$$

Los dos valores de cartera son iguales cuando

$$S_0u \Delta - f_u = S_0d \Delta - f_d$$

De donde:

$$\Delta = \frac{f_u - f_d}{S_0u - S_0d} \quad (2.1)$$

En este caso la cartera es libre de riesgo y debe ganar el tipo de interés libre de riesgo. La ecuación (2.1) muestra que Δ es el ratio entre el incremento en el precio de la opción y la variación en el precio de las acciones cuando nos movemos entre nodos.

Denotando al tipo de interés libre de riesgo r , el valor actual de la cartera debe ser :

$$(S_0u \Delta - f_u) e^{-rT}$$

El costo de establecimiento de la cartera será:

$$S_0\Delta - f$$

A ello sigue que

$$S_0\Delta - f = (Su\Delta - f_u) e^{-rT}$$

o

$$f = S_0 - P(Su\Delta - f_u) e^{-rT}$$

Sustituyendo la ecuación (2.1) para Δ y simplificando, esta ecuación se reduce a

$$f = e^{-rT} [pf_u + (1-p)f_d] \quad (2.2)$$

Donde

$$p = \frac{e^{rT} - d}{u - d} \quad (2.3)$$

Las ecuaciones (2.2) y (2.3) permiten valorar una opción utilizando un modelo binomial de un período.

En el ejemplo numérico de la página 36, $u = 1,1$; $d = 0,9$; $r = 0,12$; $T = 0,25$ y $f = 0$.

De la ecuación (2.3)

$$p = \frac{e^{(0,12 \times 0,25)} - 0,9}{1,1 - 0,9} = 0,6523$$

y a partir de la ecuación (2.2)

$$f = e^{-0,12 \times 0,25} (0,6523 \times 1 + 0,3477 \times 0) = 0,633$$

El resultado concuerda con el obtenido anteriormente (véase página 38).

Cabe realizar una aclaración con respecto a la ecuación (2.2), ya que la misma no incluye las probabilidades de movimiento de subida o de bajada del precio de las acciones. Por ejemplo, obtenemos el mismo precio para la opción cuando la probabilidad de una subida es 0,5 o cuando es 0,9.

Esto es sorprendente y parece contraintuitivo. Es natural pensar que, cuando aumenta la probabilidad de una subida en el precio de las acciones, el valor de la opción de compra sobre las acciones se incremente y el valor de una opción de venta sobre las acciones disminuya. Éste no es el caso.

La razón clave para esto es que no estamos valorando la opción en términos absolutos. Estamos calculando su valor en relación al precio de las acciones subyacentes. Las probabilidades de futuros movimientos hacia arriba o hacia abajo ya están incorporadas en el precio de las acciones. Resulta, por tanto, que no necesitamos tomarlas en cuenta de nuevo cuando valoramos la opción en términos del precio de las acciones.

2.3.2 Valoración neutral al riesgo (risk-neutral valuation)

A pesar de que no necesitamos hacer ningún supuesto sobre las probabilidades de subidas y bajadas para obtener la ecuación (2.2), es natural interpretar la variable p en la ecuación (2.2) como la probabilidad de una subida en el precio de las acciones. La variable $1-p$ es entonces la probabilidad de una bajada y la expresión:

$$p f_u = (1-p) f_d$$

es el beneficio bruto esperado de la opción. A partir de esta interpretación de p , la ecuación (2.2) establece que el valor de la opción hoy es su valor futuro esperado descontado al tipo de interés libre de riesgo.

Ahora veremos el rendimiento esperado de las acciones cuando suponemos que la probabilidad de una subida es p . El precio esperado de las acciones en el momento T , $E(S_T)$, viene dado por:

$$E(S_T) = p S_0 u + (1-p) S_0 d$$

o

$$E(S_T) = p S_0 (u-d) + S_0 d$$

Sustituyendo en la ecuación (2.3) por p , ésta se reduce a:

$$E(S_T) = S_0 e^{rT} \quad (2.4)$$

Demostrando que el precio de las acciones crece en proporción al tipo de interés libre de riesgo. Establecer la probabilidad implícita de una subida igual a p es, por lo tanto, equivalente a suponer que el rendimiento de las acciones es igual al tipo de interés libre de riesgo.

Nos referiremos a un mundo donde los particulares son neutrales al riesgo como un *mundo neutral al riesgo*. En este mundo los inversores no necesitan compensaciones por el riesgo y el rendimiento esperado sobre todos los activos es el tipo de interés libre de riesgo. La ecuación (2.4) muestra que estamos suponiendo un mundo neutral al riesgo cuando fijamos la probabilidad implícita de movimiento al alza igual a p . La ecuación (2.2) muestra que el precio de la opción es su beneficio bruto esperado en un entorno neutral al riesgo descontado al tipo de interés libre de riesgo.

Esto resulta en un ejemplo de un principio general importante en la valoración de opciones conocido como *principio de valoración neutral al riesgo*. Éste establece que podemos suponer que el mundo es neutral al riesgo cuando valoramos opciones. Los precios que conseguimos son correctos no sólo en un mundo neutral al riesgo, sino también en otros entornos.

Revisión del modelo binomial de un período

Para ilustrar el principio de la valoración neutral al riesgo de forma más amplia, consideremos de nuevo el ejemplo de la página 36. El precio de las acciones actualmente es \$20 y se moverá a \$18 o a \$22 al final de los tres meses. La opción considerada es una opción Europea de compra con un precio de ejercicio de \$21 y fecha de vencimiento dentro de tres meses. El tipo de interés libre de riesgo es el 12% anual.

Llamaremos p a la probabilidad de una subida en el precio de las acciones en un mundo neutral al riesgo. En este mundo el rendimiento esperado de las acciones debe ser el tipo de interés libre de riesgo del 12%. Esto significa que p debe satisfacer:

$$22p + 18(1-p) = 20 e^{(0,12 \times 0,25)}$$

$$4p = 20 e^{(0,12 \times 0,25)} - 18$$

Finalmente

$$p = 0,6523 \text{ y } (1-p) = 0,3477$$

Al final de los tres meses la opción de compra tiene una probabilidad de 0,6523 de valer 1 y una probabilidad de 0,3477 de valer 0. Su valor esperado es, por lo tanto:

$$0,6523 \times 1 + 0,3477 \times 0 = 0,6523$$

Descontando al tipo de interés libre de riesgo, el valor de la opción hoy será:

$$0,6523 e^{-0,12 \times 0,25}$$

Lo que es igual a 0,633 pesos. Éste es el mismo valor obtenido anteriormente, demostrando que los argumentos de no arbitraje y valoración neutral al riesgo dan igual resultado.

2.3.3 Árboles binomiales de dos períodos

Podemos extender el análisis a un árbol binomial de dos períodos semejante al que se muestra en la figura siguiente:

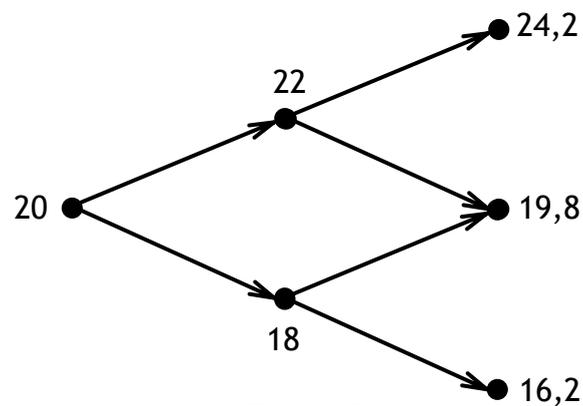


Figura 5

Aquí el precio de las acciones empieza en \$20 y en cada uno de los dos períodos puede subir o bajar un 10%. Supongamos que cada período es de tres meses de duración y el tipo de interés libre de riesgo es del 12% anual. Al igual que antes, consideremos una opción con un precio de ejercicio de \$21.

El objetivo de nuestro análisis es calcular el precio de la opción en el nodo inicial del árbol. Los precios de las opciones de los nodos finales del árbol pueden calcularse fácilmente. Son los beneficios brutos (payoffs) de la opción. En el nodo D el precio de las acciones es 24,2 y el precio de la opción es $24,2 - 21 = 3,2$; en los nodos E y F, la opción está fuera de dinero (*out of the Money*) y su valor es cero.

El número superior en cada nodo es el precio de la acción, mientras que el número inferior es el precio de la opción.

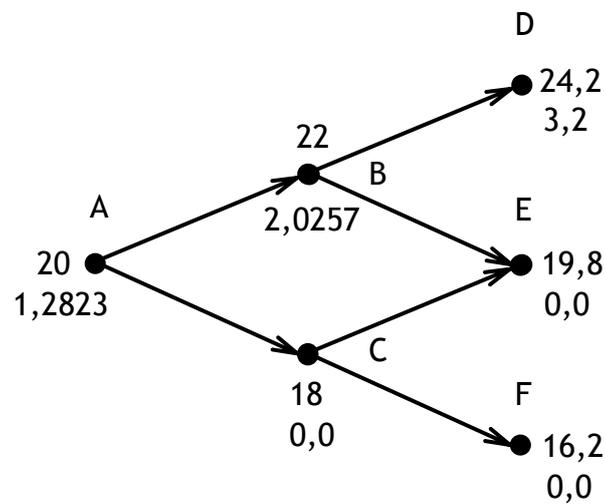


Figura 6

En nodo C el precio de la opción es cero, porque el nodo C conduce al nodo E o al nodo F y en ambos nodos el precio de la opción es cero. Calculamos el precio de la opción en el nodo B centrando nuestra atención en la parte del árbol mostrada en el Figura 7. Utilizando la notación introducida anteriormente en la unidad, tenemos que:

$$\begin{aligned}
 u &= 1,1 \\
 d &= 0,9 \\
 r &= 0,12 \\
 T &= 0,25
 \end{aligned}$$

De la ecuación 2.3 tenemos que :

$$\begin{aligned}
 p &= [e^{(0,12 \times 0,25)} - 0,9] / [1,1 - 0,9] = 0,6523 \\
 1-p &= 1 - 0,6523 = 0,3477
 \end{aligned}$$

Luego de la ecuación 2.2 obtenemos que el valor de la opción en el nodo B es:

$$f = e^{-0,12 \times 0,25} (0,6523 \times 3,2 + 0,3477 \times 0) = 2,0257$$

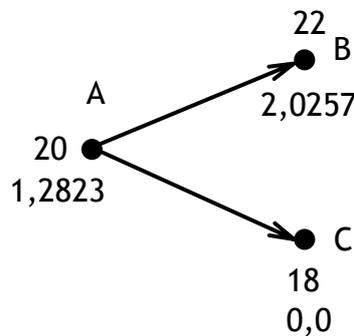


Figura 7

Finalmente para calcular el precio de la opción en el nodo A, sabemos que el valor de la opción en el nodo B es 2,0257 y en el nodo C es 0. Por lo tanto aplicando nuevamente la ecuación 2.2, llegamos a:

$$f = e^{-0,12 \times 0,25} (0,6523 \times 2,0257 + 0,3477 \times 0) = 1,283$$

El precio de la opción es \$ 1,2823.

Generalización del caso

Podemos generalizar el caso de los dos períodos considerando la situación que se muestra en el Figura 8. El precio inicial de las acciones es S_0 . Durante cada período de tiempo este precio se mueve tanto hacia arriba u veces su valor inicial o hacia abajo d veces su valor inicial. La notación para el valor de la opción se ve en el árbol. (Por ejemplo, después de dos movimientos hacia arriba, el valor de la opción es f_{uu} .) Suponemos que el tipo de interés libre de riesgo es r y que la duración del período es δt años.

Aplicando repetidamente la ecuación (2.2) da:

$$f_u = e^{-r\delta t} [pf_{uu} + (1-p) f_{ud}] \quad (2.5)$$

$$f_d = e^{-r\delta t} [pf_{ud} + (1-p) f_{dd}] \quad (2.6)$$

$$f = e^{-r\delta t} [pf_u + (1-p) f_d] \quad (2.7)$$

Sustituyendo las ecuaciones (2.5) y (2.6) en la (2.7), obtenemos:

$$f = e^{-2r\delta t} [p^2 f_{uu} + 2p(1-p) f_{ud} + (1-p)^2 f_{dd}] \quad (2.8)$$

Esto es consistente con el principio de valoración neutral al riesgo mencionado anteriormente. Las variables p^2 , $2p(1-p)$ y $(1-p)^2$ son las probabilidades de obtener los nodos alto, medio y bajo finales. El precio de la opción es igual a su beneficio bruto esperado en un mundo neutral al riesgo descontado al tipo de interés libre de riesgo.

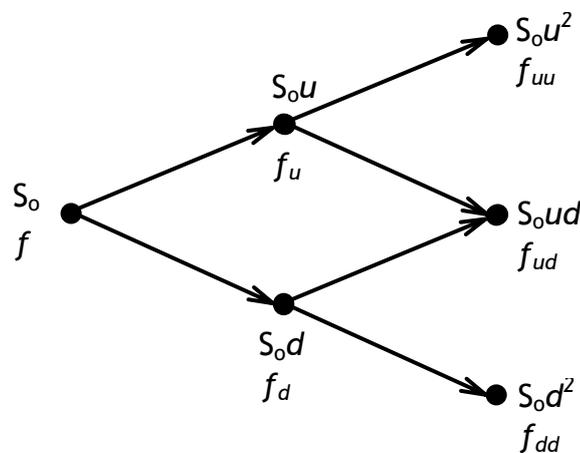


Figura 8

Si generalizamos el uso de árboles binomiales aún más extensamente añadiendo más períodos al árbol, encontraremos que el principio de valoración neutral al riesgo continúa siendo válido. El precio de la opción es siempre igual a su beneficio bruto esperado en un mundo neutral al riesgo, descontado al tipo de interés libre de riesgo.

2.3.4 Opciones Americanas

Hasta ahora todas las opciones que hemos considerado han sido Europeas. Ahora consideraremos cómo pueden valorarse las opciones Americanas utilizando árboles semejantes a los de la figura 6. El procedimiento es el de trabajar hacia atrás en el árbol, desde el final hasta el principio, estudiando en cada nodo si es óptimo el ejercicio antes del vencimiento. El valor de la opción en los nodos finales es el mismo que para la opción europea. En los nodos iniciales el valor de la opción es mayor entre:

- 1) El valor dado por la ecuación (2.2); y
- 2) El beneficio bruto (*payoff*) del ejercicio antes del vencimiento.

Consideremos un ejemplo para clarificar el tema, la figura 9 muestra el árbol de decisión para el mismo.

La opción es Americana de venta a dos años con un precio de ejercicio de \$52 sobre unas acciones cuyo precio actual es \$50. Suponemos que hay dos períodos anuales y en cada uno el precio de las acciones se mueve hacia arriba o abajo en un 20%. El interés libre de riesgo es el 5%.

En el nodo B, la ecuación (2.2) da el valor de la opción como 1,487 mientras el beneficio bruto (*payoff*) del ejercicio antes del vencimiento es negativo (= -8). Claramente el ejercicio antes del vencimiento no es lo mejor en el nodo B y el valor de la opción en este nodo es 1,487. En el nodo C, la ecuación (2.2) da el valor de la opción como 9,948, mientras que el beneficio bruto (*payoff*) del ejercicio antes del vencimiento es 12,0. En este caso, es óptimo el ejercicio antes del vencimiento y el valor de la opción es 12,0. En el nodo inicial A, el valor dado por la ecuación (2.2) es:

$$f = e^{-0,05 \times 1} (0,6282 \times 1,4872 + 0,3718 \times 12) = 5,136$$

mientras que el beneficio bruto (*payoff*) del ejercicio antes del vencimiento es 2,0. En este caso, el ejercicio antes del vencimiento no es óptimo. El valor de la opción es, por lo tanto \$ 5,136.

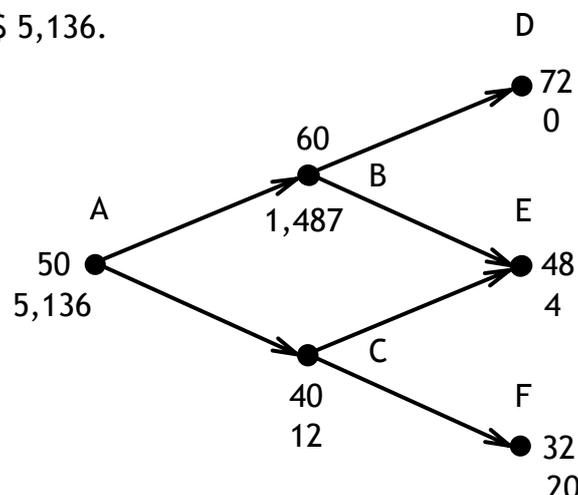


Figura 9

2.4 Valoración de opciones sobre acciones: el modelo Black-Scholes

A principios de los años 70, Fischer Black, Myron Scholes y Robert Merton hicieron una contribución fundamental en la valoración de las opciones sobre acciones ⁽⁵⁾. Esto ha supuesto el desarrollo de lo que se ha conocido como el modelo Black-Scholes. Este modelo ha tenido una enorme influencia en la forma en la que los operadores del mercado valoran y realizan coberturas con opciones. También ha sido una pieza clave en el crecimiento y éxito de la ingeniería financiera en los años 80 y 90.

Un reconocimiento a la importancia del modelo llegó en 1997 cuando Myron Scholes y Robert Merton fueron galardonados con el premio Nobel de Economía.

Lamentablemente Fischer Black murió en 1995. De no haber sido así, indudablemente también habría sido uno de los galardonados.

2.4.1 Supuestos del modelo Black-Scholes

Los supuestos hechos por Black y Scholes cuando derivaron su fórmula de valoración de opciones fueron los siguientes:

- 1) El comportamiento del precio de las acciones corresponde al modelo lognormal con μ y σ constantes.
- 2) No hay costos de transacción o impuestos. Todos los activos financieros son perfectamente divisibles.
- 3) No hay dividendos sobre acciones durante la vida de la opción.
- 4) No hay oportunidades de arbitraje libres de riesgo.
- 5) La negociación de valores financieros es continua.
- 6) Los inversores pueden prestar o pedir prestado al mismo tipo de interés libre de riesgo.
- 7) El tipo de interés libre de riesgo a corto plazo, r , es constante.

(5) F. Black y M. Scholes, *The Pricing of Options and Corporate Liabilities*, Pag 637-659; y R.C. Merton, *Theory of Rational Option Pricing*, *Bell Journal of Economics and Management Science* 4 (Primavera 1973), Pag 141-183

2.4.2 El análisis Black-Scholes

El análisis Black-Scholes es análogo al de no arbitraje utilizado en el punto 2.3.1 para valorar opciones cuando los cambios en el precio de las acciones son binomiales. Se establece una cartera libre de riesgo consistente en una posición en la opción y una posición en las acciones subyacentes. En ausencia de oportunidades de arbitraje, el rendimiento de la cartera debe ser el tipo de interés libre de riesgo, r . Esto nos lleva a una ecuación diferencial que debe ser satisfecha por la opción.

La razón por la que puede establecerse una cartera libre de riesgo es que el precio de las acciones y el precio de la opción están afectados por la misma fuente de incertidumbre: los movimientos del precio de las acciones.

En cualquier período corto de tiempo, el precio de una opción de compra está perfecta y positivamente correlacionado con el precio de las acciones subyacentes; el precio de una opción de venta está perfecta y negativamente correlacionado con el precio de las acciones subyacentes.

En ambos casos, cuando se establece una cartera apropiada de las acciones y de la opción, el beneficio o pérdida de la posición de las acciones siempre compensa el beneficio o pérdida de la posición de la opción, de modo que se conoce con seguridad el valor total de la cartera al final del período corto de tiempo.

Supongamos, por ejemplo, que, en un momento determinado, la relación entre un cambio pequeño en el precio de las acciones δS y la pequeña variación resultante en el precio de la opción Europea de compra δc , viene dado por:

$$\delta c = 0,4 \delta S$$

Esto significa que la pendiente de la línea que representa la relación entre c y S es 0,4. La cartera libre de riesgo consistiría en :

- 1) Una posición larga en 0,4 acciones.
- 2) Una posición corta en 1 opción de compra.

Hay una diferencia importante entre el análisis Black-Scholes/Merton y el análisis que utiliza el modelo binomial. En Black-Scholes/Merton la posición que se establece es libre de riesgo sólo para un período de tiempo muy corto. (Teóricamente, permanece libre de riesgo sólo por un instante.) Para permanecer libre de riesgo debe ajustarse frecuentemente o *redefinirse*.

Por ejemplo, la relación entre δc y δS puede cambiar de $\delta c = 0,4 \delta S$ hoy a $\delta c = 0,5 \delta S$ en dos semanas. (Si esto ocurre, deberían comprarse 0,1 acciones extra por cada opción vendida para mantener la cartera libre de riesgo.)

Es cierto, sin embargo, que el rendimiento de una cartera libre de riesgo en cualquier período corto de tiempo debe ser el tipo de interés libre de riesgo.

Éste es el elemento clave en los argumentos de Black-Scholes/Merton y conduce a sus fórmulas de valoración.

2.4.3 Las fórmulas de valoración

Las fórmulas de Black-Scholes para los precios de opciones Europeas de compra y de venta sobre acciones que no pagan dividendos son:

$$c = S_0 N(d_1) - X e^{-rT} N(d_2) \quad (2.9)$$

$$p = X e^{-rT} N(-d_2) - S_0 N(-d_1) \quad (2.10)$$

Donde:

$$d_1 = \frac{\ln(S_0/X) + (r + \sigma^2/2)T}{\sigma \sqrt{T}}$$

$$d_2 = \frac{\ln(S_0/X) + (r - \sigma^2/2)T}{\sigma \sqrt{T}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

La función $N(x)$ es la función de distribución de probabilidad para una variable normal estandarizada. En otras palabras, es la probabilidad de que una variable aleatoria con una distribución normal estándar, $\phi(0,1)$, sea menor que x . Las variables c y p son los precios de las opciones europeas de compra y venta, S_0 es el precio de las acciones, X es el precio de ejercicio, r es el tipo de interés libre de riesgo, T es el tiempo hasta el vencimiento, y σ es la volatilidad del precio de las acciones.

Dado que el precio de una opción Americana de compra, C , es igual al precio de la opción Europea de compra c , para unas acciones que no pagan dividendos, la ecuación (2.9) también da el precio de una opción Americana de compra.

Desafortunadamente no se ha obtenido ninguna fórmula analítica exacta para el precio de una opción Americana de venta sobre acciones que no pagan dividendos.

Para el caso de una valoración de una binomial de infinitos pasos, la misma coincide con el método de Black-Scholes

2.5 Valuación utilizando Opciones Reales

Previamente se nombraron las opciones reales como una metodología para valorar proyectos de inversión. Aquí se presentarán formalmente a las opciones reales⁽⁶⁾, describiendo brevemente las distintas formas que pueden tomar dentro de un proyecto de inversión.

Sin embargo, no todos los proyectos de inversión poseen o contienen opciones reales. La existencia o no de las mismas está sujeta a diferentes factores y características de las inversiones, siendo la incertidumbre de la inversión un factor clave.

(6) BACCHINI, Roberto, GARCIA FRONTI, Javier y MARQUEZ Ezequiel : *Evaluación de Inversiones con Opciones Reales utilizando Excel*. Editorial Omicron, Bs. As 2007

Incertidumbre y flexibilidad

Existen dos componentes esenciales, sin los cuales las opciones reales no podrían presentarse: **la incertidumbre y la flexibilidad**. Estos dos conceptos son fundamentales para entender cuando un proyecto de inversión puede contener una opción real y poder determinar el valor de esta opción.

El primero de ellos es el concepto de **incertidumbre**.

Entendiendo a las opciones reales como el derecho a tomar una decisión respecto a una inversión para adecuarla a las posibles situaciones que se presentan en cada período, se supone que existe un entorno con incertidumbre.

Esta provoca que una decisión tomada en un momento determinado no sea la mejor decisión en un futuro cercano, ya que las condiciones en las cuales se ha tomado dicha decisión han cambiado.

En lo que se refiere a proyectos de inversión, para una empresa es importante la incertidumbre de distintas variables económicas en general, entre las que encontramos en comportamiento de la economía (crecimiento o caída), la inflación o la evolución del mercado en el que se desempeña la empresa, así como las variables propias de la empresa y el proyecto de inversión, en cuanto a precio y productividad (si se trata de la venta de un producto).

Si una inversión no posee esta incertidumbre, la decisión que se toma al inicio y la planificación de la inversión no se verá afectada. Por lo tanto, las opciones reales no tienen razón de existir, ya que no hay decisiones futuras que se deban tomar sobre la inversión. Sin embargo, en la presencia de incertidumbre la planificación inicial que se realiza sobre un proyecto de inversión puede diferir en gran medida del desarrollo que luego tendrá esta inversión. En este escenario es donde cobran valor las opciones reales, brindándole cierto margen de acción a la gerencia de la empresa. Este margen que posee la gerencia es lo que denominamos Flexibilidad.

La **flexibilidad** es la capacidad que tiene la empresa de modificar un proyecto de inversión, de manera de adaptarlo a los cambios que se dan en el entorno, de adecuarlo ante la incertidumbre. Cabe destacar que la flexibilidad no es un atributo de la empresa, sino que es una propiedad del proyecto de inversión, el cual debe ser capaz de adecuarse a distintos escenarios.

Pero para que esta flexibilidad dé lugar a la existencia de opciones reales debe ser consecuencia de un aprendizaje. Y este es el tercer concepto importante que debe estar presente para que se manifieste una opción real.

En un marco de incertidumbre, la empresa debe ser capaz de aprender y obtener información sobre la inversión, que le permita tomar decisiones que optimicen la inversión.

A continuación se describirán los distintos tipos de opciones reales, identificando los componentes particulares en cada una de ellas, así como una primera aproximación de la valuación de las mismas.

2.5.1 Diferir la inversión

Entre los elementos que deben estar presentes para que existan las opciones reales, se nombró a la flexibilidad. Y es esta flexibilidad la que genera el valor de las opciones reales. El valor de las opciones reales es el valor de la flexibilidad de una inversión.

Se considerará un tipo de flexibilidad, dada por la posibilidad de diferir una inversión, es decir, poder posponer por un tiempo la decisión de realizar una inversión. Durante este periodo la empresa puede obtener información acerca de la inversión, del mercado, etc., que le permita tomar una decisión más acertada.

La opción de diferir una inversión puede entenderse como una **opción de compra americana**. La empresa tiene en sus manos la opción de invertir en un proyecto de inversión, cuyo valor está dado por el valor actual de los flujos de fondos futuros, el

cual puede comprar si realiza la inversión. Si la empresa no realiza la inversión, sigue teniendo en su poder la opción de invertir.

Comparándolo con una opción financiera de compra americana, *el activo subyacente* es el valor de los flujos de fondos futuros, mientras que *el precio de ejercicio* es el costo de la inversión.

Por último, la posibilidad de diferir no estará abierta por siempre, sino que estará sujeta a las condiciones del mercado y a la competencia. Este límite es el que fijará la fecha de expiración de la opción.

2.5.2 Abandonar el proyecto

Podemos diferenciar dos tipos de inversiones. Por un lado, una empresa puede invertir en un proyecto que obliga a la misma a mantenerse anclada en esa inversión por toda la vida del proyecto, sin importar si el mismo genera pérdidas o ganancias. Por otro lado, existen inversiones que permiten a la empresa abandonar el proyecto cuando éste deja de ser rentable, generando mayores ingresos por venta del proyecto que manteniendo la inversión.

Esta flexibilidad de la inversión, reflejada en la decisión de la empresa de continuar o abandonar el proyecto, es un valor agregado para la inversión. Este valor se puede obtener por medio de la metodología de opciones reales.

Este caso describe una opción de abandonar un proyecto de inversión.

Esta opción es análoga a una **opción de venta americana**, por lo tanto, se valorará de la misma manera.

El activo subyacente estará dado por el valor actual de los flujos de fondos futuros del proyecto de inversión, es decir, el valor de la inversión. A su vez, *el precio de ejercicio*, que será el precio al cual venderá el proyecto de inversión, es el monto que obtendrá la empresa por la venta de las instalaciones y la reasignación de los recursos destinados al proyecto.

Por último, al igual que la opción de diferir, existe un período durante el cual la empresa puede decidir abandonar el proyecto, y ese límite será la *fecha de expiración de la opción*.

2.5.3 Expandir y/o reducir la inversión

Una forma más clara de ver la flexibilidad está dada por la posibilidad que tiene la empresa de expandir o reducir una inversión. En algunos casos, el valor de una inversión puede estar dado no por su flujo de fondos, sino por el valor estratégico de la misma. Y este valor es la posibilidad de generar futuras inversiones a partir de éste, o lo que es lo mismo, reinvertir en el proyecto, aumentando los flujos de fondos futuros.

Por otro lado, la posibilidad de reducir la inversión también permite flexibilizar la inversión, pero en sentido opuesto. De manera similar que la opción de abandonar, en este caso se venden algunos activos, reduciendo la magnitud del proyecto de inversión y reduciendo posibles pérdidas que se puedan estar generando.

Ambas opciones, tanto la de expandir como la de reducir la inversión, permiten a la gerencia de la empresa tomar distintas decisiones para adaptar la inversión en cada momento, y así aumentar las ganancias o reducir las pérdidas. Es decir, se busca optimizar la inversión a partir de decisiones gerenciales durante el desarrollo del proyecto.

La opción de expansión de una inversión en una empresa supone que la misma tiene la posibilidad de realizar una inversión que le permita aumentar los flujos de fondos de una inversión que ya realizó. Haciendo analogía con las opciones financieras, **la opción de expansión es similar a una opción de compra americana.**

La empresa tiene la opción de adquirir determinados flujos de fondos, que surgen de una nueva inversión. Es decir, *el activo subyacente* son los flujos de fondos que se generan a partir de la expansión, mientras que *el precio de ejercicio* está dado por el costo de la expansión. Finalmente, existe una fecha de expiración de la opción dada por el período durante el cual la empresa puede realizar la expansión.

Por otro lado la opción de reducir una inversión es análoga a una **opción de venta americana**, donde el valor del *activo subyacente* está dado por el VAN de la inversión previo a la contracción del proyecto, mientras que *el precio de ejercicio* es el valor que se obtiene por la venta (o reasignación) de las instalaciones que se dejan ociosas luego de la reducción. En este caso, la empresa tiene el derecho de vender un activo (el flujo de fondos que surge de la contracción de la inversión), por un período determinado y por el cual tiene un ingreso predeterminado (el valor de venta de las instalaciones).

Sin embargo, a diferencia de las opciones financieras estándares, el payoff se ve levemente modificado en el caso de la opción de reducción o contracción. En este caso, la empresa recibe el precio de ejercicio (el valor de los activos que se venden o reasignan) y lo que resigna es una parte del valor de los flujos de fondos futuros.

Por lo tanto, podemos escribir el payoff de esta opción real, en la fecha de vencimiento de la misma de la siguiente manera:

$$\text{Payoff} = \max (0; \text{Valor Venta} - \text{FFPerdidos}_T)$$

Donde FFPerdidos_T es el valor actual de los flujos de fondos futuros que se reasignarán debido a la reducción del proyecto, calculado en el momento T en que expira la opción, y ValorVenta es el monto que se recibe al liquidar una parte del proyecto, o el valor que se obtiene por la reasignación de los recursos.

Se utilizará el supuesto de que al reducir el proyecto se reduce en un porcentaje determinado el VAN, por lo cual podemos expresar:

$$\text{FFPerdidos}_T = h \times \text{VAN}_T$$

Donde h es el porcentaje en que se reduce el VAN calculado en el momento T . El payoff puede re expresarse:

$$\text{Payoff} = \max (0; \text{ValorVenta} - h \times \text{VAN}_T)$$

Teniendo en cuenta que la opción es americana, el valor en cada escenario será el mayor entre el resultado por ejercicio y el valor de la opción “viva”. Es decir que en cada nodo se deben comparar los siguientes valores, y el valor de la opción será el mayor de ambos.

Unidad 3

Descripción de la empresa

3.1 La empresa

Sola y Brusa S.A. es una empresa metalmecánica dedicada a la fabricación de remolques en sus variantes de acoplados, semirremolques y carrocerías.

La firma tiene sus orígenes en el año 1961 como un pequeño taller del rubro metalmecánico, resultante de la asociación de dos jóvenes oriundos de la localidad de Franck. Comenzaron sus actividades con la fabricación de una serie de acoplados rurales, lo que les otorgó un lugar de preferencia entre los productores de la zona. A partir de la experiencia adquirida, emprendieron la fabricación de una mayor variedad de productos, siguiendo los lineamientos de calidad y confiabilidad fruto de la capacitación del personal y la investigación e incorporación de nuevas tecnologías, adquiriendo un reconocimiento indiscutido dentro del mercado regional.

De esta manera, la empresa Sola y Brusa S.A. se consolida como líder en el transporte pesado de la Argentina, habiendo sido líder en ventas durante los años 2000 a 2003.

A lo largo de los años la compañía mostró un marcado interés por la incorporación de nuevas tecnologías, a partir de lo cual pudo aumentar la cantidad de piezas producidas, además de su calidad y terminación. Esto quedó en evidencia al adquirir una máquina de corte láser, que requirió de una importante inversión de capital, como así también la adquisición de un brazo robótico para soldadura y un torno de control numérico, entre otras.

Ubicación Geográfica

La empresa se encuentra ubicada en la localidad de Franck, perteneciente al Departamento Las Colonias de la Provincia de Santa Fe. La misma se sitúa a 6 kilómetros de la Ruta Nacional N° 19 que une las ciudades capitales de las provincias de Córdoba y Santa Fe, a 24 kilómetros de esta última.

Sostenida por la Industria Agropecuaria, la localidad de Franck ha ido creciendo y mejorando gracias al esfuerzo de sus habitantes, los cuales son aproximadamente 5000. Dentro de las industrias más importantes de la zona, además de Sola y Brusa, se encuentra la empresa láctea Milkaut, reconocida a nivel Nacional e Internacional.

Infraestructura

En sus orígenes, la firma inició sus actividades en una pequeña fábrica ubicada en el centro de la localidad de Franck. Posteriormente, debido a los requerimientos de espacio y considerando la necesidad de incrementar la capacidad productiva, se inauguró una nueva planta industrial. La misma se encuentra situada sobre la ruta provincial N° 6 y cuenta con más de 7.000 m² cubiertos. Allí se llevan a cabo todas las actividades de producción y se encuentran las oficinas de administración y ventas.

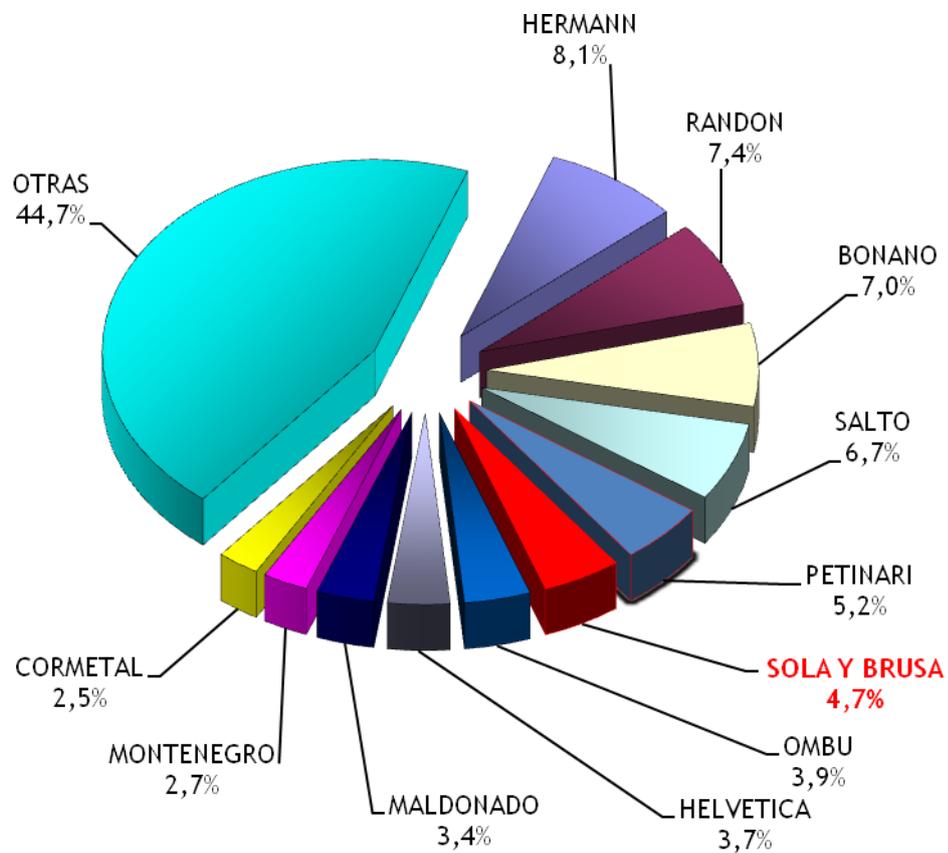
Actualmente, la nueva instalación se divide en una nave principal de producción, en la cual se ubican las líneas correspondientes a armado de chasis y carrozado, tanto de acoplados como de semirremolques, así como una serie de puestos de apoyo dedicados a la fabricación y ensamble de las partes requeridas por las distintas etapas del proceso principal.

Hacia el norte de la nave principal, se ubica un sector de importantes dimensiones dedicado exclusivamente al corte y plegado de las partes componentes, etapa clave del proceso productivo. De la misma manera, en otro galpón independiente se concentra la línea de productos especiales y las estaciones de Lavado, Pintura y Terminación de los productos, antes de ser entregados al cliente.

Participación en el mercado

Los porcentajes de participación de las empresas corresponden al año 2008.

Puede observarse que la firma Sola y Brusa ocupa el puesto 6 en el total, por lo cual posee una posición de privilegio en el mercado de venta de acoplados y semirremolques.



Fuente: CAFAS (Cámara Argentina de Fabricantes de acoplados y semirremolques)

Unidades producidas durante el 2008



El pico de producción se produjo en el mes de septiembre del 2008, arrojando un valor de 4,08 unidades, lo cual multiplicado por los 22 días que tuvo el mes nos lleva a casi 90 unidades mensuales equivalentes fabricadas.

Como aclaración vale decir que las 90 unidades son equivalentes porque para el cálculo se lleva todas las unidades producidas (de distintos tipos) a valor del acoplado que más demanda tuvo históricamente en la Firma.

3.2 Demanda energética de la empresa

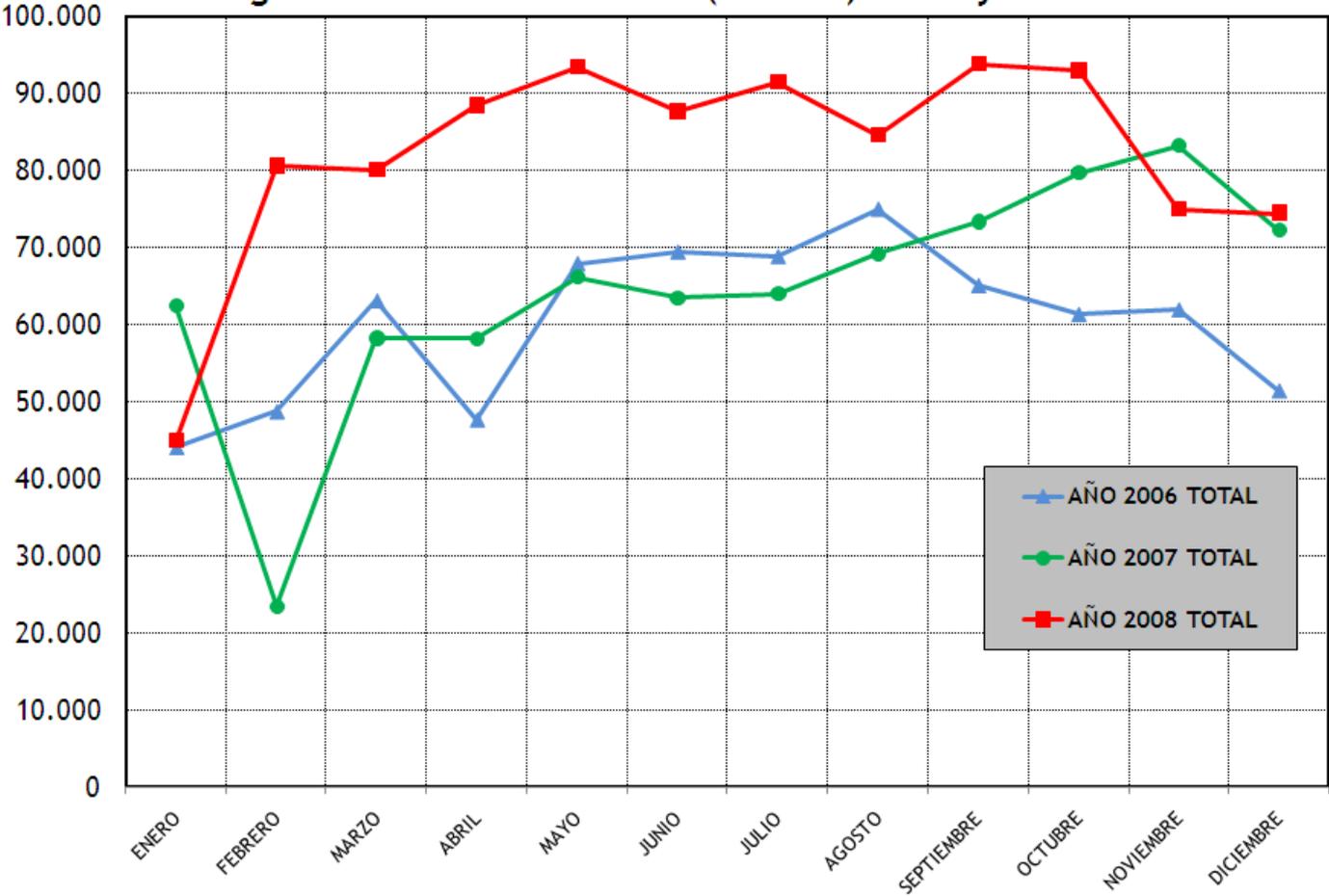
ENERGIA ACTIVA CONSUMIDA (VALORES EN kWh) - SOLA Y BRUSA S.A.

	AÑO 2006				AÑO 2007				AÑO 2008			
	PICO	F. PICO	NOCT.	TOTAL	PICO	F. PICO	NOCT.	TOTAL	PICO	F. PICO	NOCT.	TOTAL
ENERO	7.500	33.300	3.300	44.100	8.461	51.224	2.715	62.400	2.381	39.743	2.817	44.941
FEBRERO	8.250	37.950	2.550	48.750	3.255	18.090	2.145	23.490	4.049	73.786	2.789	80.624
MARZO	10.680	49.140	3.300	63.120	7.887	47.778	2.545	58.210	7.186	70.113	2.863	80.162
ABRIL	8.109	37.206	2.385	47.700	7.800	48.007	2.393	58.200	9.981	75.374	3.092	88.447
MAYO	8.100	56.850	3.000	67.950	8.150	54.296	3.704	66.150	10.310	80.511	2.716	93.537
JUNIO	7.650	58.650	3.150	69.450	8.461	52.274	2.715	63.450	7.160	77.931	2.579	87.670
JULIO	7.950	58.050	2.850	68.850	5.270	56.130	2.600	64.000	6.836	82.043	2.627	91.506
AGOSTO	8.850	63.000	3.150	75.000	5.692	60.652	2.815	69.159	7.114	74.989	2.547	84.650
SEPTIEMBRE	7.050	55.050	3.000	65.100	4.925	64.474	3.901	73.300	8.125	83.300	2.415	93.840
OCTUBRE	7.350	51.000	3.000	61.350	6.093	69.604	3.979	79.676	7.125	82.487	3.347	92.959
NOVIEMBRE	8.400	50.850	2.700	61.950	6.289	74.195	2.699	83.183	3.923	68.575	2.540	75.038
DICIEMBRE	6.975	42.225	2.250	51.450	6.106	63.042	3.080	72.228	3.915	67.820	2.741	74.476
TOTALES	96.864	593.271	34.635	724.770	78.389	659.766	35.291	773.446	78.105	876.672	33.073	987.850

Se puede observar un importante aumento en la energía consumida comparando los años 2007 y 2008, destacándose que el aumento en cuestión es producido por el consumo fuera de horario pico.

El horario pico es de 18 hs a 23 hs, mientras que el fuera de horario pico es de 23 hs a 18 hs.

Energía activa consumida total (En kWh) - Sola y Brusa S.A



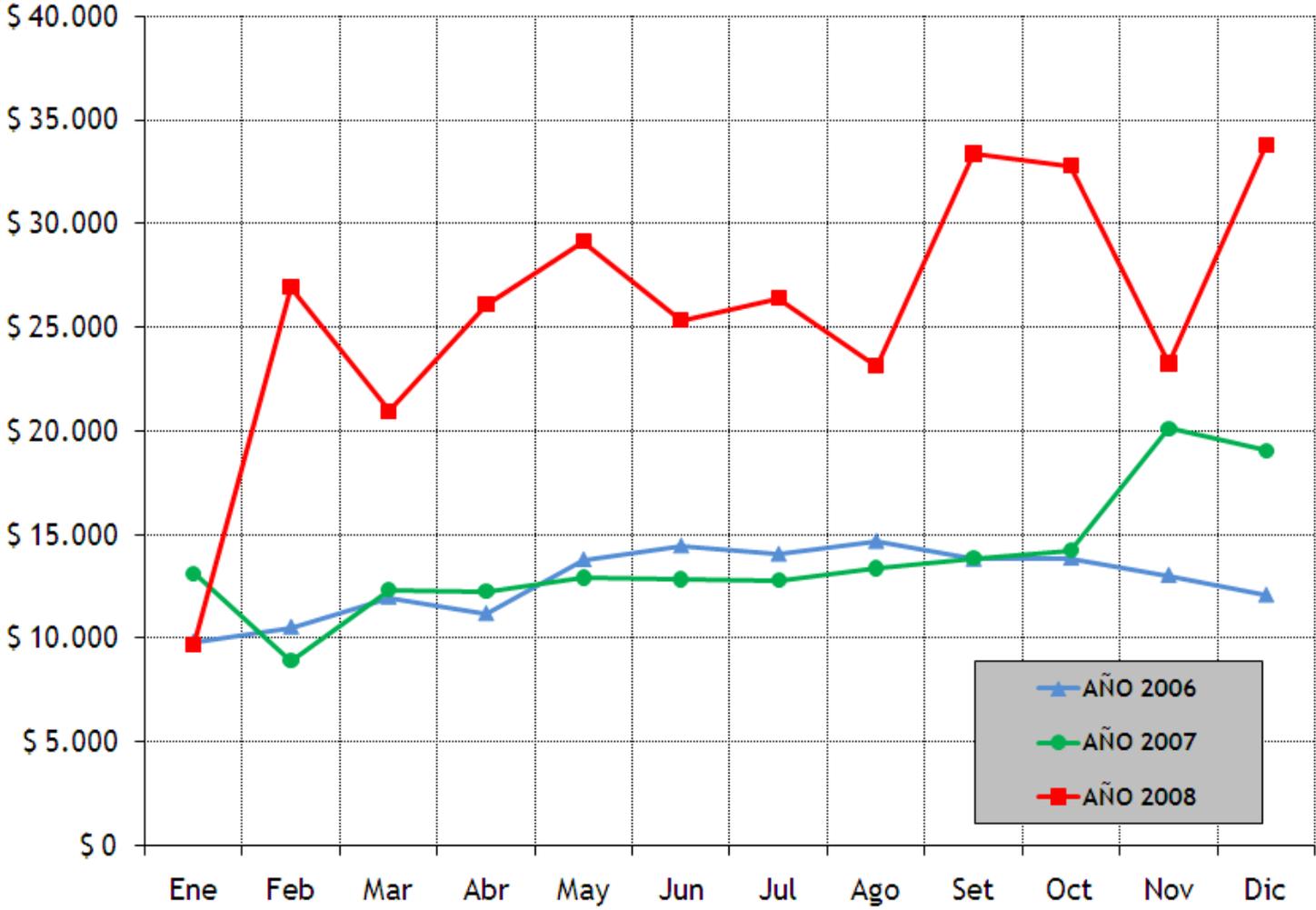
3.3 Costos energéticos de la empresa

	AÑO 2006	AÑO 2007	AÑO 2008
ENERO	\$ 9.823	\$ 13.136	\$ 9.740
FEBRERO	\$ 10.528	\$ 8.923	\$ 26.932
MARZO	\$ 11.975	\$ 12.326	\$ 20.980
ABRIL	\$ 11.185	\$ 12.263	\$ 26.123
MAYO	\$ 13.786	\$ 12.926	\$ 29.148
JUNIO	\$ 14.449	\$ 12.839	\$ 25.337
JULIO	\$ 14.053	\$ 12.784	\$ 26.422
AGOSTO	\$ 14.672	\$ 13.377	\$ 23.141
SEPTIEMBRE	\$ 13.820	\$ 13.863	\$ 33.353
OCTUBRE	\$ 13.866	\$ 14.237	\$ 32.808
NOVIEMBRE	\$ 13.036	\$ 20.118	\$ 23.267
DICIEMBRE	\$ 12.080	\$ 19.079	\$ 33.765
TOTALES	\$ 153.274	\$ 165.870	\$ 311.015

Obsérvese el importante aumento que experimento la facturación de energía comparando el año 2007 con el 2008.



Costo de la energía consumida total (En \$) - Sola y Brusa S.A.

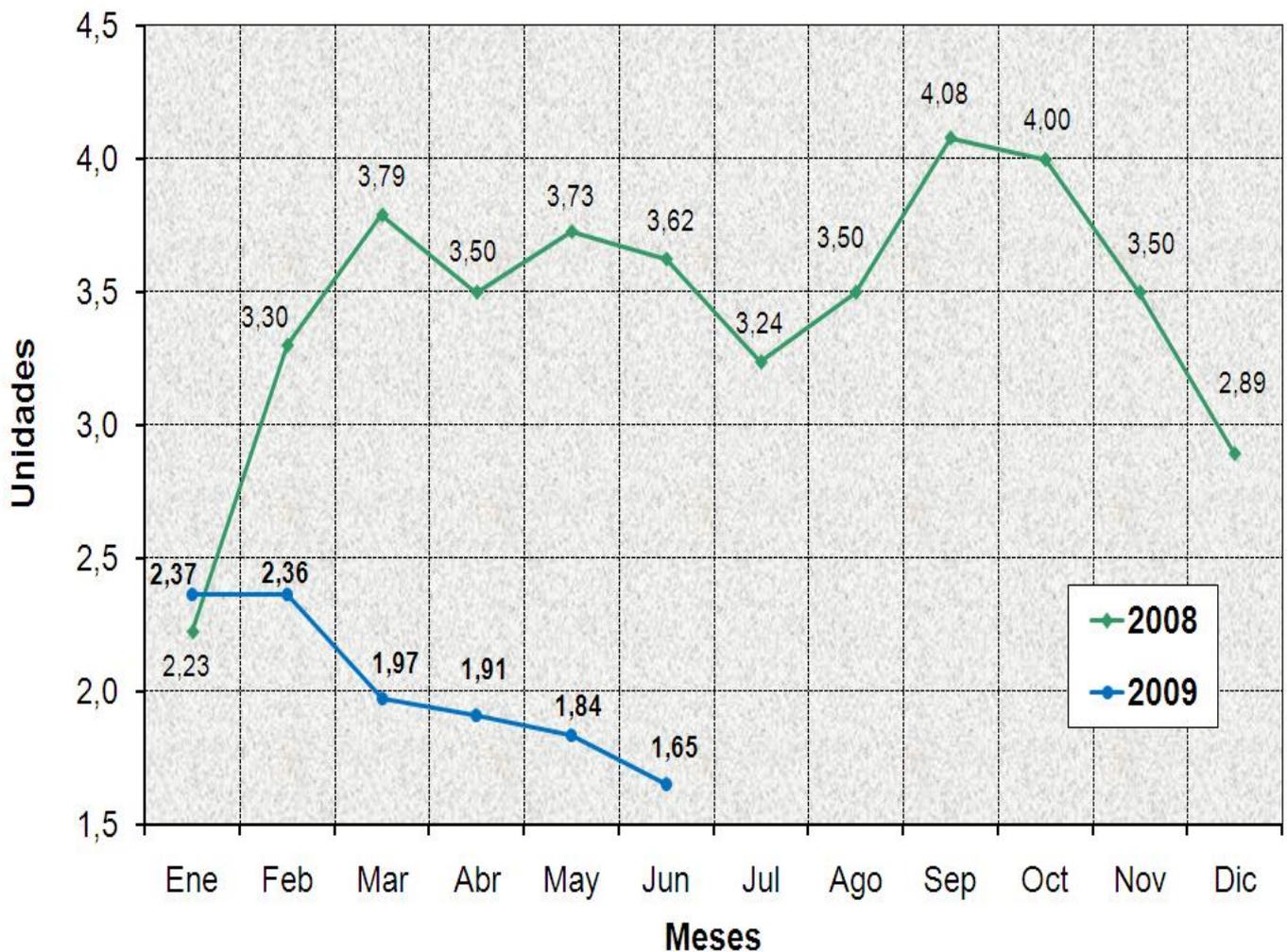


3.4 Proyecciones a futuro

La producción en lo que va del año 2009 se ha visto fuertemente afectada por la crisis económica que viene sufriendo el país y particularmente el rubro de metal-mecánica que fue uno de los más perjudicados por la misma.

Por no haber una relación directa entre la producción y la energía consumida, el costo de la energía eléctrica consumida en el 2009 no variaría demasiado con respecto al 2008, ya que además las capacidades de suministro contratadas con la EPE, mantienen los valores del año 2008.

Producción promedio diaria (comparación año 2008 y 2009)



Unidad 4

Panorama energético de la Argentina

4.1 Matriz energética de la Argentina

En una matriz energética se establecen las diferentes fuentes energéticas de las que dispone un país, indicando la importancia de cada una de estas y el modo en que estas se usan.

Las fuentes

Por lo general, al tratarse de fuentes de energía se suele separar dos rubros: energías primarias y energías secundarias.

Las *energías primarias* son aquellas provistas por la naturaleza de forma directa (no deben atravesar por ningún proceso de transformación).

Entre ellas: el agua, el petróleo crudo, el gas natural, el carbón mineral, la leña y los residuos vegetales y animales.

Las *energías secundarias* son aquellas que provienen de diferentes centros de transformación, como la energía eléctrica de las centrales de generación o el diesel de las refinerías de combustibles. Tienen como principal característica su uso directo en los diferentes sectores de consumo (industrial, comercial o doméstico) o en otros centros de transformación (como el caso del diesel que es obtenido de la refinería para su empleo en una central térmica).

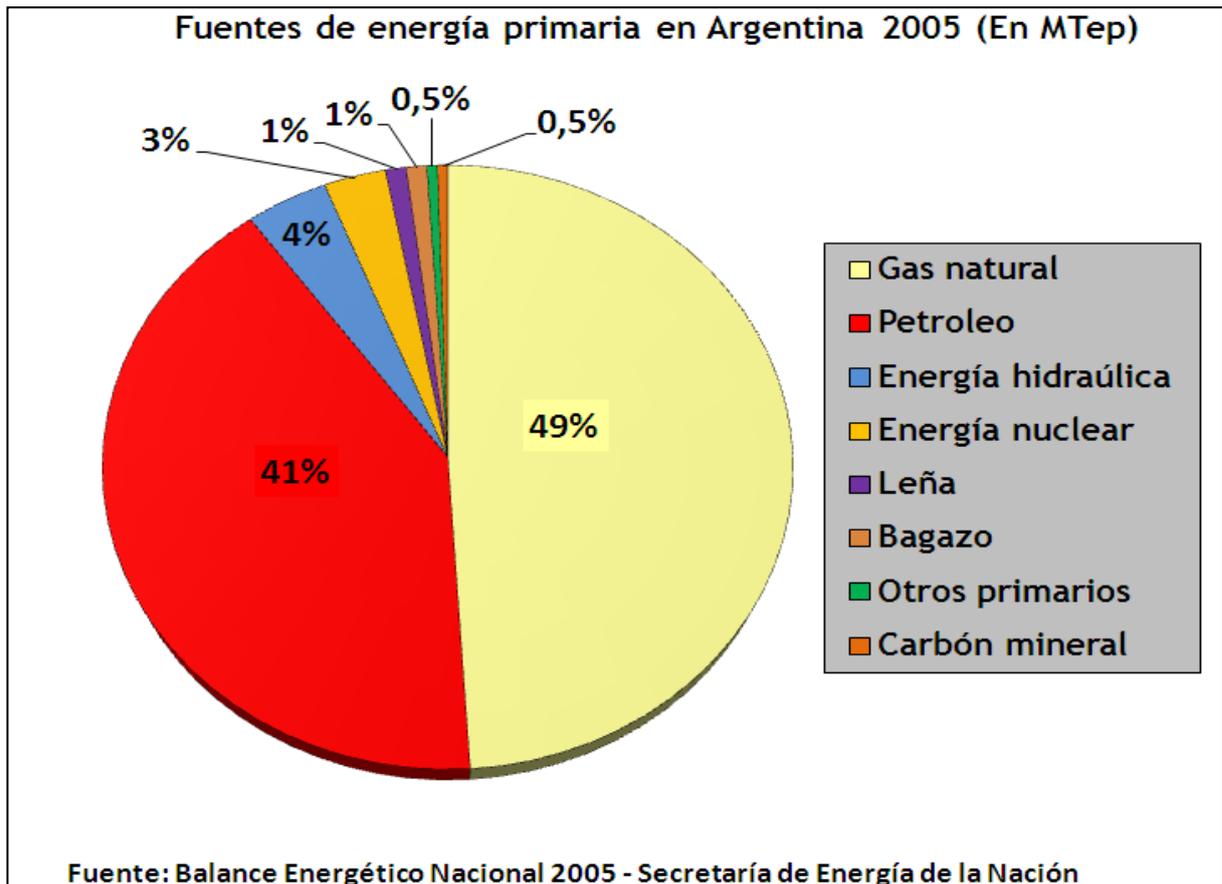
Adicionalmente, la matriz energética de un país puede hacer referencia a que algunas de las fuentes energéticas son obtenidas o compradas de otros países.

Los usos

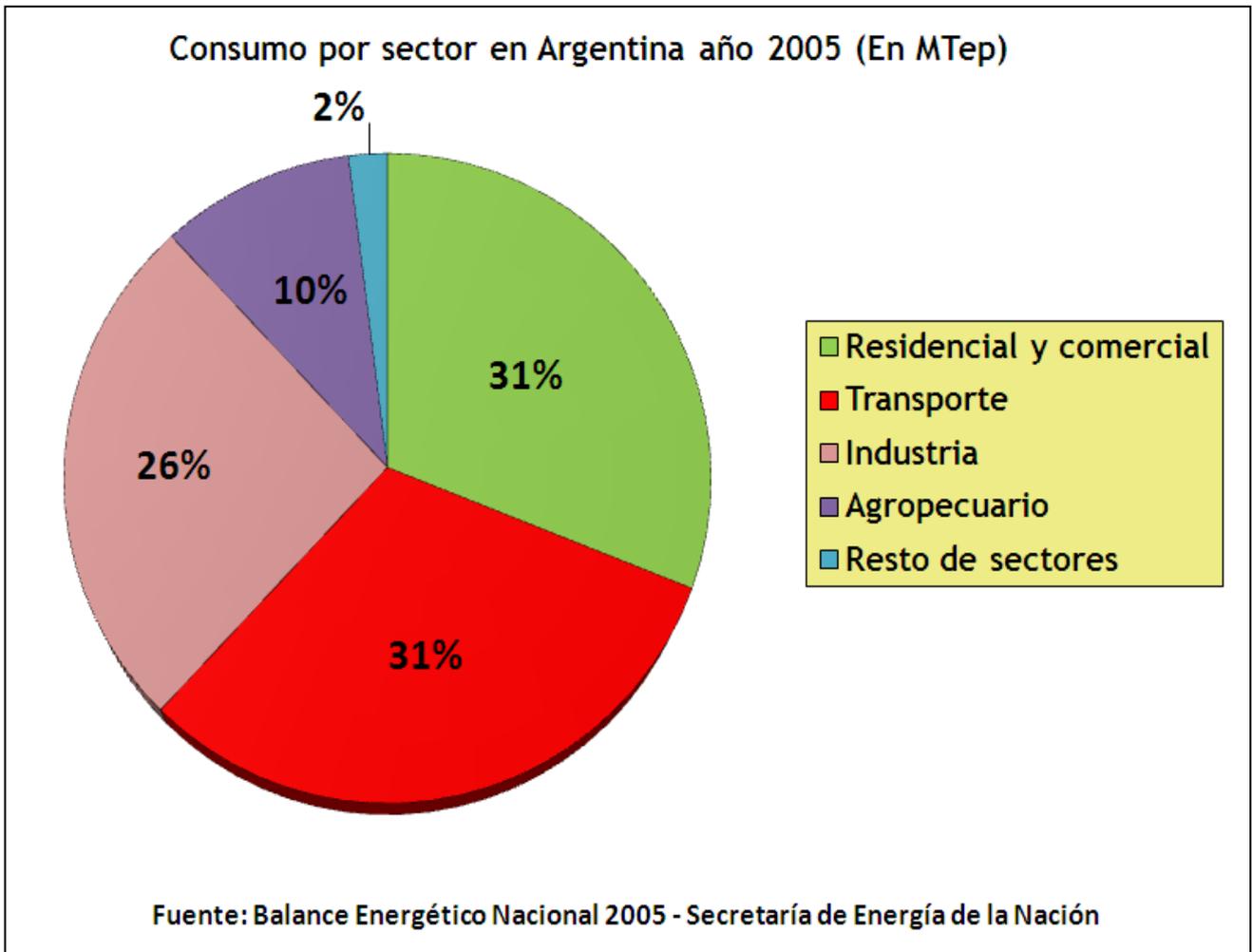
De igual forma, se plasma en la matriz energética los distintos usos o consumos de todas y cada una de las fuentes de energía antes mencionadas.

Los sectores que se suelen identificar prioritariamente son, sector residencial y comercial, sector público, sector transporte, sector pesquero, sector agropecuario y agroindustrial, sector minero metalúrgico y el sector industrial.

La relación entre las fuentes de energía que se dispone y el uso por los distintos sectores, indicará el grado de importancia respecto de una o varias fuentes de energía. Por ello, la matriz energética adquiere relevancia y sirve para identificar por sectores económicos los niveles de consumo y las reservas existentes que permiten el desarrollo de los mismos.



Nota: MTep: Millones de Toneladas equivalentes de petróleo



Nota: MTep: Millones de Toneladas equivalentes de petróleo

Fenómenos que impulsan los cambios en la matriz energética

- 1) Crecimiento de los precios del petróleo crudo
- 2) Eventualidad del agotamiento de recursos fósiles no renovables en un plazo relativamente cercano.
- 3) Compromisos de reducción de emisiones de gases causantes de calentamiento global en el marco de los compromisos de Kyoto (1997).
- 4) Mayor compromiso de protección del medio ambiente.



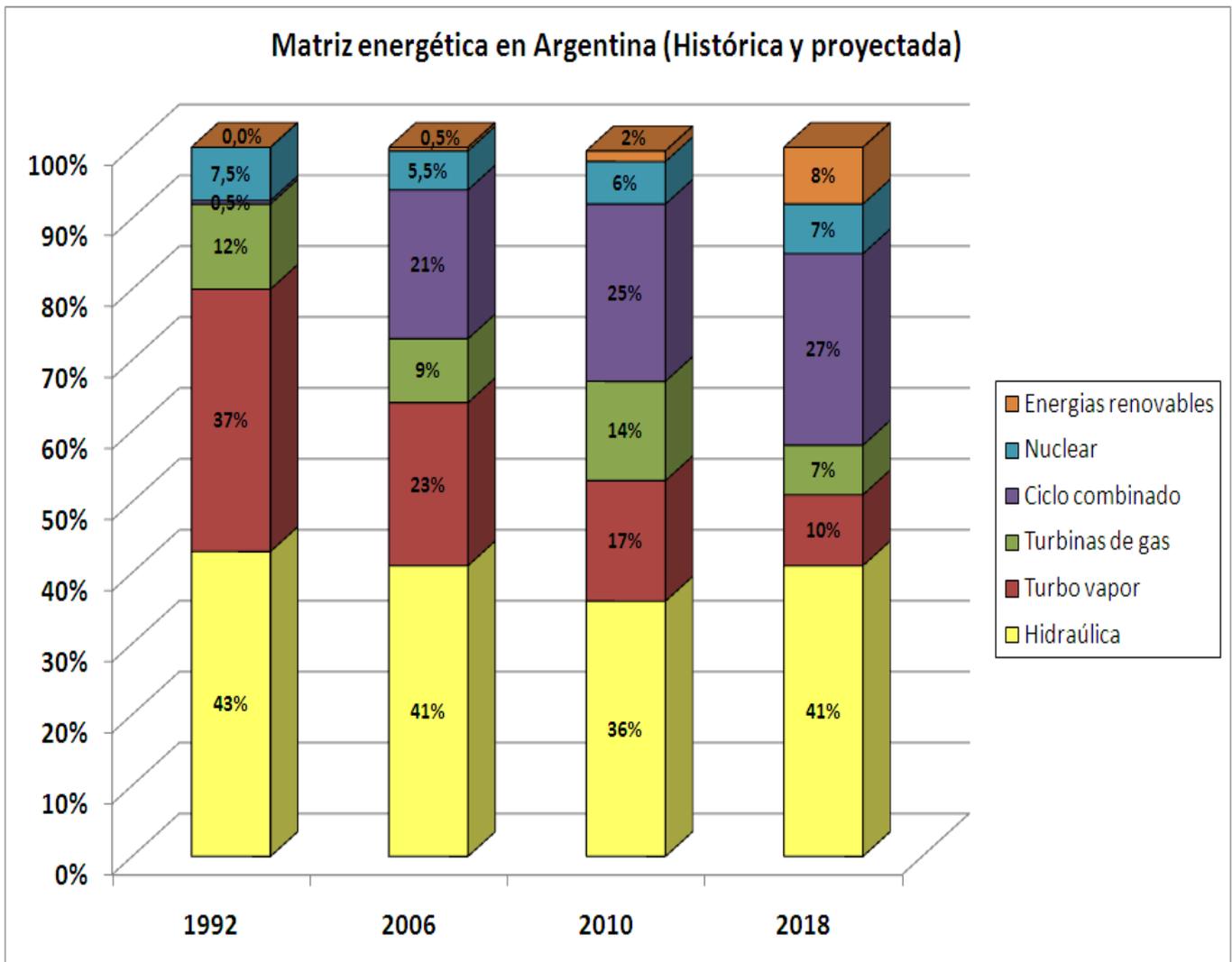
Proyectos de Generación eléctrica 2008-2010		
Potencia hidráulica	Yacyretá	800 MW
	Cuesta del viento	10 MW
	Caracoles	125 MW
Potencia Nuclear	Atucha II	750 MW
Potencia Térmica	Timbues CC	810 MW
	Campana CC	810 MW
	Enarsa TG	1500 MW
	Mar del Plata TG	120 MW
	Otras TG privadas	380 MW
	Otras TV privadas	240 MW
	Otros CC privados	510 MW
Fuente: Secretaría de Energía de la Nación		

Composición del parque de generación eléctrica				
	1992	2006	2010	2018
Hidráulica	43%	41%	36%	41%
Turbo vapor	37%	23%	17%	10%
Turbinas de gas	12%	9%	14%	7%
Ciclo combinado	0,5%	21%	25%	27%
Nuclear	7,5%	5,5%	6%	7%
Energías renovables	0,0%	0,5%	2%	8%
TOTALES	100%	100%	100%	100%

Nota 1: Para los números del año 2010 se tomaron en cuenta las obras previstas en materia energética, detalladas en el cuadro anterior.

Nota 2: Para los números del año 2018 se estimó un crecimiento de la demanda en un 4% anual acumulado. ⁽⁷⁾

(7) Ing. Gerardo Rabinovich - Matriz Energética Argentina, Sustentabilidad Económica y Ambiental. Escenarios y desafíos. 10º Congreso Técnico-Científico Internacional. Buenos Aires, 7/10/2007.



Obsérvese el aumento proyectado para el año 2018 de la utilización de energías renovables (eólica, paneles solares, biomasa, etc.), y por otro lado la disminución del uso de las centrales térmicas del tipo turbinas de gas y turbovapor y el aumento de las centrales de ciclo combinado. (El rendimiento de las de ciclo combinado es del 60% frente al 35% de las turbinas de gas)

Evolución a largo plazo

a) Ley 26.093 - Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentable de Biocombustibles prevé:

Mezclado de Biocombustibles con Combustibles Fósiles

Todo gas oil o diesel oil comercializado en el país deberá ser mezclado con “bio-diesel” en un porcentaje del 5% como mínimo a partir del año 2010.

Todo combustible líquido caracterizado como nafta comercializado en el país deberá ser mezclado con “bioetanol” en un porcentaje del 5% como mínimo a partir del año 2010.

b) Ley 26.190 - Régimen de Fomento Nacional para el uso de Fuentes Renovables de Energía prevé:

Lograr una contribución de las fuentes de energía renovables hasta alcanzar el OCHO POR CIENTO (8%) del consumo de energía eléctrica nacional, en el plazo de DIEZ (10) años a partir de la puesta en vigencia del presente régimen (2018);

Fuentes de Energía Renovables: son las fuentes de energía renovables no fósiles: energía eólica, solar, geotérmica, mareomotriz, hidráulica (hasta 30 MW), biomasa, gases de vertedero, gases de plantas de depuración y biogás (se exceptúan los biocombustibles);

c) Régimen de Inversiones promocional

Subsidios (0.015 \$/kWh para todos menos solar que se le asigna 0,9 \$/kWh).

Crecimiento de la demanda de gas - oil hasta el año 2010

Considerando una tasa de crecimiento del 5% anual:

Demanda estimada usos actuales en 2010: 15,7 millones de m³

Demanda agregada por el sector eléctrico (*): 2,4 millones de m³

Demanda total: 18,1 millones de m³

Demanda Biodiesel: 900.000 m³

Demanda Etanol: 150.000 - 200.000 m³

Unidad 5

Grupos electrógenos

5.1 Grupo electrógeno. Definición

La energía eléctrica, tal y como la conocemos hoy, la producen grandes alternadores de corriente alterna instalados en centrales eléctricas, y estas, a su vez, necesitan otro tipo de energía (mecánica) que contribuya al movimiento del alternador. En muchas ocasiones la demanda es tan grande que, en determinadas circunstancias, se hace uso de máquinas que suplen este déficit o, por otra parte, cuando hay un corte en el suministro eléctrico; a estas máquinas se las conoce como **grupos electrógenos o de emergencia**. Son máquinas que mueven un generador a través de un motor de combustión interna.

5.1.1 Tipos de grupos electrógenos

Los grupos electrógenos alimentados por **gasolina** llevan la firma de fabricantes tan conocidos como Honda o Lombardini. Los grupos movidos por gasolina son tres, el estándar, el modelo insonorizado y el modelo móvil.

Pero, sin duda, los grupos alimentados por **diesel** son los más demandados por el consumidor. La oferta de grupos diesel es mucho mayor que los de gasolina y con mayor número de fabricantes: Lombardini, MWM, John Deere, Volvo, MTU, etc. Cada uno de ellos cuenta con un gran número de modelos de grupos electrógenos, de diferentes características y potencia. Eso sí, mantienen los modelos estándar, los insonorizados y los móviles.

La última alternativa de alimentación de los grupos electrógenos es el **gas**.

Es conveniente disponer de una instalación de gas (ya pre-instalada) para poder adaptar el generador a la instalación principal o, en caso contrario, adquirir un depósito de gas propano independiente para poder alimentar el generador.

Otro dato a tener en cuenta en los grupos electrógenos es su cuadro de mandos, que puede ser manual o automático. La diferencia está clara, los primeros se activan de forma manual, en los momentos de necesidad, y los segundos son programables, una gran ventaja para los generadores equipados en naves industriales u hospitales. Se pueden diferenciar dos modelos de generadores manuales y tres con cuadros de mandos automáticos.

5.1.2 Componentes de un grupo electrógeno

1) Motor Diesel

El motor Diesel que acciona el Grupo Electrónico ha sido seleccionado por su fiabilidad y por el hecho de que se ha diseñado específicamente para accionar Grupos Electrónicos. La potencia útil que se quiera suministrar nos la proporcionará el motor, así que, para una determinada potencia, habrá un determinado motor que cumpla las condiciones requeridas.

2) Sistema eléctrico del motor

El sistema eléctrico del motor es de 12 Vcc, excepto aquellos motores los cuales son alimentados a 24 Vcc, negativo a masa. El sistema influye un motor de arranque eléctrico, una/s batería/s libre/s de mantenimiento (acumuladores de plomo) (elemento 9), sin embargo, se puede instalar otros tipos de baterías si así se especifica, y los sensores y dispositivos de alarmas de los que disponga el motor.

Normalmente, un motor dispone de un monocontacto de presión de aceite, un termocontacto de temperatura y de un contacto en el alternador de carga del motor para detectar un fallo de carga en la batería.

3) Sistema de refrigeración

El sistema de refrigeración del motor puede ser por medio de agua, aceite o aire. El sistema de refrigeración por aire consiste en un ventilador de gran capacidad que hace pasar aire frío a lo largo del motor para enfriarlo.

El sistema de refrigeración por agua/aceite consta de un radiador, un ventilador interior para enfriar sus propios componentes.

4) Alternador

La energía eléctrica de salida se produce por medio de un alternador apantallado, protegido contra salpicaduras, autoexcitado, autorregulado y sin escobillas, acoplado con precisión al motor, aunque también se pueden acoplar alternadores con escobillas para aquellos grupos cuyo funcionamiento vaya a ser limitado y, en ninguna circunstancia, forzado a regímenes mayores.

5) Depósito de combustible y bancada

El motor y el alternador están acoplados y montados sobre una bancada de acero de gran resistencia. La bancada incluye un depósito de combustible con una capacidad mínima de 8 horas de funcionamiento a plena carga.

6) Aislamiento de la vibración

El Grupo Electrónico está dotado de tacos antivibrantes diseñados para reducir las vibraciones transmitidas por el Grupo Motor-Alternador. Estos aisladores están colocados entre la base del motor, del alternador, del cuadro de mando y la bancada.

7) Silenciador y sistema de escape

El silenciador de escape va instalado en el Grupo Electrónico. El silenciador y el sistema de escape reducen la emisión de ruidos producidos por el motor.

8) Sistema de control

Se puede instalar uno de los diferentes tipos de paneles y sistemas de control, para controlar el funcionamiento y salida del grupo y para protegerlo contra posibles fallos en el funcionamiento. El manual del sistema de control proporciona información detallada del sistema que está instalado en el Grupo Electrónico.

9) Interruptor automático de salida

Para proteger al alternador, se suministra un interruptor automático de salida adecuado para el modelo y régimen de salida del Grupo Electrónico con control manual. Para Grupos Electrónicos con control automático se protege el alternador mediante contactores adecuados para el modelo adecuado y régimen de salida.

10) Otros accesorios instalables en un Grupo Electrónico

Además de lo mencionado anteriormente, existen otros dispositivos que nos ayudan a controlar y mantener, de forma automática, el correcto funcionamiento del mismo. Para la regulación automática de la velocidad del motor se emplea una tarjeta electrónica de control para la señal de entrada "pick-up" y salida del "actuador".

El pick-up es un dispositivo magnético que se instala justo en el engranaje situado en el motor, y éste, a su vez, está acoplado al engranaje del motor de arranque.

El pick-up detecta la velocidad del motor, produce una salida de voltaje debido al movimiento del engranaje que se mueve a través del campo magnético de la punta del pick-up, por lo tanto, debe haber una correcta distancia entre la punta del pick-up y el engranaje del motor.

El actuador sirve para controlar la velocidad del motor en condiciones de carga. Cuando la carga es muy elevada la velocidad del motor aumenta para proporcionar la potencia requerida y, cuando la carga es baja, la velocidad disminuye, es decir, el fundamento del actuador es controlar de forma automática el régimen de velocidad del motor sin aceleraciones bruscas, generando la potencia del motor de forma continua.

Normalmente el actuador se acopla al dispositivo de entrada del fuel-oil del motor.

Cuando el grupo se encuentra en un lugar muy apartado del operario y funciona las 24 horas del día es necesario instalar un mecanismo para reestablecer el combustible gastado.

Consta de los siguientes elementos:

Bomba de Trasiego:

Es un motor eléctrico de 220 Vca en el que va acoplado una bomba que es la encargada de suministrar el combustible al depósito.

Boya indicadora de nivel máximo y nivel mínimo:

Cuando detecta un nivel muy bajo de combustible en el depósito activa la bomba de trasiego.

Cuando las condiciones de frío en el ambiente son intensas se dispone de un dispositivo calefactor denominado **Resistencia de Precaldeo** que ayuda al arranque del motor. Los Grupos Electrógenos refrigerados por aire suelen emplear un radiador eléctrico, el cual se pone debajo del motor, de tal manera que mantiene el aceite a una cierta temperatura.

En los motores refrigerados por agua la resistencia de precaldeo va acoplada al circuito de refrigeración, esta resistencia se alimenta de 220 Vca y calienta el agua de refrigeración para calentar el motor.

Ésta resistencia dispone de un termostato ajustable; en él seleccionamos la temperatura adecuada para que el grupo arranque en breves segundos.

5.1.3 Tipos de combustible utilizados. Ventajas y desventajas

NAFTA

Es conveniente cuando el equipo no va a funcionar más de 3 horas diarias, o cuando es para uso en emergencias, siempre que se trate de potencias de hasta 15 Kva. Esto porque, si bien estos equipos tienen menor vida útil, y consumen un combustible más caro, en el caso de usos como los anteriormente citados, compensa ampliamente por el bajo costo relativo al momento de comprarlo.

GAS NATURAL DE LA RED

Requieren la inversión inicial más alta. Es recomendable para usos muy intensivos, autogeneración de muchas horas diarias, o en casos donde no queramos abastecer de combustible el equipo, ya que con la red conectada nos liberamos de esa tarea. Los equipos adaptados a gas natural disminuyen su potencia y vida útil, aunque esto se ve muy bien compensado por el bajo costo de combustible que tendremos, tanto que, en algunos casos, resulta incluso más conveniente que consumir energía de la red eléctrica.

GAS LICUADO DE PETROLEO G.L.P.

Se están utilizando actualmente en muchos casos ya que el costo de este combustible es sensiblemente menor al del gas oil, para operar durante muchas horas diarias necesitamos una reserva de gas importante del tipo de gas a granel.

GAS OIL

Si bien el precio actual del gasoil resulta alto, los equipos son bastante más baratos que los de gas natural, siguen siendo sin duda los más robustos, confiables, y duraderos, la mejor opción para usos intensivos, rurales, grandes potencias, etc.

El costo de combustible de un diesel será siempre ampliamente recompensado por el servicio que seguramente brindará.

5.2 Análisis de conveniencia para la Empresa

El primer dato que necesitaremos para analizar que alternativa conviene más a la empresa es la potencia requerida. Teniendo en cuenta los equipos instalados en la misma, entre los cuales podemos nombrar cortadora laser, torno CNC, compresores, soldadoras, cabina de pintura, etc., la potencia necesaria del grupo electrógeno debería ser de 500 KW o bien 626 KVA.

COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS	
1) GASOIL	2) GAS NATURAL
Potencia: 626 KVA	Potencia: 626 KVA
Vida útil: 35.000 Hs	Vida útil: 35.000 Hs
Consumo: 82 lts/hora	Consumo: 119 m ³ /hora
Precio final: \$300.000	Precio final: \$1.200.000
Costo mantenimiento (anual): \$25.000	Costo mantenimiento (anual): \$45.000

Alternativa 1: Gas oil

Suponemos un escenario similar al de la crisis energética del 2007, en el cual después de las 16 hs se multaba a las empresas si superaban una cierta potencia, por lo cual el horario en el cual funcionaria el grupo electrógeno sería de 16 hs a 20 hs considerando las horas extras.

Costo del gasoil: \$ 2,70/lt (*)

Por lo tanto el costo mensual del consumo de gasoil sería:

$\$ 2,70/\text{lt} \times 82 \text{ lt/hora} \times 4 \text{ horas/día} \times 20 \text{ días/mes} = \$ 17.712$

(*) Datos del precio de Gasoil: www.gasoildirecto.com.ar (incluye flete hasta 1200 km de CABA - 09-08-2009)

Alternativa 2: Gas Natural

Suponemos un escenario similar al de la alternativa 1.

Por lo tanto, el consumo de gas natural diario:

$119 \text{ m}^3/\text{hora} \times 4 \text{ horas/día} = 476 \text{ m}^3/\text{día}$

Consumo mensual: $476 \text{ m}^3/\text{día} \times 20 \text{ días/mes} = 9520 \text{ m}^3$

Costo del gas natural consumido (mensual):

Consumo en m³ : 9520

Factor poder calorífico: 0,96727527

Factor de presión: 1,1740

Consumo a 9300 kcal/m³ : 10.810,732

Valor gas: de 0 a 1000	\$ 201,66
Valor gas: de 1001 a 9000	\$ 967,50
Valor gas: de 9001 a 10.810,732	\$ 335,54
Cargo fijo:	\$ 11,17
Ley 25413-Transporte gas	\$ 239,08
Ing. Brutos transporte	\$ 8,68
Ing. Brutos distribución (C. Fijo)	\$ 0,29
Ing. Brutos distribución (V. Gas)	\$ 65,65
SUBTOTAL GRAVADO	\$ 1.829,57
IVA : 27%	\$ 493,98
Cargo Fideic. Gas Amp. Gasod. Norte	\$ 295,63
IVA 21% Período actual	\$ 62,08
Cargo Dec. N° 2067/08 (21%)	\$ 469,40
Cargo específico	\$ 1.601,26
Bonif.cargo específico	-\$ 320,25
IVA 21% Período actual	\$ 1.281,01
Fondo fiduciario Ley 25565	\$ 48,14
COSTO TOTAL MENSUAL GAS	\$ 5.761
Cargo x m³ : 0-1000 : 0,201658 (*) - 1001-9000 : 0,120953 (*) - Mayor a 9001 : 0,185411 (*) (*) Según resolución ENARGAS N° I/448 - 10 de Octubre del 2008	

Costo de electricidad mensual (calculado para el funcionamiento del grupo electrógeno durante 4 horas en horario pico) - Situación similar a la registrada en la crisis energética del invierno 2007)

- a) Cargo comercial: \$247,47 (*)
- b) Cargo por capacidad de suministro:
Horario pico: \$/KW 12,491 (*)
- c) Cargo por potencia adquirida:
Horario pico: \$/KW 3,851 (*)
- d) Cargo por energía activa consumida:
Horario pico: \$/KWh 0,12858 (*)

(*) Según EPE, cuadro tarifario mensual - Tarifa 2M32 Media Tensión 33 kV o Capacidad Contratada mayor o igual a 1000 kW - Demandas mayores o iguales a 300 kW

- a) Cargo comercial: \$247,47
- b) Cargo por capacidad de suministro: $500 \text{ KW} \times 12,491 \text{ \$/KW} = \$ 6245,5$
- c) Cargo por potencia adquirida: $500 \text{ KW} \times 3,851 \text{ \$/KW} = \$ 1925,5$
- d) Cargo por energía activa consumida: $40.000 \text{ KWh} \times 0,12858 \text{ \$/KWh} = \$ 5143,2$
- e) TOTAL: \$ 13.562

Resumen:

Costos mensuales de consumo:

GASOIL	GAS NATURAL	ELECTRICIDAD
\$ 17.712	\$ 5.761	\$ 13.562

Si bien hay una alternativa más barata (gas natural) que pagar el consumo de electricidad en horario pico, hay que tener en cuenta que la EPE impone multas por exceder una cierta potencia mínima por un valor de 30 veces la tarifa normal, esto es aproximadamente \$410.000, por lo cual mantendremos la idea de utilizar un grupo electrógeno durante esas 4 horas diarias.

Ahora bien, suponiendo restricciones energéticas durante el invierno solamente, tendríamos 3 meses de utilización del grupo electrógeno, si bien más adelante se puede llegar a utilizar en horario nocturno ante un eventual doble turno, por lo tanto:

El equipo alimentado a gasoil, es 4 veces más barato que el de gas natural, esto es: \$300.000 contra \$1.200.000, y a su vez el gasto producido por el consumo del gasoil es 3 veces más caro que el de gas natural, \$17.712 contra \$5.761

Por otra parte entran en el análisis otras variables como ser la disponibilidad del combustible a futuro y las posibles restricciones del mismo.

Años anteriores ha habido restricciones de gas natural, ya que el gobierno prioriza en caso de escasez, la demanda de hogares particulares y luego si queda un excedente, lo destina a las industrias.

Con respecto al gasoil, también ha existido desabastecimiento del mismo, generado por la falta de oferta de las petroleras, lo que derivaba en el faltante del combustible. Esta situación al igual que con el gas natural, se presenta solo en un período del año.

Si compramos el grupo alimentado a gasoil, nuestra inversión inicial sería \$300.000, y además tendríamos un gasto anual de mantenimiento de: \$25.000.

El costo de combustible anual sería: $\$17.712 \times 3 = \53.136

COSTO TOTAL ANUAL GASOIL : $\$25.000 + \$53.136 = \$78.136$

Si compramos el grupo alimentado a gas natural, nuestra inversión inicial sería \$1.200.000, y además tendríamos un gasto anual de mantenimiento de: \$45.000.

El costo de combustible anual sería: $\$5.761 \times 3 = \17.283

COSTO TOTAL ANUAL GAS NATURAL : $\$45.000 + \$17.283 = \$62.283$

Como puede verse la diferencia entre costos anuales de combustible es:

$\$78.136 - \$62.283 = \$15.853$

Con toda esta información estamos en condiciones de justificar la elección de un tipo u otro de grupo electrógeno.

Nuestra elección será el generador alimentado a gasoil.

La elección se basa en los siguientes factores:

1) Dado el uso que se le daría al generador, esto es 4 horas diarias durante 3 meses en el mejor de los casos, la inversión inicial es la más conveniente para la empresa, dado que se ahorra \$900.000 de inversión.

2) La diferencia de costos anuales de combustible es pequeña, solo de \$15.853.

3) Existe la posibilidad de acumular cantidades de gasoil relativamente grandes en tanques de almacenamiento adecuados a tal fin, previendo la escasez del mismo en el invierno; Con el gas natural esto es imposible desde el punto de vista técnico.

Por todos estos motivos creemos que la elección del **grupo electrógeno alimentado a gasoil** es la más conveniente para la firma.

Descartamos las alternativas de otros combustibles, como ser por ejemplo la nafta por el elevado costo del combustible y porque no son los más indicados para usos intensivos.

Unidad 6

Valoración del Proyecto

6.1 Estimación de tasa de interés del proyecto

La tasa de interés que el inversor desea que le brinde el proyecto, también conocida como la tasa de descuento, es la que se utilizará para descontar el flujo de fondos generado a futuro.

Para nuestro trabajo utilizaremos el WACC (Weighted Average Cost of Capital), el cual es el costo promedio ponderado del capital, que surge como combinación del costo del capital propio y de la deuda, ponderando por sus proporciones en la empresa, según la fórmula ⁽⁸⁾:

$$WACC = C_D \frac{D}{(D+E)} (1-t) + C_E \frac{E}{(D+E)} \quad (1)$$

Siendo:

E: Patrimonio de la empresa (Equity)

D: Deuda de la empresa (Debt)

C_E: Costo del capital propio: Calculado por CAPM

C_D: Costo de la deuda; Tasa a la que se tomaría deuda

t: Tasa impositiva

(8)PASCALÉ, Ricardo : *Decisiones Financieras 4º Edición*. Pág. 256

6.1.1 Cálculo del CAPM⁽⁹⁾

El CAPM (Capital Asset Pricing Model) o costo del capital propio de una inversión es de acuerdo con la economía financiera moderna, *el reflejo directo de riesgo de esta última*; se asume esencialmente que los inversores son adversos al riesgo, y que por ello exigen a sus inversiones mayor retorno en caso de percibir en ellas mayor riesgo relativo y viceversa. La teoría propone un modelo de primas de riesgo-retorno apilables, permitiendo estimar el costo del capital propio según la ecuación:

$$\text{Costo del capital propio } C_E = R_a = R_f + \text{Beta} \times (R_M - R_f) + R_A \quad (2)$$

Donde R_a es el retorno de una acción en el mercado de capitales, R_f es la tasa libre de riesgo, R_M el rendimiento o retorno promedio del mercado accionario, Beta la sensibilidad de los retornos del papel R_a a los movimientos del mercado accionario en su conjunto (siendo técnicamente la pendiente de la recta e regresión entre los retornos históricos de la acción en cuestión y los del mercado), y R_A un componente del rendimiento que contabiliza efectos no explicados por los términos anteriores.

En equilibrio, el factor R_A desaparece, y la ecuación (2) se denomina modelo CAPM.

6.1.2 Cálculo del CAPM para la empresa Sola y Brusa

La formula a utilizar para el cálculo incorporará el riesgo país y nos basaremos para el cálculo del beta en una empresa comparable del mismo rubro en EE.UU

Caso Sola y Brusa \Rightarrow No existen empresas comparables cotizando en la bolsa argentina.

Los pasos a seguir serían los siguientes para el cálculo del riesgo sistemático en la Argentina ⁽¹⁰⁾ :

(9) COPELAND, Thomas y WESTON, Fred - *Financial Theory and Corporate Policy*, año 1998. Addison-Wesley Publishing Company.

(10) PEREIRO, Luis y GALLI, Maria : *La determinación del costo del capital en la Valuación de Empresas de Capital Cerrado - Una guía práctica*. IAEF Departamento de Investigaciones y Universidad Torcuato Di Tella. Agosto de 2000

- 1) Elegir empresa comparable (o en su defecto grupo de empresas comparables)
- 2) Determinar beta apalancado de la comparable
- 3) Obtener beta desapalancado de la comparable mediante su ratio D/E
- 4) Determinar el beta reapalancado del target con el D/E del mismo
- 5) Determinar RM y Rf argentinos
- 6) Determinar la prima de riesgo sistemático del target: $\text{Beta} \times (\text{RM} - \text{Rf})$

Entonces:

- 1) De la página de Damodaran sacaremos la información necesaria de un grupo de empresas comparables del sector industrial *machinery*.
- 2) Beta apalancado del sector: 1,39 *
- 3) Beta desapalancado del sector:

Índice D/E : 55,77% *

Tasa de impuestos: 22,71% *

*Fuente: Página web de Damodaran (www.stern.nyu.edu/~adamodar)

Luego:

$$\begin{aligned} \text{beta desapalancado del sector} &= \text{Beta apalancado} / (1 + [1-t] [D/E]) = \\ &= 1,39 / [1 + (1-0,2271) \times (0,5571)] = 0,70 \end{aligned}$$

- 4) Beta reapalancado de la empresa target (Sola y Brusa)

Datos:

tasa de impuestos Argentina: 35%

índice D/E Sola y Brusa : 0,97

$$\begin{aligned} \text{Beta apalancado target} &= \text{Beta desapalancado comparable} \times (1 + [1-t][D/E]) = \\ &= 0,70 \times [1 + (1-0,35) \times 0,97] = 1,14 \end{aligned}$$

$$5) R_M - R_f (\text{Argentina}) = \text{Prima de riesgo de mercado argentino} = 7\% **$$

** Fuente: Bloomberg (www.bloomberg.com)

6) Prima de riesgo sistematico del target:

Datos de Bloomberg:

premio por riesgo país (Argentina) : 4%

tasa libre de riesgo EEUU (bonos del tesoro) : 5%

$$\text{Beta} \times (R_M - R_f) = 1,14 \times 0,07 = 0,08$$

Por último: CAPM = $R_f (\text{EEUU}) + \text{Beta} \times (R_M - R_f) (\text{Argentina}) + \text{premio por riesgo país (Argentina)} = 0,05 + 0,08 + 0,04 = 0,17 = 17\%$

6.1.3 Cálculo del WACC para la empresa Sola y Brusa

En el punto 6.1 dijimos que el WACC se calculaba mediante la siguiente fórmula:

$$WACC = C_D \frac{D}{(D+E)} (1-t) + C_E \frac{E}{(D+E)}$$

Datos:

E: Patrimonio de la empresa (Equity) = 50,6%

D: Deuda de la empresa (Debt) = 49,4%

C_E: Costo del capital propio : Calculado por CAPM: 17%

C_D: Costo de la deuda ; Tasa a la que se tomaría deuda: 19%

t: Tasa impositiva : 35%

Por lo tanto:

$$\begin{aligned} WACC &= 0,19 \times (0,494/1) \times (1-0,35) + 0,17 \times 0,506 / (1) = \\ &= 0,19 \times 0,494 \times 0,65 + 0,17 \times 0,506 = 0,061 + 0,086 = 0,147 \\ WACC &= 14,7\% \end{aligned}$$

6.2 Escenarios posibles y elaboración de flujos de fondos

6.2.1 Se adquiere el grupo electrógeno y hay crisis energética

En este escenario nos decidimos por la compra del generador alimentado a gasoil, cuya conveniencia con respecto a la alternativa del gas natural, se analizó en la unidad 5. Al mismo tiempo suponemos que ese año existirá crisis energética, hecho por el cual, el grupo electrógeno se utilizará durante la crisis.

Veremos para este escenario, los estados de resultados y flujos de fondos proyectados a 5 años.

ESCENARIO 1

CON GENERADOR Y CON CRISIS ENERGÉTICA

(en miles de pesos)

Se estima un crecimiento en ventas del 5% anual REAL.

	2009	2010	2011	2012	2013
Ventas	43.064	45.217	47.478	49.852	52.344
Costos variables	27.298	28.663	30.096	31.601	33.181
Costos fijos	4.764	5.002	5.252	5.515	5.790
Depreciaciones	243	243	243	243	243
Depreciaciones equipo	60	60	60	60	60
Costo de combustible anual	53	53	53	53	53
Costo de mantenimiento anual	25	25	25	25	25
Venta de activos fijos	42	78	142	123	154
Utilidad antes de impuestos	10.663	11.249	11.891	12.478	13.146
Impuestos (35%)	3.732	3.937	4.162	4.367	4.601
Resultados	6.931	7.312	7.729	8.111	8.545

ESCENARIO 1

CON GENERADOR Y CON CRISIS ENERGÉTICA

(en miles de pesos)

		2009	2010	2011	2012	2013
Ventas (*)		43.064	45.217	47.478	49.852	52.344
Costos variables		27.298	28.663	30.096	31.601	33.181
Costos fijos		5.007	5.257	5.520	5.796	6.086
Compra de grupo electrógeno (**)	-375					
Costo de combustible anual		53	53	53	53	53
Costo de mantenimiento anual		25	25	25	25	25
Venta de activos fijos		42	78	142	123	154
Impuestos (35%)		3.102	3.303	3.523	3.724	3.953
Flujo de fondos	-375	6.949	7.282	7.622	8.009	8.399

(*)Se estima un crecimiento en ventas del 5% anual

(**) Se estima un incremento del 25% en el precio del equipo debido a la crisis energética

ESCENARIO 1 (CON ESTIMACION DE INFLACION)

CON GENERADOR Y CON CRISIS ENERGÉTICA

(en miles de pesos)

INFLACION	15,00%	15,00%	10,00%	8,00%	5,00%
INDICE	115,00	132,25	145,47	157,11	164,96

Se estima un crecimiento en ventas del 5% anual REAL.

	2009	2010	2011	2012	2013
Ventas	49.523	59.799	69.068	78.323	86.351
Costos variables	31.393	37.907	43.782	49.649	54.738
Costos fijos	5.478	6.615	7.640	8.664	9.552
Depreciaciones	243	243	243	243	243
Depreciaciones equipo	60	60	60	60	60
Costo de combustible anual	61	70	77	83	87
Costo de mantenimiento anual	29	33	36	39	41
Venta de activos fijos	48	103	207	193	254
Utilidad antes de impuestos	12.308	14.975	17.436	19.778	21.884
Impuestos (35%)	4.308	5.241	6.103	6.922	7.659
Resultados	8.000	9.733	11.333	12.856	14.224

ESCENARIO 1 (CON ESTIMACION DE INFLACION)

CON GENERADOR Y CON CRISIS ENERGÉTICA

(en miles de pesos)

		2009	2010	2011	2012	2013
Ventas		49.523	59.799	69.068	78.323	86.351
Costos variables		31.393	37.907	43.782	49.649	54.738
Costos fijos		5.478	6.615	7.640	8.664	9.552
Compra de grupo electrogeno	-375					
Costo de combustible anual		61	70	77	83	87
Costo de mantenimiento anual		29	33	36	39	41
Venta de activos fijos		48	103	207	193	254
Impuestos (35%)		4.308	5.241	6.103	6.922	7.659
Flujo de fondos	-375	8.303	10.036	11.636	13.159	14.527

6.2.2 Se adquiere el grupo electrógeno y no hay crisis energética

En este escenario nos decidimos por la compra del generador alimentado a gasoil, cuya conveniencia con respecto a la alternativa del gas natural, se analizó en la unidad 5. Al mismo tiempo suponemos que ese año no existirá crisis energética, hecho por el cual, el grupo electrógeno no se utilizará durante la crisis.

Veremos para este escenario, los estados de resultados y flujos de fondos proyectados a 5 años.

ESCENARIO 2

CON GENERADOR Y SIN CRISIS ENERGÉTICA

(en miles de pesos)

Se estima un crecimiento en ventas del 5% anual REAL.

	2009	2010	2011	2012	2013
Ventas	43.064	45.217	47.478	49.852	52.344
Costos variables	27.298	28.663	30.096	31.601	33.181
Costos fijos	4.764	5.002	5.252	5.515	5.790
Depreciaciones	243	243	243	243	243
Depreciaciones equipo	60	60	60	60	60
Costo de combustible anual					
Costo de mantenimiento anual					
Venta de activos fijos	42	78	142	123	154
Utilidad antes de impuestos	10.741	11.327	11.969	12.556	13.224
Impuestos (35%)	3.759	3.964	4.189	4.395	4.628
Resultado	6.982	7.363	7.780	8.161	8.596

ESCENARIO 2

CON GENERADOR Y SIN CRISIS ENERGÉTICA

(en miles de pesos)

		2009	2010	2011	2012	2013
Ventas		43.064	45.217	47.478	49.852	52.344
Costos variables		27.298	28.663	30.096	31.601	33.181
Costos fijos		4.764	5.002	5.252	5.515	5.790
Compra de grupo electrógeno	-300					
Costo de combustible anual						
Costo de mantenimiento anual						
Venta de activos fijos		42	78	142	123	154
Impuestos (35%)		3.759	3.964	4.189	4.395	4.628
Flujo de fondos	-300	7.285	7.666	8.083	8.464	8.899

ESCENARIO 2 (CON ESTIMACION DE INFLACION)

CON GENERADOR Y SIN CRISIS ENERGÉTICA

(en miles de pesos)

INFLACION	15,00%	15,00%	10,00%	8,00%	5,00%
INDICE	115,00	132,25	145,47	157,11	164,96

Se estima un crecimiento en ventas del 5% anual REAL.

	2009	2010	2011	2012	2013
Ventas	49.523	59.799	69.068	78.323	86.351
Costos variables	31.393	37.907	43.782	49.649	54.738
Costos fijos	5.478	6.615	7.640	8.664	9.552
Depreciaciones	243	243	243	243	243
Depreciaciones equipo	60	60	60	60	60
Costo de combustible anual					
Costo de mantenimiento anual					
Venta de activos fijos	48	103	207	193	254
Utilidad antes de impuestos	12.398	15.078	17.549	19.900	22.012
Impuestos (35%)	4.339	5.277	6.142	6.965	7.704
Resultado	8.058	9.801	11.407	12.935	14.308

ESCENARIO 2 (CON ESTIMACION DE INFLACION)

CON GENERADOR Y SIN CRISIS ENERGÉTICA

(en miles de pesos)

		2009	2010	2011	2012	2013
Ventas		49.523	59.799	69.068	78.323	86.351
Costos variables		31.393	37.907	43.782	49.649	54.738
Costos fijos		5.478	6.615	7.640	8.664	9.552
Compra de grupo electrogeno	-300					
Costo de combustible anual						
Costo de mantenimiento anual						
Venta de activos fijos		48	103	207	193	254
Impuestos (35%)		4.339	5.277	6.142	6.965	7.704
Flujo de fondos	-300	8.361	10.104	11.710	13.238	14.611



6.2.3 No se adquiere el grupo electrógeno y no hay crisis energética

En este escenario optamos por no realizar la compra del generador. Al mismo tiempo suponemos que ese año no existirá crisis energética, por lo que la situación es normal. Los estados de resultados y flujos de fondos serán proyectados a 5 años.

ESCENARIO 3

SIN GENERADOR Y SIN CRISIS ENERGÉTICA

(en miles de pesos)

Se estima un crecimiento en ventas del 5% anual REAL.

RESULTADOS	2009	2010	2011	2012	2013
Ventas	43.064	45.217	47.478	49.852	52.344
Costos variables	27.298	28.663	30.096	31.601	33.181
Costos fijos	4.764	5.002	5.252	5.515	5.790
Depreciaciones	243	243	243	243	243
Venta de activos fijos	42	78	142	123	154
Utilidad antes de impuestos	10.801	11.387	12.029	12.616	13.284
Impuestos (35%)	3.780	3.985	4.210	4.416	4.649
Resultado	7.021	7.402	7.819	8.200	8.635

ESCENARIO 3

SIN GENERADOR Y SIN CRISIS ENERGÉTICA

(en miles de pesos)

Se estima un crecimiento en ventas del 5% anual REAL.

	2009	2010	2011	2012	2013
Ventas	43.064	45.217	47.478	49.852	52.344
Costos variables	27.298	28.663	30.096	31.601	33.181
Costos fijos	4.764	5.002	5.252	5.515	5.790
Venta de activos fijos	42	78	142	123	154
Impuestos (35%)	3.780	3.985	4.210	4.416	4.649
Flujo de fondos	7.264	7.645	8.062	8.443	8.878


ESCENARIO 3 (CON ESTIMACION DE INFLACION)
SIN GENERADOR Y SIN CRISIS ENERGÉTICA

(en miles de pesos)

INFLACION	15,00%	15,00%	10,00%	8,00%	5,00%
INDICE	115,00	132,25	145,47	157,11	164,96

Se estima un crecimiento en ventas del 5% anual REAL.

RESULTADOS	2009	2010	2011	2012	2013
Ventas	49.523	59.799	69.068	78.323	86.351
Costos variables	31.393	37.907	43.782	49.649	54.738
Costos fijos	5.478	6.615	7.640	8.664	9.552
Depreciaciones	243	243	243	243	243
Venta de activos fijos	48	103	207	193	254
Utilidad antes de impuestos	12.458	15.138	17.609	19.960	22.072
Impuestos (35%)	4.360	5.298	6.163	6.986	7.725
Resultado	8.097	9.840	11.446	12.974	14.347

ESCENARIO 3 (CON ESTIMACION DE INFLACION)
SIN GENERADOR Y SIN CRISIS ENERGÉTICA

(en miles de pesos)

	2009	2010	2011	2012	2013
Ventas	49.523	59.799	69.068	78.323	86.351
Costos variables	31.393	37.907	43.782	49.649	54.738
Costos fijos	5.478	6.615	7.640	8.664	9.552
Venta de activos fijos	48	103	207	193	254
Impuestos (35%)	4.360	5.298	6.163	6.986	7.725
Flujo de fondos	8.340	10.083	11.689	13.217	14.590

6.2.4 No se adquiere el grupo electrógeno y hay crisis energética

En este escenario optamos por no realizar la compra del generador. Al mismo tiempo suponemos que ese año existirá crisis energética, por lo tanto la empresa no podrá producir fuera del horario que disponga la EPE, a menos que desee pagar las multas que se aplican por exceder la potencia permitida. Hay que tener en cuenta que podría producirse algún corte de energía eléctrica.

Los estados de resultados y flujos de fondos serán proyectados a 5 años.

ESCENARIO 4

SIN GENERADOR Y CON CRISIS ENERGÉTICA

(en miles de pesos)

Se estima un crecimiento en ventas del 5% anual REAL.

RESULTADOS	2009	2010	2011	2012	2013
Ventas	43.064	45.217	47.478	49.852	52.344
Costos variables	27.298	28.663	30.096	31.601	33.181
Costos fijos	4.764	5.002	5.252	5.515	5.790
Depreciaciones	243	243	243	243	243
Costos por corte de energía	18	18	18	18	18
Costo multa EPE	1.230	1.230	1.230	1.230	1.230
Venta de activos fijos	42	78	142	123	154
Utilidad antes de impuestos	9.553	10.139	10.781	11.368	12.036
Impuestos (35%)	3.344	3.549	3.773	3.979	4.213
Resultado	6.209	6.590	7.007	7.389	7.823

ESCENARIO 4

SIN GENERADOR Y CON CRISIS ENERGÉTICA

(en miles de pesos)

	2009	2010	2011	2012	2013
Ventas	43.064	45.217	47.478	49.852	52.344
Costos variables	27.298	28.663	30.096	31.601	33.181
Costos fijos	4.764	5.002	5.252	5.515	5.790
Costos por corte de energía	18	18	18	18	18
Costo multa EPE	1.230	1.230	1.230	1.230	1.230
Venta de activos fijos	42	78	142	123	154
Impuestos (35%)	3.344	3.549	3.773	3.979	4.213
Flujo de fondos	6.452	6.833	7.250	7.632	8.066

ESCENARIO 4 (CON ESTIMACION DE INFLACION)

SIN GENERADOR Y CON CRISIS ENERGÉTICA

(en miles de pesos)

INFLACION	15,00%	15,00%	10,00%	8,00%	5,00%
INDICE	115,00	132,25	145,47	157,11	164,96

Se estima un crecimiento en ventas del 5% anual REAL.

	2009	2010	2011	2012	2013
Ventas	49.523	59.799	69.068	78.323	86.351
Costos variables	31.393	37.907	43.782	49.649	54.738
Costos fijos	5.478	6.615	7.640	8.664	9.552
Depreciaciones	243	243	243	243	243
Costo por cortes de energía	21	24	26	28	30
Costo multa EPE	1.415	1.627	1.789	1.932	2.029
Venta de activos fijos	48	103	207	193	254
Utilidad antes de impuestos	11.022	13.487	15.794	18.000	20.013
Impuestos (35%)	3.858	4.721	5.528	6.300	7.005
Resultado	7.165	8.767	10.266	11.700	13.009

ESCENARIO 4 (CON ESTIMACION DE INFLACION)

SIN GENERADOR Y CON CRISIS ENERGÉTICA

(en miles de pesos)

	2009	2010	2011	2012	2013
Ventas	49.523	59.799	69.068	78.323	86.351
Costos variables	31.393	37.907	43.782	49.649	54.738
Costos fijos	5.478	6.615	7.640	8.664	9.552
Costos por corte de energía	21	24	26	28	30
Costo multa EPE	1.415	1.627	1.789	1.932	2.029
Venta de activos fijos	48	103	207	193	254
Impuestos (35%)	3.858	4.721	5.528	6.300	7.005
Flujo de fondos	7.408	9.010	10.509	11.943	13.252

El costo de multa de la EPE, es aproximadamente 30 veces el valor de la tarifa normal consumida por mes, esto es $30 \times \$ 13.562 = \410.000 aproximadamente, luego este valor multiplicado por 3 (los tres meses de invierno), nos da $\$1.230.000$

Mientras que el costo originado por los cortes de energía es $1 \text{ día} \times 9 \text{ horas/día} \times 100 \text{ operarios} \times \$20/\text{hora} \times \text{operario} = \18.000

Se estima que en los 3 meses, puede haber cortes momentáneos, que contarían en total como un día completo perdido (estimado en base a experiencias de años anteriores).

6.3 Cálculo del VAN para cada escenario

6.3.1 Estimación de probabilidad de crisis energética

Para el cálculo de la probabilidad de crisis energética (p), nos basaremos en datos obtenidos de la página web de la Secretaría de Energía de la Nación (www.energia.gov.ar) de donde obtuvimos los valores históricos desde 1997 hasta 2009, tanto de la demanda como de la oferta energética.

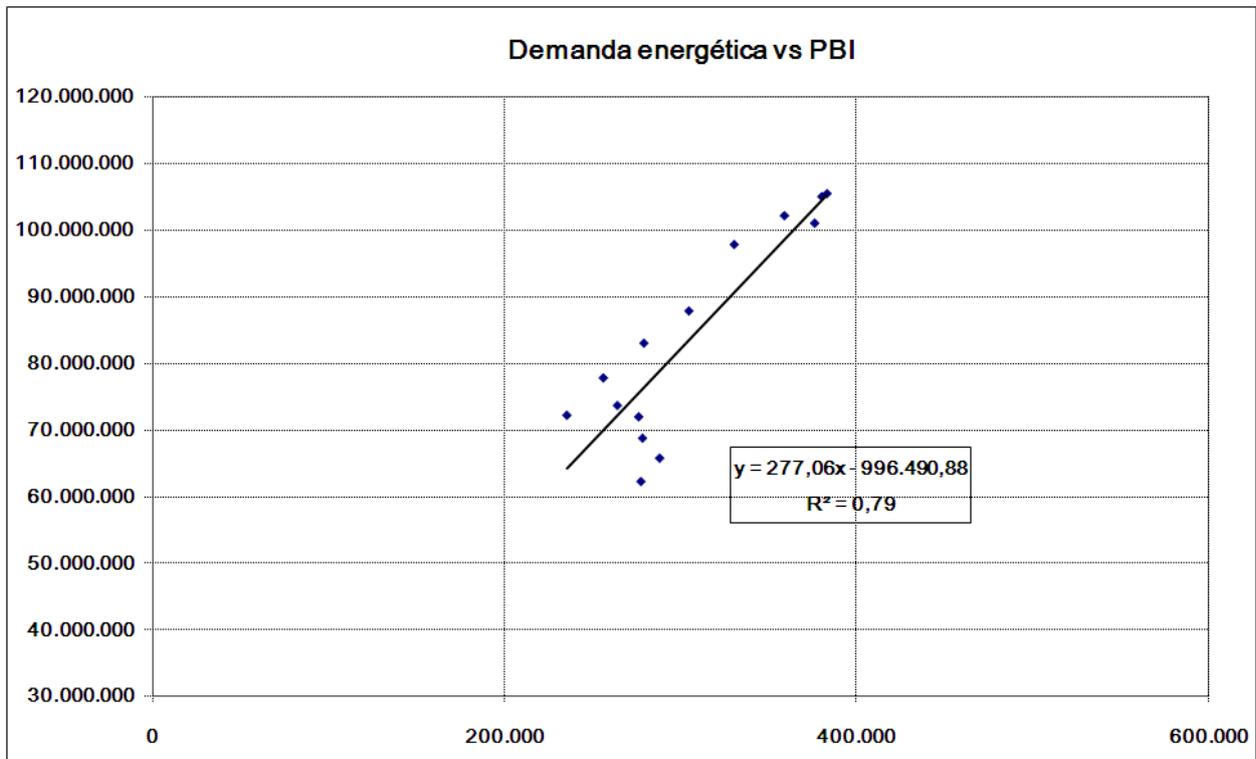
Por otra parte de la página web del INDEC (www.indec.gov.ar), conseguimos los datos de la serie histórica del PBI desde 1997 hasta 2009 (en millones de pesos implícitos de 1993).

Las series mencionadas se muestran a continuación:

AÑO	Demanda energética (En MWh)	Oferta energética (En MWh)	PBI (En millones de pesos)
2010	105.000.000	120.000.000	380.478
2009	101.019.083	118.488.632	376.456
2008	105.447.895	115.576.767	383.444
2007	102.138.163	111.803.074	359.170
2006	97.810.131	106.660.267	330.565
2005	87.832.273	100.918.104	304.764
2004	82.992.196	95.409.768	279.141
2003	77.773.591	89.210.986	256.023
2002	72.165.107	83.055.539	235.236
2001	73.644.036	84.888.944	263.997
2000	71.933.717	82.394.919	276.173
1999	68.732.705	78.494.195	278.369
1998	65.732.340	68.173.955	288.123
1997	62.222.483	67.776.970	277.441

Nota: Los valores del 2010 se estimaron en base a proyecciones de expertos tanto en materia energética como en economía.

Con los valores de la tabla anterior procedimos a graficarlos, y luego por ajuste por mínimos cuadrados, sacamos la relación entre demanda y PBI.

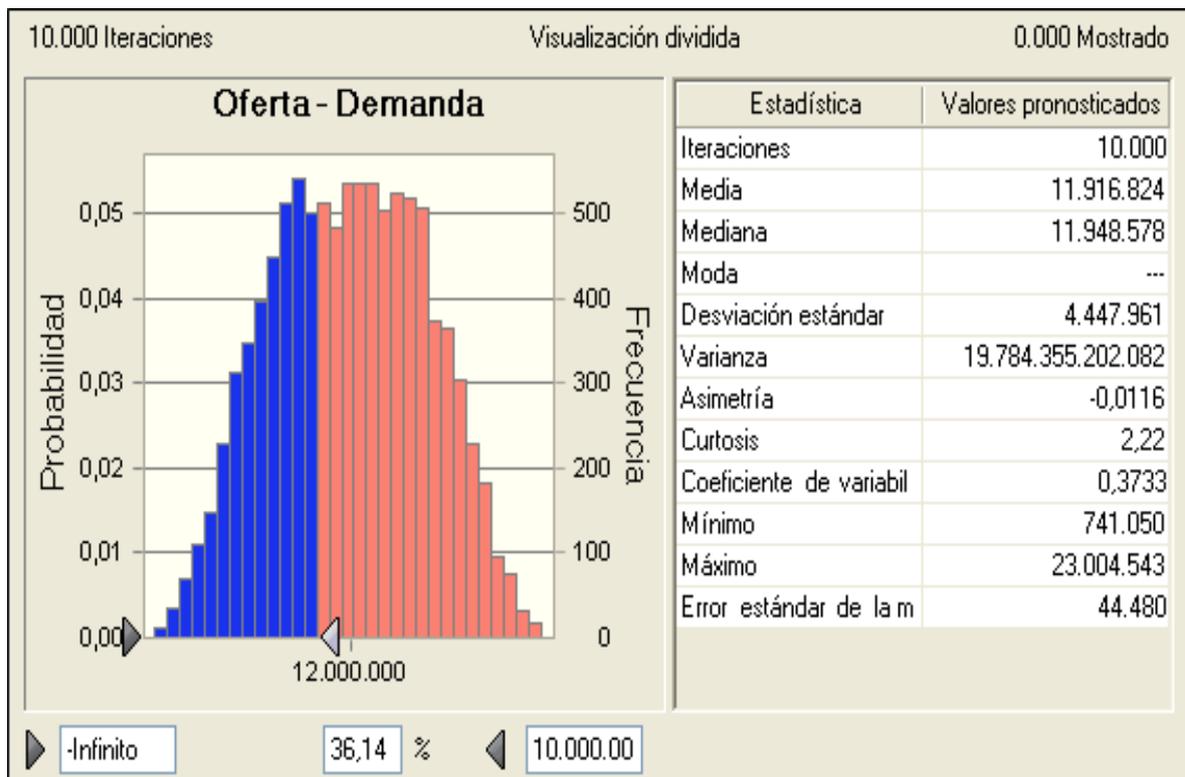


Una vez obtenida la relación lineal entre demanda y PBI, simulamos con Crystal Ball (Software para simulaciones de Monte Carlo), asignando distribuciones de probabilidad a la oferta y al PBI.

El supuesto es que cuando la diferencia entre la oferta y la demanda sea igual o menor a 10.000.000 de MWh, habrá crisis energética (ver diferencia de tabla para el año 2007, en el hubo crisis).

Las simulaciones serán de 10.000 iteraciones cada una, promediándose los valores obtenidos para 4 simulaciones de Crystal Ball.

Las distribuciones de probabilidad asignadas para las dos variables como así también los resultados de las simulaciones, se muestran a continuación:



Podemos observar en el gráfico superior que la certeza de que los valores de la diferencia entre la oferta y la demanda energética sea menores o iguales a 10.000.000 MWh, es de 36,14%.

El promedio para las 4 simulaciones arrojó un valor de **36,51%**, este porcentaje es la probabilidad de que haya crisis energética según nuestro modelo.

6.3.2 Flujos de fondos, corrección por inflación y VAN en cada escenario

La tasa a la que descontaremos los flujos de fondos generados es la calculada en la unidad 5, esto es WACC: 14,7%

	AÑO 0	2009	2010	2011	2012	2013
FF ESCENARIO 1	-375	8.303	10.036	11.636	13.159	113.353
FF ESCENARIO 2	-300	8.361	10.104	11.710	13.238	114.005
FF ESCENARIO 3	0	8.340	10.083	11.689	13.217	113.841
FF ESCENARIO 4	0	7.408	9.010	10.509	11.943	103.400

	AÑO 0	2009	2010	2011	2012	2013
FF DEFLACTADOS ESCENARIO 1	-375	7.220	7.589	7.999	8.375	68.712
FF DEFLACTADOS ESCENARIO 2	-300	7.271	7.640	8.049	8.426	69.107
FF DEFLACTADOS ESCENARIO 3	0	7.253	7.624	8.035	8.413	69.008
FF DEFLACTADOS ESCENARIO 4	0	6.441	6.813	7.224	7.601	62.678

	AÑO 0	2009	2010	2011	2012	2013
VAN ESCENARIO 1 (con crisis)	\$ 56.439	\$ 65.165	\$ 66.463	\$ 67.529	\$ 68.281	\$ 68.712
VAN ESCENARIO 2 (sin crisis)	\$ 56.859	\$ 65.561	\$ 66.859	\$ 67.924	\$ 68.676	\$ 69.107
VAN ESCENARIO 3 (sin crisis)	\$ 57.063	\$ 65.452	\$ 66.754	\$ 67.823	\$ 68.576	\$ 69.008
VAN ESCENARIO 4 (con crisis)	\$ 51.545	\$ 59.122	\$ 60.425	\$ 61.493	\$ 62.247	\$ 62.678

Nota: Ver Anexo B, para un ejemplo de cálculo de flujo de fondos y VAN de un escenario.

6.3.3 Cálculo de flujos diferenciales

	AÑO 0	2009
CON CRISIS ENERGÉTICA	4.894	6.043
SIN CRISIS ENERGÉTICA	-205	109

a) Cálculo de FF diferencial para año 0 con crisis energética:

$$\$56.439 - \$51.545 = \$4.894$$

b) Cálculo de FF diferencial para año 0 sin crisis energética:

$$\$56.859 - \$57.063 = -\$205$$

c) Cálculo de FF diferencial para año 2009 con crisis energética:

$$\$65.165 - \$59.122 = \$6.043$$

d) Cálculo de FF diferencial para año 2009 sin crisis energética:

$$\mathbf{\$65.561 - \$65.452 = \$109}$$

Luego mediante las siguientes fórmulas:

$$\text{VAN (0)} = 4.894 \times p + (-205) \times (1 - p)$$

$$\text{VAN (0)} = 4.894 \times 0,3651 - 205 \times 0,6349$$

$$\mathbf{\text{VAN (0)} = \$1.656}$$

y

$$\text{VAN (2009)} = 6.043 \times p + 109 \times (1 - p)$$

$$\text{VAN (2009)} = 6.043 \times 0,3651 + 109 \times 0,6349$$

$$\mathbf{\text{VAN (2009)} = \$2.276}$$

$$\text{R (Retorno del proyecto)}^{(11)} = \text{Ln } V(2009) / V(0) = \text{Ln } (2276/1656) = \mathbf{0,318}$$

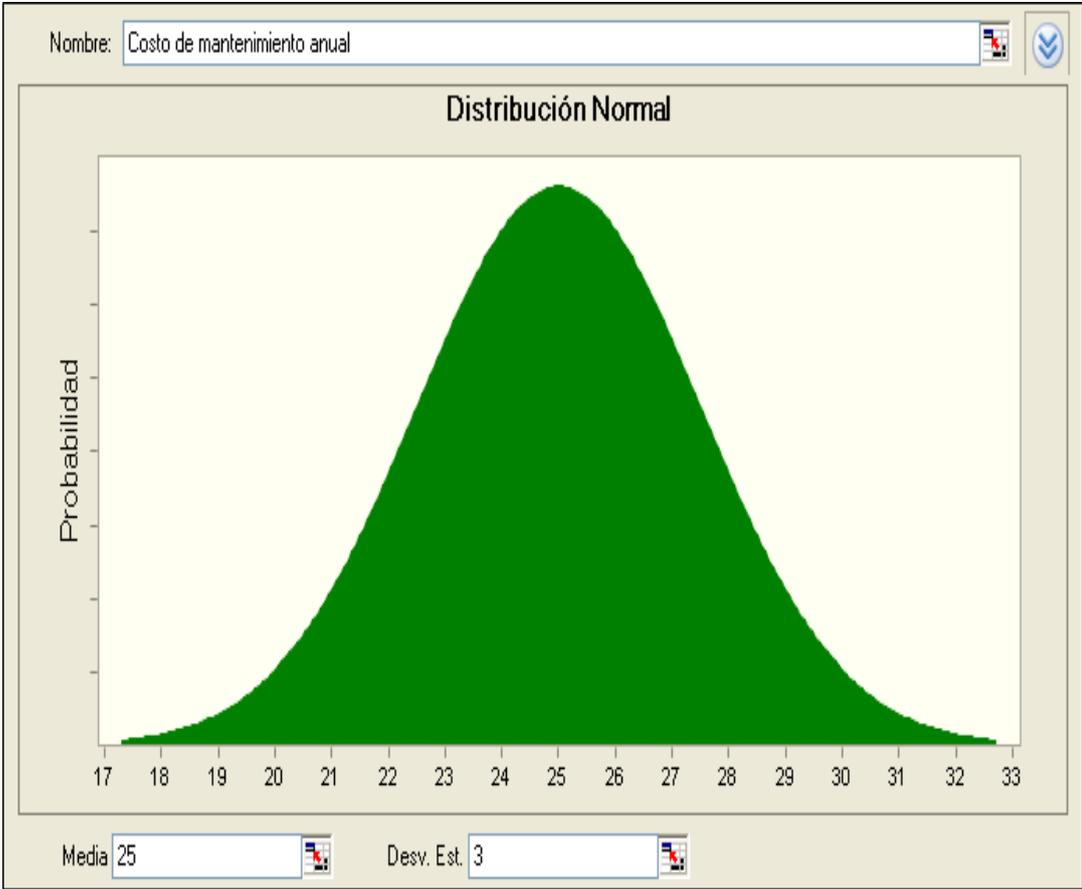
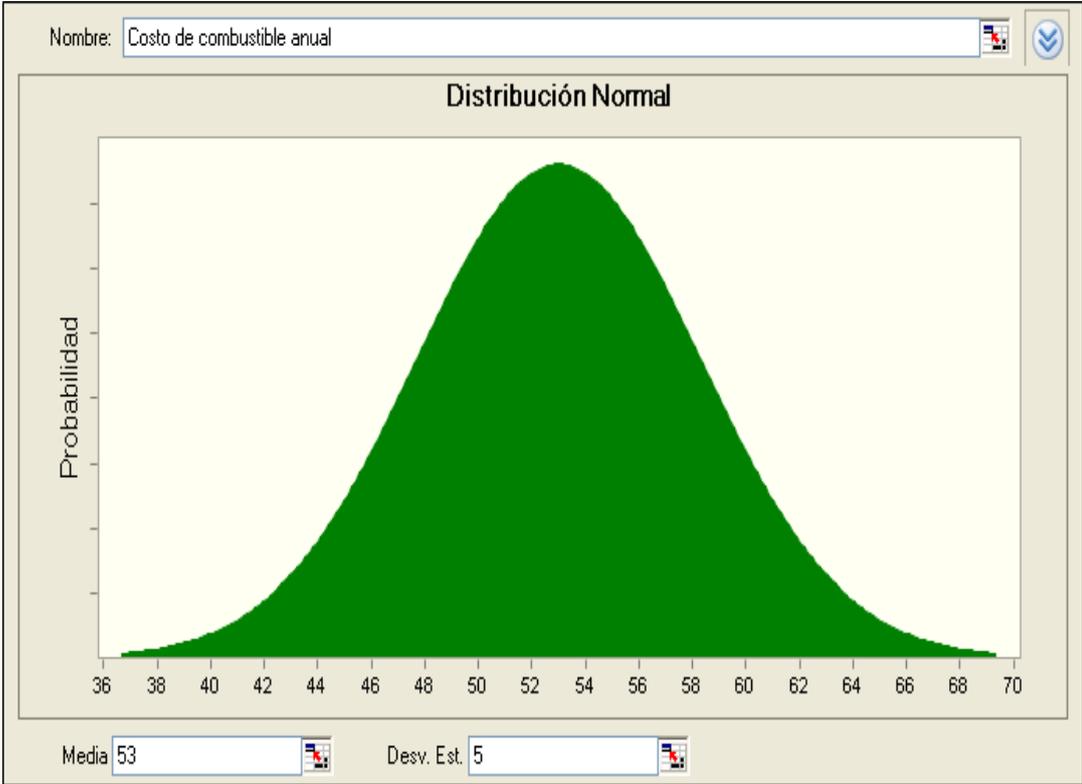
Haremos al igual que en el caso anterior 4 simulaciones de 10.000 iteraciones cada una, del tipo de Monte Carlo mediante Crystal Ball.

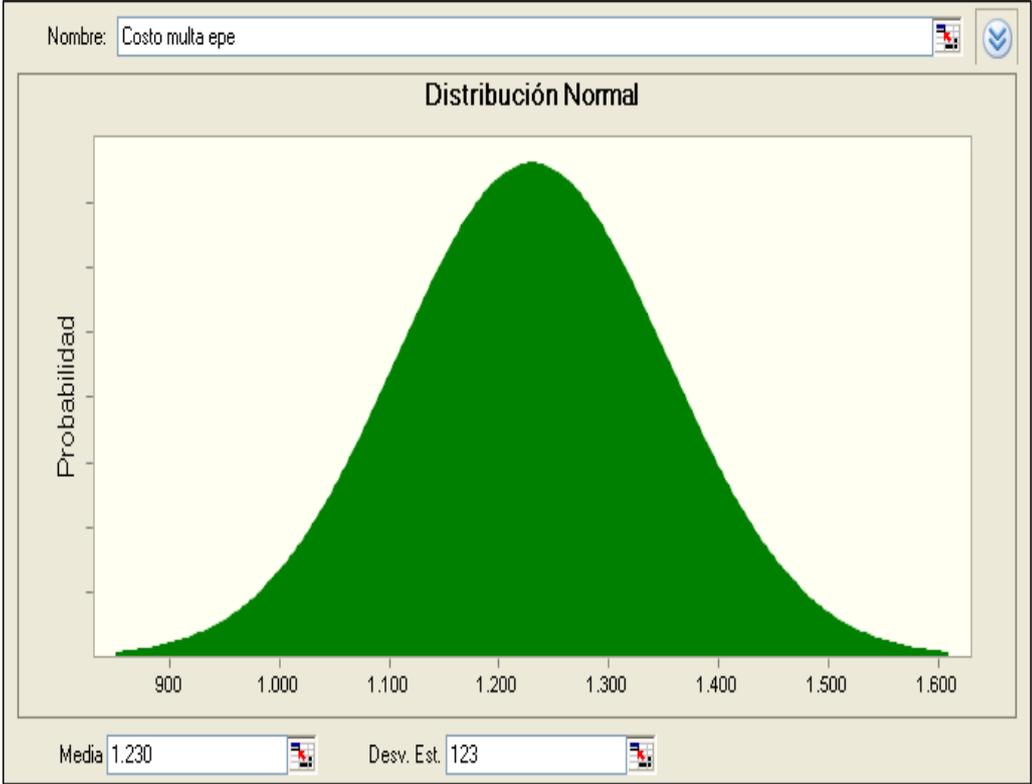
Las variables que utilizaremos son:

- a) Costo de combustible anual
- b) Costo de mantenimiento anual
- c) Costo de multa EPE

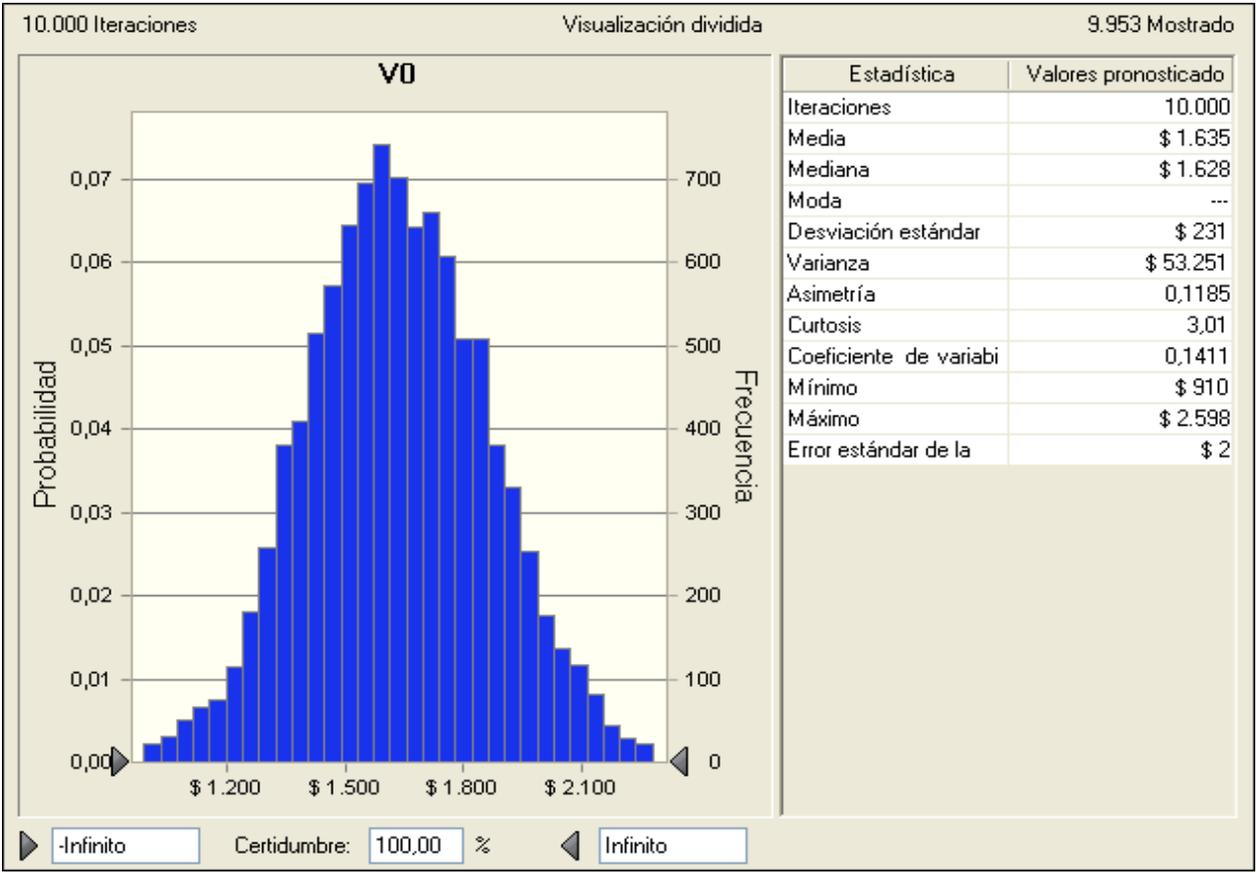
Las distribuciones de probabilidad de cada una se muestran a continuación:

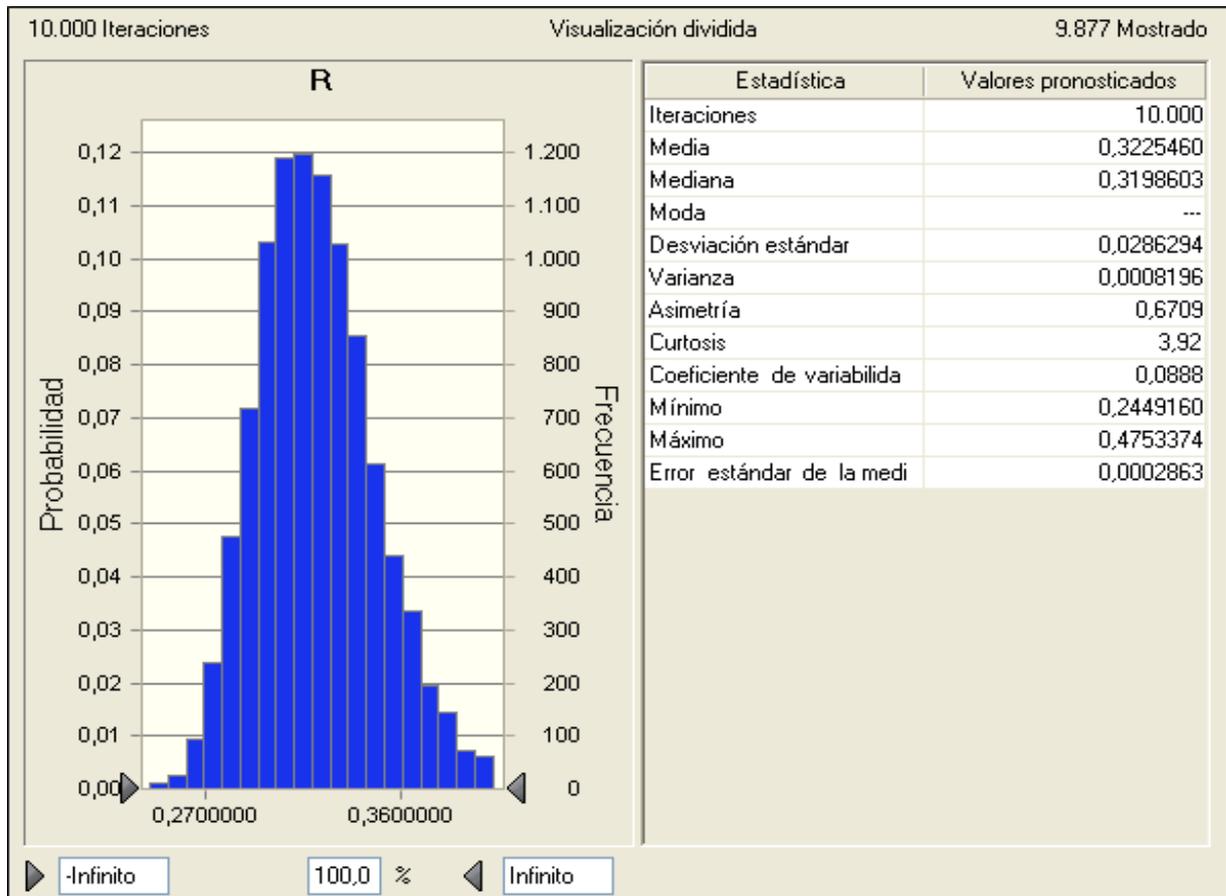
(11) COPELAND, Tom y ANTIKAROV, Vladimir : *Opciones Reales, una guía práctica*. Editorial WW Norton & Company, Texere, USA 2001





A continuación se muestran los resultados de una de las simulaciones:





Luego de las 4 simulaciones los valores promedio resultaron ser:

$$V(0) = \$1.632$$

$$\sigma = 0,0284$$

Con estos números estamos en condiciones de calcular los factores de alza y de baja, u y d respectivamente.

$u = e^{\sigma\sqrt{\delta T}}$	$u = 1,029$	$u = 1/d$
$d = e^{-\sigma\sqrt{\delta T}}$	$d = 0,972$	

Siendo δT en este caso igual a 1, ya que luego evaluaremos la opción de diferir la compra cada un año, durante 5 años.

6.3.4 Evaluación de la opción de diferimiento mediante árboles binomiales

Para evaluar la opción de diferir la compra, utilizaremos la herramienta conocida como árboles binomiales, vista ya en la unidad nº 2.

Los datos necesarios son:

Factor de alza = $u = 1,029$

Factor de baja = $d = 0,972$

Tasa de interés libre de riesgo = 5% (fuente: Bloomberg)

So (Activo subyacente) = 1.632

Precio de ejercicio = $375 \times 0,3651 + 300 \times 0,6349 = 327,40$

Nº de períodos = 5

Volatilidad anualizada (σ) = 2,84% (obtenida a partir de la simulación)

Con los datos mencionados anteriormente calcularemos la opción mediante un evaluador de binomiales para opciones americanas.

The McGraw-Hill Companies

ÁRBOL BINOMIAL

Valoración de opciones Americanas

Activo subyacente So	1.632,00	< >
Precio de ejercicio	327,40	< >
Tipo de interés	5,00%	< >
Meses (30 días)	12	< >
Días	0	< >
Volatilidad anualizada	2,84%	< >
Nº periodos (max 100)	5	< >

u	1,029
d	0,972
Ti instantáneo	4,88%
r^*	1,0098
p	0,6643
1-p	0,3357
Volatilidad del período	0,0284
Tiempo al vto (años)	1,00
Nº de precios finales	6,00

Tipo de opción

Call Put

		Binomial	Black Scholes	Diferencia
Call	1.320,19	1.320,19	1.320,19	0,0000
Put	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Paridad Put-Call		Ver comienzo del árbol		
B(0,T) K + call:	1.632,00			
Bf(0,T)S(0) + put =	1.632,00			
Nº trayectorias del precio	32			

p y 1-p son las probabilidades de subida y de bajada de los valores del activo subyacente respectivamente.

El cálculo de la compra inmediata es: precio del activo subyacente - precio de ejercicio = \$1.632 - \$ 327,4 = \$ **1.304,6**

Por lo tanto, todo valor que tome la opción que sea mayor a este, dará como resultado teórico ejercer la opción de diferir, por el contrario si el resultado es menor a dicho valor convendría comprar el generador.

0	1	2	3	4	5
					1.882,77
					1.555,37
				1.829,71	
				1.505,49	
			1.778,14		1.778,14
			1.457,07		1.450,74
		1.728,03		1.728,03	
		1.410,07		1.403,81	
	1.679,33		1.679,33		1.679,33
	1.364,46		1.358,26		1.351,93
1.632,00		1.632,00		1.632,00	
1.320,19		1.314,05		1.307,78	
	1.586,01		1.586,01		1.586,01
	1.271,14		1.264,93		1.258,61
		1.541,31		1.541,31	
		1.223,35		1.217,09	
			1.497,87		1.497,87
			1.176,80		1.170,47
				1.455,66	
				1.131,43	
					1.414,63
					1.087,23

VERDE ⇒ REALIZAR LA COMPRA

ROJO ⇒ EJERCER OPCIÓN DE DIFERIR LA COMPRA

Para calcular el valor de la opción en cada nodo, se aplica la fórmula:

$$f = e^{-rT} [pf_u + (1-p)f_d] \quad (2.2)$$

Vista en la página 41 de este trabajo.

Por ejemplo el valor 1505,49 en el año 4 se obtiene de la siguiente manera:

$$f = e^{-0,05 \times 0,2} [0,6643 \times 1555,37 + 0,3357 \times 1450,74] = e^{-0,01} \times 1520,62 = \mathbf{1505,49}$$

7. Conclusiones

Como hemos visto a lo largo del desarrollo de este trabajo, son múltiples los factores que se deben tener en cuenta en un proyecto a la hora de llevar a cabo la evaluación del mismo.

Desde las variables externas e inmanejables como ser precio del petróleo, clima, política económica, etc., hasta las internas o inherentes a la empresa, a saber: cantidad de turnos de trabajo, horario de trabajo, combustible a utilizar en el generador, etc.

Luego estará presente la habilidad y experiencia del evaluador del proyecto, ya que el mismo deberá intentar transformar la incertidumbre en certidumbre, labor nada fácil, ya que hablamos de precisar la ocurrencia de una crisis energética por ejemplo o cuando y cuanto subirá el petróleo en el futuro.

Hemos efectuado el análisis para este trabajo mediante el uso de las llamadas opciones reales, ya que a nuestro criterio, las herramientas financieras como ser el VAN o la TIR, por si solas no conducen a resultados correctos, y deben complementarse con otros elementos de análisis que permita ponderar -lo mejor posible- la flexibilidad que muchas veces presenta un proyecto.

En nuestro caso en particular, la opción real que nos interesa valorar es la de diferir la compra del grupo electrógeno, evaluando así cada cierto período previamente establecido la conveniencia de ejercer dicha opción.

Nos encontraremos de esta forma con un resultado mucho más confiable al momento de aconsejar a la dirección de la empresa sobre la compra del generador, hecho que dadas las circunstancias actuales a nivel mundial y nacional (sobre estas últimas comentadas en detalle en el anexo del presente trabajo) pasan a ser una prioridad en materia de planificación estratégica.

Para la realización del análisis en un tema complejo, novedoso y de relativamente bajo uso en la práctica enfrentamos varias dificultades.

Nuestro criterio fue valorar el flujo de fondos de la empresa por cinco años, período que estimamos como vida útil del equipo que pretendemos adquirir.

Los flujos de fondos de comprar el equipo quedan enfrentados a los flujos de fondos de no adquirirlo y los flujos de fondos de afrontar una crisis con el equipo y sin el equipo quedan también enfrentados.

Tales diferenciales de valores presentes calificados por la probabilidad de ocurrencia son los puntos de partida del árbol binomial.

La expresión del valor de la opción ante cada período analizado, agrega al análisis del proyecto, que tradicionalmente hubiera arrojado los valores señalados en los anexos al momento cero, la mirada dinámica del valor del proyecto a través de la posibilidad de tenerlo, pero diferir su aplicación esperando el momento más conveniente.

Mirando las cosas en el punto cero con el análisis tradicional, tenemos que los valores presentes de los ingresos de la empresa nos indican diferencias absolutas que resultan coherentes (la mayor pérdida de ingresos es tener la crisis no haber el hecho la inversión), pero no nos indica la posibilidad de diferir. Por ello nos metemos en el arduo camino de las opciones reales y creemos que con ello tenemos mayores posibilidades de sacar conclusiones, al valorar una opción que si existe y es la diferir la decisión. Creemos que el análisis tradicional nos somete a tomar o dejar el proyecto, mientras que contemplando las opciones reales -en nuestro caso la de diferir- nos señala el valor que contempla tal posibilidad.



8. Bibliografía utilizada

- AMRAM, Martha, KULATILAKA, Nalin: *Opciones Reales. Evaluación de inversiones en un mundo incierto*. Editorial Gestión, Barcelona 2000.
- BACCHINI, Roberto, GARCIA FRONTI, Javier y MARQUEZ Ezequiel : *Evaluación de Inversiones con Opciones Reales utilizando Excel*. Editorial Omicron, Bs. As 2007.
- CANADA, John, SULLIVAN, William y WHITE, John : *Análisis de la inversión de capital para Ingeniería y Administración*. Editorial Prentice Hall, México 1997.
- COPELAND, Tom y ANTIKAROV, Vladimir : *Opciones Reales, una guía práctica*. Editorial WW Norton & Company, Texere, USA 2001
- HULL, John : *Introducción a los Mercados de Futuros y Opciones 4º Edición*. Editorial Prentice Hall, Madrid 2002.
- PASCALE, Ricardo : *Decisiones Financieras 4º Edición*. Consejo Profesional de Ciencias Económicas de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires 2005.
- PEREIRO, Luis y GALLI, Maria : *La determinación del costo del capital en la Valuación de Empresas de Capital Cerrado - Una guía práctica*. IAEF Departamento de Investigaciones y Universidad Torcuato Di Tella. Agosto de 2000.
- SAPAG CHAÍN, Nassir : *Proyectos de inversión. Formulación y evaluación*. Editorial Prentice Hall, México 2007

9. Anexo

A) Un documento sugerente

El siguiente documento fue escrito en forma conjunta por 8 ex-secretarios de Energía de la Nación el pasado **11 de Marzo del 2009**.

Creemos que es una excelente síntesis del sector energético argentino, así como también las medidas a tomar para revertir la situación actual.

Lo hemos incluido detalladamente pues fue publicitado en la fecha de su elaboración, creemos que tiene un fundamento técnico muy serio y por su elaboración quizá no esté suficientemente difundido. Evaluando esta situación con el Director de Tesis resolvimos incluirlo para evitar problemas a los jurados para su confrontación o búsqueda. (un ejemplar se puede obtener en <http://www.iae.org.ar/Una-politica-de-estado-para-el-sector-energetico.pdf> dentro de la página Web del Instituto Argentino de Energía “General Mosconi”

PROPUESTA DE UNA POLÍTICA DE ESTADO PARA EL SECTOR ENERGÉTICO ARGENTINO.

1-INTRODUCCIÓN

El sector energético afronta serios problemas estructurales sin soluciones a la vista; para resolverlos se debe formular una política de estado a largo plazo; Argentina tiene un presente decadente en materia productiva y un futuro incierto.

1) Los hidrocarburos que representan casi el 90 % del total de la energía primaria consumida por Argentina presentan una situación altamente comprometida: la producción de crudo en nuestro país disminuye desde 1998; la caída productiva respecto a aquel año supera al 25%, la disminución productiva no se ha revertido y nos encaminamos a una segura importación;

2) las reservas comprobadas disminuyen tanto en petróleo como en gas natural; y no se han descubierto nuevos yacimientos de tamaño significativo en los últimos 15 años.

Lamentablemente la exploración de riesgo, el verdadero corazón de la actividad petrolera muestra un notable retroceso en las últimas dos décadas mostrándonos una performance decreciente que es muy urgente REVERTIR: en 1988 Argentina hizo 103 pozos exploratorios; en 1998 se hicieron 75 pozos exploratorios;

En el último año se hicieron sólo 54 pozos exploratorios (Fuente: Secretaría de Energía e Informe Estadístico IAPG).

Los precios del petróleo en 1998 eran en promedio para los crudos de la canasta OPEP 12 u\$s/barril; muy inferiores a los precios promedio 94 u\$s/barril, registrados en el último año lo que revela que Argentina no aprovechó el período de precios altos del crudo para realizar inversiones exploratorias en su territorio.

3) la producción gasífera doméstica está en decadencia desde 2004 y, con demanda interna en ascenso se necesita recurrir a importaciones crecientes de gas natural para abastecer sus consumos futuros, sin que existan proyectos desarrollados para tal fin por falta de planificación energética. Debe tenerse presente que Argentina es un consumidor intensivo de gas natural y que este energético representa el 50% de nuestro balance de energía primaria lo que la ubica entre los primeros puestos a nivel mundial.

4) Argentina se encamina hacia la pérdida del AUTOABASTECIMIENTO ENERGÉTICO que exhibe desde hace casi dos décadas, hecho que de concretarse debilitará significativamente los saldos de la balanza comercial.

5) Las refinerías argentinas no se han ampliado en los últimos años y operan al máximo de su capacidad instalada; siendo necesario recurrir en forma creciente a la importación de gas oil para abastecer nuestro mercado interno. Estas deficiencias en el funcionamiento productivo son padecidas por la población, la industria y el transporte en las épocas del año en que escasean el gasoil y el gas natural;

6) El sector eléctrico -el otro gran componente del sector energético- ha demostrado tener serias dificultades para ampliar la oferta en nueva generación: el sector privado no cuenta en la situación actual con las condiciones mínimas para invertir, y el Estado cuando lo hace -a través de Enarsa por ejemplo- actúa en forma no planificada y recurriendo las más de las veces a costosas soluciones de urgencia: como unidades de pequeño tamaño, consumidoras de hidrocarburos líquidos importados de alto costo compradas en forma simultánea y ubicadas en diversos puntos de la red.

El funcionamiento del sistema eléctrico se torna crítico cuando se dan situaciones de bajas o altas temperaturas o cuando la hidraulicidad es baja. Y el problema obedece tanto a la insuficiente generación como a las limitaciones de los sistemas de distribución en los grandes centros urbanos.

En síntesis, el sistema está manejado con visión cortoplacista; no planificado a largo plazo, con inversiones que se encuentran retrasadas; y, como consecuencia, exhibe un funcionamiento técnicamente deficiente con perspectivas a agravarse.

Todo ello obedece sin duda a un proceso anormal de la ampliación de la oferta productiva: no existen inversiones en cantidad y calidad suficientes para garantizar el abastecimiento de una demanda doméstica creciente (ver cuadro N° 1); por otra parte es bien perceptible el claro declive del sistema productivo del sector energía (Cuadro N°2).

Cuadro N° 1
Variación de PBI y Demanda de Energéticos
31 de diciembre de 2001 al 31 de diciembre de 2008

Indicador	Var%
PBI a precios de mercado ¹	43%
Generación Eléctrica ²	43%
Demanda Gas Natural ³	34%
Ventas GNC ^{3*}	43%
Ventas Gas Oil ^{4*}	26%
Ventas Naftas ^{4*}	30%

1 Indec. 2 Cammesa. 3 Enargas. 4 Secretaría de Energía.
* Ventas en volúmenes físicos.

Cuadro N° 2
Variación en la disponibilidad de energéticos
Años 2001 y 2008

Indicador	Var %
Reservas Comprobadas de Petróleo ^{1**}	-9%
Reservas Comprobadas de Gas Natural ^{1**}	-39%
Exportaciones de Petróleo ¹	-86%
Exportaciones de Gas Natural ¹	-89%
Producción de Petróleo ¹	-18%
Producción de Gas Natural ¹	4,5%

¹ Secretaria de Energía. ^{**} Reservas comprobadas remanentes hasta el final de la vida útil. 31/12 del año 2007 vs misma fecha del año 2001

7) En relación a los precios y tarifas de la canasta energética, Argentina hace un uso intensivo e indiscriminado de los subsidios al consumo de energía y al transporte. Los subsidios han sido crecientes y existen dudas sobre la sustentabilidad del sistema. Los subsidios a la energía representaron en 2007 el 57 % de total, y los correspondientes al sector transporte - que también tienen una raíz energética- alcanzaron al 28% del total.

Ambos sectores son responsables de 85 % del total de las transferencias a empresas del sector público y privado. Las estimaciones del total de subsidios para el año 2008 realizadas por la Asociación Argentina de Presupuesto y Administración Financiera Pública (ASAP) indican \$ 16.208 millones para el sector energía y \$ 8746 millones para el sector transporte.

Los Subsidios tienen como principal causa que las tarifas actuales no retribuyen los costos de capital de los equipamientos ni, en varios casos, los de operación y mantenimiento, lo que dificulta disponer de un fluido sistema de inversión para ampliar la capacidad instalada como lo requiere un sistema de demanda creciente como la que tiene el sistema energético. El resultado es que la ampliación de la capacidad instalada no sigue a la demanda, y proviene -casi exclusivamente de inversión pública subsidiada, y no planificada.

Para peor, los subsidios indiscriminados en muchos casos han tenido efectos redistributivos contraproducentes beneficiando más a los que menos lo necesitan, distorsionando las señales de asignación de los recursos del sector.

Si bien la crisis de fines de 2001 obligó a declarar la situación de emergencia, este estado se prolongó en forma arbitraria e innecesariamente dando lugar a las siguientes distorsiones:

1) No se cumple la legislación de fondo del sector y la misma es reemplazada por una cantidad excepcional de normativa complementaria de dudosa eficacia;

2) Las instituciones -particularmente la Secretaría de Energía y los Entes Reguladores sectoriales- están debilitadas y supeditadas a otras instancias gubernamentales;

3) Los usuarios no pagan por los productos y servicios energéticos las tarifas previstas en la legislación ni en los contratos de concesión firmados por el Estado; un bajo nivel tarifario provoca dos efectos negativos: inhibe la inversión genuina en la oferta y promueve hábitos de derroche en la demanda

4) La diferencia entre los costos reales de producir energía y las “tarifas pagadas por el conjunto de la población” da lugar a la solución de emergencia de cubrir los déficit con subsidios indiscriminados por parte del Estado nacional cuyo monto puede estimarse para el período 2006-2008 en más de 8000 millones de u\$s,

5) Existe falta de transparencia en el funcionamiento sectorial propio de la situaciones de emergencia;

6) La inversión privada genuina en sectores de riesgo se retrajo esperando la intervención de la inversión estatal, insuficiente, y no siempre oportuna ;

7) No hay Planificación Energética de Largo Plazo,

8) El problema energético se transforma en una restricción para el conjunto de la economía,

9) En un contexto de manejo sectorial en estado de excepción, es frecuente que las Instituciones del sector sean utilizadas como instrumento para justificar arbitrariedades, en vez de cumplir el rol establecido por las leyes y reglamentaciones, como el de regular los servicios públicos y controlar el cumplimiento de los contratos

A MODO DE SÍNTESIS.

Tenemos un sector energético en declinación productiva persistente, esa declinación productiva no es ni accidental ni obedece a una situación de coyuntura que pueda superarse con el mero transcurso del tiempo, por el contrario se trata de la manifestación de un problema estructural que abarca cinco aspectos: políticos; institucionales; legales; técnicos y tarifarios.

SE TRATA DE UN “PENTAPROBLEMA” CUYA SOLUCIÓN ES COMPLEJA Y DEBE SER ABORDADA ATACANDO A TODOS LOS FRENTES EN FORMA SIMULTÁNEA, DENTRO DEL MARCO DE UNA POLÍTICA DE ESTADO ACORDADA ENTRE LOS ACTORES POLÍTICOS Y CON CONTINUIDAD A TRAVÉS DE LAS DIFERENTES ADMINISTRACIONES GUBERNAMENTALES.

2- EL PRESENTE: UNA OPORTUNIDAD QUE NO DEBE SER DESAPROVECHADA

Puede apreciarse en el cuadro 1, que desde la salida de la convertibilidad, la demanda energética ha crecido a un ritmo similar a al crecimiento del PBI

Por otro lado el crecimiento económico de nuestro país no fue ajeno a un fenómeno global de la expansión económica que abarcó tanto a la economía de los países desarrollados como también la de los grandes países emergentes; esta situación se dio también en el contexto del crecimiento del precio de los commodities y particularmente del precio del petróleo que pasó en ese lapso de un precio promedio de 25 u\$s/barril en 2002 hasta el record de 140 u\$s/barril en julio de 2008.

La suma de crecimiento económico interno de nuestro país con crecimiento de la demanda energética, combinado con la declinación productiva de los hidrocarburos (petróleo y gas natural) el esquema de precios y subsidios y la restricción en las inversiones, pueden explicar el desajuste entre oferta y demanda y con ello el déficit.

Por otra parte, la disparada del precio del petróleo en el mundo y el divorcio de los precios internos de nuestra canasta energética podría explicar -al menos en parte- el desordenado crecimiento de los subsidios.

Si ello fuera así, debería tomarse en cuenta que una circunstancia como la que hoy atraviesa la economía mundial podría jugar a favor de hacer una apuesta nacional hacia un reordenamiento definitivo de nuestro sector energético. El mundo ha entrado en recesión y paralelamente los precios del petróleo han bajado hasta ubicarse en torno a los 40 u\$s/barril

Para un país, como la Argentina, con problemas energéticos graves, tener un sector con menor demanda y con menor precio de los productos energéticos de importación (fueloil, gasoil y gas natural) puede constituir la oportunidad de corregir errores cometidos.

Algunos datos que corroboran lo sustentado: a) en 2008 la demanda de energía eléctrica creció a menos de la mitad de lo pronosticado (un 2,7 % anual; valor mucho menor que el pronosticado por Cammesa a principios de año); b) la venta de gas natural por redes disminuyó en 2008 respecto a 2007 en un 1,7%; c) el gasoil -combustible del transporte y del agro- disminuyó su venta respecto al año 2007. Estos datos son índices claros de que un proceso económico recesivo ha comenzado en Argentina, probablemente no reconocido aún por las estadísticas oficiales.

3- LA FALTA DE DIALOGO Y LA NEGACIÓN SISTEMÁTICA DE LA REALIDAD

No existe un buen tratamiento de la problemática estratégica de la ENERGIA en nuestro país: la cuestión energética está ausente del DEBATE PARLAMENTARIO; está ausente del DIALOGO GOBIERNO - OPOSICIÓN; está ausente también de la POLÍTICA INTERNACIONAL de la Argentina.

Pero si aquello forma parte de lo que genéricamente se podría llamar el “ámbito político” no es menos cierto que la cuestión energética también está ausente de un maduro diálogo entre el GOBIERNO y LOS SECTORES CORPORATIVOS: es de pura lógica que quién más interesado debe estar en tener un sector energético ordenado y previsible es el sector productivo: la industria, el agro y el transporte.

Es un clásico de estos años la negación de la existencia de problemas estructurales en el sector energético, y también su ocultamiento a cualquier costo. LA INFORMACION PUBLICA SOBRE LA REAL MARCHA DEL SECTOR ENERGETICO ES MUY POCO TRANSPARENTE lo que es a todas luces injusto con la ciudadanía.

Mientras tanto la academia; las empresas, los políticos, las organizaciones profesionales de la ingeniería; las ONG especializadas que han planteado a lo largo de estos años el problema no son convocadas por el gobierno ni siquiera para unificar un diagnóstico común.

4- EL FUTURO: UNA POLÍTICA DE ESTADO PARA EL SECTOR ENERGÉTICO ARGENTINO

El futuro nos depara grandes y renovados desafíos: superar una situación de crisis sector generando y proponiendo cursos de acción factibles, de eso precisamente se trata la política. Es necesario realizar un esfuerzo entre todos para salir del cortoplacismo y generar UNA POLÍTICA DE ESTADO permanente para el sector energético ampliamente consensuado; luego cada fuerza política deberá generar los PROGRAMAS DE GOBIERNO INTEGRAL PARA EL SECTOR ENERGÉTICO.

Este documento somete a consideración de todos los actores UNA POLÍTICA DE ESTADO; el programa es para todos; los que lo quieran aplicar y los que lo quieran debatir. Los consensos que explicita tienen por objeto realizar un aporte para iniciar en nuestro país un proceso racional y consensuado para la elaboración de un programa de largo plazo que apunte a la solución integral del problema.

La receta es simple de enunciar pero exige un serio compromiso político para su implementación a largo plazo. Este compromiso debe abarcar en principio a todos los actores políticos y debe ser acompañado -y comprendido - por los sectores económicos y por los académicos. Los consensos fundantes de una política de estado en materia energética son:

A- MAYOR INSTITUCIONALIDAD

- RECONSTRUIR LA CAPACIDAD DEL ESTADO NACIONAL PARA FIJAR CON CRITERIO ESTRATÉGICO LA POLITICA ENERGÉTICA, (La Energía en Argentina no tiene ningún futuro sin un Estado inteligente, previsible, previsor y racional);

-
- MEJORAR LA INSTITUCIONALIDAD DEL SECTOR: MEJORES LEYES ENERGÉTICAS; MEJORES INSTITUCIONES ENERGÉTICAS; CUBRIR CON MODERNAS ORGANIZACIONES - empresas y agencias gubernamentales- LOS VACÍOS INSTITUCIONALES EXISTENTES.

B- PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA ESTRATÉGICA

- PLANIFICAR LA ENERGÍA A LARGO PLAZO
- REORIENTAR LA ECUACIÓN ENERGÉTICA DIVERSIFICANDO LAS FUENTES; priorizando las renovables y no contaminantes.
- MÁS ENERGÍA NUCLEAR; MÁS ENERGÍA HIDROELÉCTRICA; MAS ENERGIA EÓLICA. MENOS GAS NATURAL;
- DEFINIR LAS MODALIDADES DE ABASTECIMIENTO EXTERNO DE LAS ENERGÍAS QUE HOY ARGENTINA NO POSEE CON CRITERIO ESTRATÉGICO.

C- EXPLORACIÓN PETROLERA

- ARGENTINA DEBE LANZAR UNA POLÍTICA EXPLORATORIA AGRESIVA LIDERADA POR EL ESTADO NACIONAL Y COORDINADA CON LAS PROVINCIAS QUE REVIERTA DE RAÍZ LA SITUACION EXISTENTE;

- SE DEBE RECURRIR A LA EXPERIENCIA INTERNACIONAL MUY EXITOSA QUE SE HA DADO EN LA REGIÓN; LA PLATAFORMA CONTINENTAL SUMERGIDA DEBE SER EL PRINCIPAL OBJETIVO, PERO TAMBIEN LO SON LAS ÁREAS CONTINENTALES QUE EN GRAN MEDIDA CONTINUAN INEXPLORADAS A LA ESPERA DE UNA POLÍTICA BIEN DISEÑADA Y EJECUTADA EN FORMA COORDINADA ENTRE LA NACIÓN Y LAS PROVINCIAS.

- EL ESTADO DEBE EJERCER ROLES INDELEGABLES: FIJAR Y HACER CUMPLIR LA POLÍTICA; ACTUAR COMO PROMOTOR Y FACILITADOR ; SER GARANTE DEL CUMPLIMIENTO DE LOS CONTRATOS Y PARTICIPAR DE LA RENTA PETROLERA

- LA EMPRESA PRIVADA DEBE INVERTIR CON TECNOLOGÍA DE AVANZADA EN EL MARCO DE LA SEGURIDAD JURÍDICA Y EL CUMPLIMIENTO DE LAS LEYES Y LOS CONTRATOS

D- FINANCIAMIENTO POR FONDOS ESPECIFICOS DE GRANDES OBRAS DE INFRAESTRUCTURA

- CREACIÓN DE FONDOS ENERGÉTICOS ESPECÍFICOS PARA COOPERAR EN EL FINANCIAMIENTO DE GRANDES PROYECTOS, PÚBLICOS Y/O PRIVADOS- CON EXTERNALIDADES QUE NO PUEDAN SER FINANCIADAS ÚNICAMENTE POR TARIFAS. ADMINISTRACIÓN TRANSPARENTE Y AUDITABLE DE LOS MISMOS DE DICHS FONDOS.

E- LA LICITACIÓN PÚBLICA COMO NORMA PERMANENTE PARA LAS CONTRATACIONES DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA

- SE IMPONE UNA POLÍTICA DE TRANSPARENCIA EN LAS LICITACIONES Y CONTRATACIONES CON AUDITORÍAS INDEPENDIENTES DE TODAS AQUELLAS OBRAS CUYO DESTINO FINAL SEA LA PROVISIÓN DE SERVICIOS PÚBLICOS REGULADOS POR EL ESTADO

- LOS PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA ENERGÉTICA DEBEN SER PROYECTOS MADUROS, CON ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD COMPLETOS, CON COSTOS RAZONABLES COMPARADOS CON ESTÁNDARES INTERNACIONALES, Y DEBEN SER CONCEBIDOS PARA ACCEDER A LA FINANCIACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL

F- SANEAMIENTO Y RACIONALIDAD TARIFARIA

- ELIMINACIÓN DE SUBSIDIOS INNECESARIOS; TARIFAS RACIONALES Y JUSTAS FIJADAS POR EL ESTADO EN UN TODO DE ACUERDO A LO ESTABLECIDO EN LAS NORMAS LEGALES Y REGLAMENTARIAS APLICABLES, QUE ASEGUEN EL REPAGO DE LAS INVERSIONES PUBLICAS Y/O PRIVADAS DEL SECTOR.

G- SUBSIDIOS AL CONSUMO - TARIFA SOCIAL

- TARIFA SOCIAL QUE PERMITA EL ACCESO AL CONSUMO ENERGÉTICO DE LOS SECTORES MAS DESPOSEIDOS.

H- COMPROMISO GLOBAL DE LA ARGENTINA CON EL MUNDO

- UN SECTOR ENERGÉTICO ARGENTINO COMPROMETIDO CON LA LUCHA GLOBAL CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO QUE PROMUEVA LA UTILIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS AMIGABLES CON EL MEDIO AMBIENTE Y EL USO RACIONAL DE LA ENERGÍA.

I-ARTICULACIÓN DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA CON LOS PAÍSES DE LA REGIÓN

- LA ENERGÍA ES UNO DE LOS EJES PARA EL FORTALECIMIENTO DEL MERCADO ECONÓMICO REGIONAL. EL APROVECHAMIENTO DE RECURSOS ENERGÉTICOS COMPLEMENTARIOS, Y LA EXISTENCIA DE VÍNCULOS FÍSICOS ELÉCTRICOS Y GASÍFEROS QUE PUEDEN SER POTENCIADOS POR LOS NUEVOS EMPRENDIMIENTOS BINACIONALES PROPUESTOS PERMITIRÁN AVANZAR EN LA CONFORMACIÓN DE MERCADOS REGIONALES DE ENERGÍA

5- DIEZ MEDIDAS PARA UNA POLÍTICA DE ESTADO DEL SECTOR ENERGÉTICO ARGENTINO

A- LAS INSTITUCIONES ENERGÉTICAS SON FUNDAMENTALES

1. REFUNDAR UNA VERDADERA SECRETARÍA DE ENERGÍA. Fortalecer la capacidad institucional de la Secretaría de Energía como órgano superior para la planificación energética del país. En su ámbito operaran todas las actividades energéticas del gobierno nacional que hoy se encuentran desvinculadas entre si, por estar ubicadas en otras áreas de gobierno. La relanzada Secretaria de Energía actuará en estrecha cooperación con las áreas estatales que cuentan con capacidades humanas y técnicas especializadas: CNEA, CONICET, INTI, INTA y Universidades nacionales

2. FORTALECER LOS ENTES REGULADORES. Esto exige normalizar sin ninguna demora su funcionamiento integrando los directorios con personal altamente calificado en las materias específicas de la regulación energética como exige la Ley.

Todas las designaciones se harán por concurso público y con la debida participación del Congreso.

En una etapa posterior de reestructuración se conformará un Ente Regulador Único de Energía, con dos salas especializadas, una en energía eléctrica y otra en hidrocarburos.

B- LAS TARIFAS ENERGÉTICAS Y LOS SUBSIDIOS PARA LA POBLACIÓN DE BAJOS INGRESOS

3. POLÍTICA DE PRECIOS Y TARIFAS, previsible y estable fundada en la necesidad de cubrir los costos eficientes de producción y asegurar la prestación de servicios generalizados y sin interrupciones o limitaciones artificiales.

Esta política deberá ser complementada con una amplia cobertura social que asegure la prestación de los servicios a los sectores postergados de la sociedad; esta cobertura será responsabilidad del Ministerio de Acción Social que procurara que el transporte, la energía y los servicios de agua potable y cloacas sean suministrados a los sectores de bajos ingresos.

4. NORMALIZACIÓN DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS DE GAS Y ELECTRICIDAD, estableciendo normas que aseguren un flujo permanente de inversiones orientados a la expansión de los servicios y a preservar la calidad de los mismos.

C- LA PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LARGO PLAZO

5. DIVERSIFICACIÓN DE LA MATRIZ ENERGÉTICA, incrementando la participación de energías limpias y renovables, como la hidroelectricidad, eólica y nuclear y los biocombustibles.

6- Debe actualizarse en forma urgente el INVENTARIO DE PROYECTOS HIDRÁULICOS PRIORITARIOS tomando en cuenta estudios actualizados en la fase a técnica; económica; presupuestaria y ambiental.

IMPULSAR LA CONSTRUCCIÓN DE CENTRALES HIDROELÉCTRICAS NACIONALES Y BINACIONALES: aprovechar la experiencia del pasado en materia de construcción de grandes obras; licitar la construcción y adjudicar la ejecución de los emprendimientos en función de los menores precios reclamados para la nueva energía por los inversores privados que asuman la responsabilidad de construir y operar a su costo los emprendimientos.

Estas licitaciones se deben realizar sobre el modelo BOT (construya, opere en concesión un tiempo y luego transfiera), donde los estados pueden aportar garantías de cumplimiento de las concesiones otorgadas por instituciones financieras como el BID o el Banco Mundial o la CFI. Esto contribuirá a eliminar los riesgos de corrupción y/o sobrecostos de construcción que han sido tan comunes en el pasado.

D- ASEGURAR A LARGO PLAZO EL AUTOABASTECIMIENTO DE HIDROCARBUROS CON NUESTROS PROPIOS YACIMIENTOS

7- Implementación de una nueva política petrolera que infunda seguridad a los inversores y al mismo tiempo consagre como principio general el mecanismo de adjudicaciones de concesiones a través de licitaciones abiertas, transparentes y competitivas. No se renovaran contratos de concesión en forma directa y sin puja licitatoria.

Reforma de la ley de Hidrocarburos para fortalecer el papel del Estado nacional en la definición de los criterios generales para la adjudicación de concesiones de áreas de gas y petróleo. Consagrar como principio general la ESTABILIDAD TRIBUTARIA por el tiempo de la concesión. Los mismos criterios se aplicaran para la construcción de las nuevas refinerías que el país ya necesita.

8- AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS: Creación de AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS con la misión de llevar adelante la política nacional en materia de exploración y producción de hidrocarburos y de realizar la planificación del subsector hidrocarburos; de coordinar con las administraciones provinciales la aplicación homogénea en todo el territorio nacional de la política petrolera y gasífera que debe ser única; representar los intereses del Estado nacional en la plataforma económica exclusiva; llevar la estadística sectorial en forma transparente; ser responsable de las licitaciones de AREAS EXPLORATORIAS en el mar; realizar AUDITORIAS DE RESERVAS en las áreas concesionadas y permisionadas; etc.

9. ADECUACIÓN DE ENARSA que debe constituirse en una empresa estatal eficiente sometida a la Auditoria de la AGN para la realización sólo de aquellas funciones que le sean encomendadas expresamente por el Estado nacional para el adecuado funcionamiento del sector energético argentino. Las operaciones que esta empresa lleve a cabo en cumplimiento de su misión - compras de gas natural; GNL; gasoil o fueloil; ejecución de obras; etc.- se realizarán por el mecanismo de licitaciones públicas. Se dará prioridad a la transparencia de la gestión de esta empresa. Se evitarán las importaciones innecesarias de combustibles como el fueloil del cual nuestro país es exportador neto

E- POLÍTICA DE CONSERVACIÓN ENERGÉTICA QUE CONTRIBUYA A LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO.

10- Activa participación de la Secretaria de Energía como el órgano estatal responsable en diseñar un sector energético "limpio" apto para contribuir a los esfuerzos globales que enfrenta la Humanidad para mitigar el inevitable proceso de calentamiento global.

Promover las tecnologías conservacionistas para la producción energética; con objetivos concretos en materia de utilización de cada fuente. Se hará una promoción adecuada y eficiente para la utilización de esas tecnologías por las familias y las empresas productivas, así como también en los medios de transporte.

Firman el documento los ex-secretarios de Energía de la Nación:

Jorge Lapeña (1986 - 1988)

Daniel Montamat (1999 - 2000)

Roberto Echarte (1988 - 1989)

Emilo Apud (2001)

Raúl Olocco (1989)

Alieto Guadagni (2002)

Julio César Aráoz (1989 - 1990)

Enrique Devoto (2002 - 2003)

Conclusiones

Los cambios en la matriz energética releva de procesos de muy largo plazo con fuertes inercias. Su evolución requiere una fuerte voluntad política;

- Existen elementos de vital importancia que impulsan la utilización de fuentes de energía renovables que vayan sustituyendo paulatinamente a los combustibles fósiles: la conciencia ambiental creciente, el incremento de los precios del petróleo;

- Los esfuerzos económicos y tecnológicos para diversificar la matriz energética deben ser planteados en el largo plazo, empleando la herramienta de la planificación estratégica que permita tomar las decisiones adecuadas; es un deber indelegable del Estado Nacional realizar esta tarea en consenso con los Estados Provinciales.

- En caso contrario, se seguirán implementando esquemas de emergencia que empeoran inevitablemente la calidad del desarrollo energético y tendrá impacto en la economía, el desarrollo tecnológico y el medio ambiente

B) Ejemplo de cálculo de estado de resultados, flujo de fondos y VAN de un escenario

ESCENARIO 1

CON GENERADOR Y CON CRISIS ENERGÉTICA

(en miles de pesos)

Se estima un crecimiento en ventas del 5% anual REAL.

RESULTADOS	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas	43.064	45.217	47.478	49.852	52.344
Costos variables	27.298	28.663	30.096	31.601	33.181
Costos fijos	4.764	5.002	5.252	5.515	5.790
Depreciaciones	243	243	243	243	243
Depreciaciones equipo	60	60	60	60	60
Costo de combustible anual	53	53	53	53	53
Costo de mantenimiento anual	25	25	25	25	25
Venta de activos fijos	42	78	142	123	154
Utilidad antes de impuestos	10.663	11.249	11.891	12.478	13.146
Impuestos (35%)	3.732	3.937	4.162	4.367	4.601
Resultado	6.931	7.312	7.729	8.111	8.545

FLUJOS DE FONDOS	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas		43.064	45.217	47.478	49.852	52.344
Costos variables		27.298	28.663	30.096	31.601	33.181
Costos fijos		5.007	5.257	5.520	5.796	6.086
Compra de grupo electrogeno	-375					
Costo de combustible anual		53	53	53	53	53
Costo de mantenimiento anual		25	25	25	25	25
Venta de activos fijos						
Impuestos (35%)		3.732	3.937	4.162	4.367	4.601
Flujo de fondos	-375	6.949	7.282	7.622	8.009	8.399

NOTA: EL PRECIO DEL GRUPO AUMENTA UN 25% (ESTIMADO) A CAUSA DE LA CRISIS

ESCENARIO 1 (CON ESTIMACION DE INFLACION)

CON GENERADOR Y CON CRISIS ENERGÉTICA

(en miles de pesos)

INFLACION	15,00%	15,00%	10,00%	8,00%	5,00%
INDICE	115,00	132,25	145,48	157,11	164,97

Se estima un crecimiento en ventas del 5% anual REAL.

RESULTADOS	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas	49.523	59.799	69.068	78.323	86.351
Costos variables	31.393	37.907	43.782	49.649	54.738
Costos fijos	5.478	6.615	7.640	8.664	9.552
Depreciaciones	243	243	243	243	243
Depreciaciones equipo	60	60	60	60	60
Costo de combustible anual	61	70	77	83	87
Costo de mantenimiento anual	29	33	36	39	41
Venta de activos fijos	48	103	207	193	254
Utilidad antes de impuestos	12.308	14.975	17.436	19.778	21.884
Impuestos (35%)	4.308	5.241	6.103	6.922	7.659
Resultado	8.000	9.733	11.333	12.856	14.224

Ejemplo para el año 1:

Ventas año 1 (con inflación) = Ventas año 1 (sin inflación) * (Indice de inflación/100) = 43.064 * (115/100) = 49.523

El mismo procedimiento se sigue para calcular costos variables, fijos y los demás costos.

FLUJOS DE FONDOS	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas		49.523	59.799	69.068	78.323	86.351
Costos variables		31.393	37.907	43.782	49.649	54.738
Costos fijos		5.478	6.615	7.640	8.664	9.552
Compra de grupo electrógeno	-375					
Costo de combustible anual		61	70	77	83	87
Costo de mantenimiento anual		29	33	36	39	41
Venta de activos fijos		48	103	207	193	254
Impuestos (35%)		4.308	5.241	6.103	6.922	7.659
Flujo de fondos	-375	8.303	10.036	11.636	13.159	14.527

Los valores de ventas, costos variables, fijos y demás se han copiado del estado de resultados correspondiente.

A continuación explicaremos como se obtienen los valores para los FF deflactados en cada escenario:

INFLACION		15,00%	15,00%	10,00%	8,00%	5,00%
INDICE DE INFLACIÓN		115,00	132,25	145,48	157,11	164,97
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
FF ESCENARIO 1	-375	8.303	10.036	11.636	13.159	113.353
FF ESCENARIO 2	-300	8.361	10.104	11.710	13.238	114.005
FF ESCENARIO 3	0	8.340	10.083	11.689	13.217	113.841
FF ESCENARIO 4	0	7.408	9.010	10.509	11.943	103.400
FF DEFLACTADOS ESCENARIO 1	-375	7.220	7.589	7.999	8.375	68.712
FF DEFLACTADOS ESCENARIO 2	-300	7.271	7.640	8.049	8.426	69.107
FF DEFLACTADOS ESCENARIO 3	0	7.253	7.624	8.035	8.413	69.008
FF DEFLACTADOS ESCENARIO 4	0	6.441	6.813	7.224	7.601	62.678

Ejemplo: Año 1

$$\text{FF Deflactados Escenario 1} = (\text{FF Escenario 1} / \text{Indice}) * 100 = (8.303 / 115) * 100 = 7220$$

Obsérvese que los valores del año 5 corresponden a valor terminal del proyecto, esto es: FF año 5 + FF año 5/WACC.

Por ejemplo para el escenario 1, sería:

$$14.527 + 14.527/0,147 = \$113.353$$

Ejemplo de cálculo de VAN para un escenario

WACC : 14,7 %	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
VAN ESCENARIO 1	\$ 56.439	\$ 65.165	\$ 66.463	\$ 67.529	\$ 68.281	\$ 68.712
VAN ESCENARIO 2	\$ 56.859	\$ 65.561	\$ 66.859	\$ 67.924	\$ 68.676	\$ 69.107
VAN ESCENARIO 3	\$ 57.063	\$ 65.452	\$ 66.754	\$ 67.823	\$ 68.576	\$ 69.008
VAN ESCENARIO 4	\$ 51.545	\$ 59.122	\$ 60.425	\$ 61.493	\$ 62.247	\$ 62.678

VAN escenario 1 para el año 0:

Factores de descuento:

$$\text{Año 1: } 1/(1+0,147)^1 = 0,8718$$

$$\text{Año 2: } 1/(1+0,147)^2 = 0,7601$$

$$\text{Año 3: } 1/(1+0,147)^3 = 0,6627$$

$$\text{Año 4: } 1/(1+0,147)^4 = 0,5778$$

$$\text{Año 5: } 1/(1+0,147)^5 = 0,5037$$

Luego VAN =

$$= -375 + (7220*0,8718) + (7589*0,76) + (7999*0,6627) + (8375*0,5778) + (68712*0,5037) = -375 + 6294,7 + 5768,4 + 5301 + 4839 + 4436 = \$ 56.439$$

El cálculo de los demás escenarios para todos los años es similar.