

## DISEÑO DE CARTERAS DE OPCIONES CON EXCEL®

**JOSÉ-AGUSTÍN PIÑOL ESPASA**

*pinyol@uv.es*

*Universitat de València - Departamento de Finanzas Empresariales  
Facultad de Economía. Avda. Tarongers s/n. 46022 Valencia. España*

Recibido (03/09/2013)

Revisado (24/12/2013)

Aceptado (30/12/2013)

**RESUMEN:** Se presenta un libro de cálculo Excel®, integrado por tres hojas, que permite diseñar carteras de inversión con contratos de opción financiera utilizando tanto funciones incorporadas como programación VBA (Visual Basic para Aplicaciones). El usuario/a debe indicar en la hoja *Datos* las posiciones elementales que desea combinar, a fin de que la aplicación le proporcione información analítica y gráfica del resultado de la cartera al vencimiento. La utilidad del libro de cálculo, titulado *Carteras\_Opciones.xlsm*, es variada: puede servir a los operadores del mercado de opciones como herramienta básica en la construcción de carteras, a los iniciados en la práctica inversora como simulador de inversiones, a los centros de formación como instrumento idóneo en cursos relacionados con las finanzas y a los usuarios de hojas de cálculo como muestra del potencial de Excel®. El archivo *xlsm* es descargable de la página web del autor en la Universitat de València: [www.uv.es/pinyol](http://www.uv.es/pinyol).

*Palabras clave:* cartera, opciones, estrategia, excel, finanzas.

**ABSTRACT:** An Excel® workbook, containing three worksheets, is presented. The file allows performing financial portfolios using incorporated functions and VBA code (Visual Basic for Applications). The user must select the basic positions he/she wants to combine, and the program will supply analytical and graphical information about the portfolio's yield at maturity. The workbook, named *Carteras\_Opciones.xlsm*, is useful for traders at option markets, for investors as simulation tool, for finance courses and for people who enjoy Excel® spreadsheets. It is possible to download the *xlsm* file from the author's website at the University of Valencia: [www.uv.es/pinyol](http://www.uv.es/pinyol).

*Keywords:* portfolio, options, strategy, excel, finance.

## 1. Concepto de opción financiera

Un contrato de opción financiera implica un acuerdo entre dos partes, comprador y vendedor, en virtud del cual aquél adquiere de éste, a cambio de cierta contraprestación (prima o precio de mercado de la opción), el derecho a comprarle o a venderle determinado activo financiero (subyacente) en (o hasta) una fecha determinada (vencimiento) a un precio prefijado e invariable durante la vigencia del contrato (precio de ejercicio); el vendedor asume la obligación de satisfacer tal derecho si el comprador decidiera ejercerlo.

Si el derecho adquirido es de compra del activo subyacente, la opción es denominada *call*; si el derecho es de venta, la opción se denomina *put*. En ambos casos existe la posibilidad de que el derecho correspondiente pueda ser ejercido sólo en una fecha preestablecida (opción de tipo  *europeo* ) o hasta dicha fecha (opción de tipo  *americano* ); en este artículo vamos a trabajar exclusivamente con opciones de tipo europeo.

Según la jerga del mercado de opciones, quien adquiere el derecho de compra toma una *posición de compra-call* (frente a la contraparte, que toma una *posición de venta-call*), y quien adquiere el derecho de venta toma una *posición de compra-put* (frente a la contraparte, que toma una *posición de venta-put*)<sup>1</sup>.

## 2. Utilidad de las opciones financieras

Generalmente los contratos de opciones financieras suelen usarse para diseñar *carteras de inversión*, en las que se combinan posiciones relativas a tales opciones con posiciones de  *compra al contado*  o de  *venta a descubierto*  de otros activos financieros, a saber: el activo subyacente a dichos contratos (que supondremos es un número determinado de acciones de una misma empresa, negociables en Bolsa) y el conocido como  *activo libre de riesgo*  (mediante el que sería posible tanto prestar dinero como pedirlo prestado a la  *tasa de interés sin riesgo* ). Esto significa que en el diseño de cualquier estrategia de inversión pueden (deben) combinarse entre sí, en un momento dado (el de constitución de la cartera), dos o más de las siguientes ocho posiciones elementales<sup>2</sup>:

- Compra al contado de acciones en Bolsa a precio actual.
- Venta a descubierto de acciones en Bolsa (esto es, con entrega diferida) a precio actual.
- Compra al contado del activo libre de riesgo (préstamo acreedor, inversión a la tasa sin riesgo).
- Venta a descubierto del activo libre de riesgo (préstamo deudor, financiación a la tasa sin riesgo).
- Compra de contratos  *call*  en el mercado de opciones (posición de  *compra-call* ).
- Venta de contratos  *call*  en el mercado de opciones (posición de  *venta-call* ).
- Compra de contratos  *put*  en el mercado de opciones (posición de  *compra-put* ).
- Venta de contratos  *put*  en el mercado de opciones (posición de  *venta-put* ).

El objetivo de este artículo es presentar un libro de cálculo Excel® (titulado  *Carteras\_Opciones.xlsm* ) que permite, precisamente, diseñar carteras estáticas mediante la combinación de las posiciones adecuadas; la elección de éstas la realizará el inversor en función de su intención de aprovechamiento de una eventual situación de existencia de oportunidades de arbitraje, o, en ausencia de tales oportunidades (y por tanto por motivos de mera especulación y/o de cobertura de riesgo), en función de sus expectativas relativas a la evolución del precio del activo subyacente hasta la fecha (común) de vencimiento de los contratos de opción involucrados (fecha que se hará coincidir con la de liquidación de la cartera, y en la que, por tanto, se desharán las posiciones iniciales tomando las opuestas: de una compra la correlativa venta, y viceversa).

La cartera se califica  *estática*  en tanto que las posiciones tomadas en el momento de su constitución (momento 0) no serán modificadas durante la vida de aquélla, esto es, hasta la fecha de su liquidación (momento 1). En trabajos futuros se considerarán carteras  *dinámicas* .

<sup>1</sup> Gómez, Piñol, Reig y Rodrigo, p. 21 y ss.; Hull, p. 185 y ss.

<sup>2</sup> Gómez, Piñol, Reig y Rodrigo, p. 74 y ss.

### 3. Diseño de carteras con opciones: reglas básicas

El diseño adecuado de una cartera exige el siguiente proceso: en primer lugar, elección de las posiciones oportunas en contratos de opción (compra-*call*, venta-*call*, compra-*put*, venta-*put*); en segundo lugar, elección de la posición pertinente relativa al activo subyacente (compra al contado de acciones o venta a descubierto de acciones); y en tercer lugar, elección de la posición lógica respecto al activo libre de riesgo (concesión de un préstamo acreedor o asunción de un préstamo deudor). A continuación se describen las fases del proceso distinguiendo dos escenarios: aquel en el que existiesen oportunidades de arbitraje y aquel otro en el que no acaeciesen tales oportunidades.

#### 3.1. En situación de existencia de oportunidades de arbitraje

Tal situación se define como aquella en la que es posible comprar, en el correspondiente mercado financiero, un activo a precio mayor o menor que el que se considere justo en un momento dado (precio o valor teórico)<sup>3</sup>. Si el precio de mercado es mayor que el precio justo afirmaremos que el activo está *supravalorado* (convendrá venderlo), mientras que en el caso contrario diremos que el activo está *infravalorado* (interesará comprarlo). El aprovechamiento de tales oportunidades permitiría obtener una rentabilidad extraordinaria sin asumir riesgo extraordinario (a esto se denomina “arbitrar”). En el diseño de carteras con opciones la actuación del arbitrajista debería ser la siguiente:

a) Elección de la posición oportuna en contratos de opción: compra de una opción infravalorada (compra-*call*, compra-*put*) y/o venta de una opción supravalorada (venta-*call*, venta-*put*).

b) Elección de la posición pertinente relativa al activo subyacente, o posición colateral (que acompañará a la posición en opción):

- Si, a resultas de la primera elección, el inversor comprara una *call* (teniendo por tanto derecho a la compra del subyacente a precio de ejercicio  $e_c$ ) y la ejerciese (al vencimiento), la compra de acciones (en virtud de dicho ejercicio) debería ir inmediatamente seguida de su venta en Bolsa (a fin de liquidar la cartera). Para no añadir riesgo en la cartera, la posición de compra-*call* debe acompañarse desde el principio (constitución de la cartera) de una posición de venta a descubierto de tales acciones a precio  $p_0$  (con entrega diferida a la fecha de liquidación de la cartera); en caso contrario el inversor debería venderlas al contado en Bolsa, en la fecha de liquidación de la cartera, a precio  $p_1$  asumiendo el riesgo de que  $p_1 < p_0$ .
- Si, a resultas de la primera elección, el inversor vendiese una *call* (teniendo por tanto la eventual obligación de venta del subyacente a precio de ejercicio  $e_c$ ) y el comprador-*call* la ejerciese (al vencimiento), la venta y entrega de acciones (en virtud de tal obligación) debería ir precedida de su compra en Bolsa (a fin de atender dicha entrega). Para no añadir riesgo en la cartera, la posición de venta-*call* debe acompañarse desde el principio (fecha de constitución de la cartera) de una posición de compra al contado de tales acciones a precio  $p_0$ ; en caso contrario el inversor debería comprarlas al contado en Bolsa, en la fecha de liquidación de la cartera, a precio  $p_1$  asumiendo el riesgo de que  $p_1 > p_0$ .
- Si, a resultas de la primera elección, el inversor comprara una *put* (teniendo por tanto derecho a la venta del subyacente a precio de ejercicio  $e_p$ ) y la ejerciese (al vencimiento), la venta y entrega de acciones (en virtud de dicho ejercicio) debería ir precedida de su compra en Bolsa (a fin atender dicha entrega). Para no añadir riesgo en la cartera, la posición de compra-*put* debe acompañarse desde el principio (fecha de constitución de la cartera) de una posición de compra al contado de tales acciones a precio  $p_0$ ; en caso contrario el inversor debería comprarlas al contado, en la fecha de liquidación de la cartera, a precio  $p_1$  asumiendo el riesgo de que  $p_1 > p_0$ .
- Si, a resultas de la primera elección, el inversor vendiese una *put* (teniendo por tanto la eventual obligación de compra del subyacente a precio de ejercicio  $e_p$ ) y el comprador-*put* la ejerciese (al vencimiento), la compra de acciones (en virtud de tal obligación) debería ir inmediatamente seguida de su venta en Bolsa (a fin de liquidar la cartera). Para no añadir riesgo en la cartera, la posición de venta-*put* debe acompañarse desde el principio (fecha de

<sup>3</sup> Castellanos, p. 233 y ss.

constitución de la cartera) de una venta a descubierto de tales acciones a precio  $p_0$  (con entrega diferida a la fecha de liquidación de la cartera); en caso contrario el inversor debería venderlas al contado, en la fecha de liquidación de la cartera, a precio  $p_1$  asumiendo el riesgo de que  $p_1 < p_0$ .

c) Toma de postura (prestataria o prestamista) a la tasa sin riesgo, que dependerá de la elección relativa a cada uno de los apartados anteriores (se supone que el inversor diseña su cartera sin disponer inicialmente de liquidez alguna, y que debe, bien financiar sin riesgo cualquier déficit, bien rentabilizar sin riesgo cualquier superávit):

- Compra-*call* acompañada de venta a descubierto del subyacente, o venta-*call* acompañada de compra al contado del subyacente: si el gasto de la compra es mayor que el ingreso de la venta, el saldo neto (déficit) deberá financiarse con una posición prestataria a la tasa sin riesgo (préstamo deudor) por un periodo equivalente al de vida de la cartera; al contrario, si el ingreso de la venta es mayor que el gasto de la compra, el saldo neto (superávit) deberá rentabilizarse mediante una posición prestamista a la tasa sin riesgo (préstamo acreedor) durante dicho periodo.
- Compra-*put* acompañada de compra al contado del subyacente: el gasto conjunto de ambas compras deberá atenderse con una posición de financiación a la tasa sin riesgo (préstamo deudor) por un periodo equivalente al de vida de la cartera.
- Venta-*put* acompañada de venta a descubierto del subyacente: el ingreso conjunto de ambas ventas deberá rentabilizarse mediante una posición de inversión a la tasa sin riesgo (préstamo acreedor) por un periodo coincidente con el de vida de la cartera.

### 3.2. En situación de ausencia de oportunidades de arbitraje

Suponiendo que las cotizaciones en el mercado coincidiesen con los respectivos precios justos (ausencia de arbitraje), el diseño de la cartera, con ánimo especulativo y/o coberturista, dependerá exclusivamente de las expectativas del inversor respecto a la evolución del precio del activo subyacente (acciones) desde el momento de constitución de la cartera (momento 0) hasta la fecha de su liquidación (y de vencimiento de los contratos de opción, momento 1). Las expectativas pueden ser alcistas, bajistas, continuistas, de alta volatilidad, de baja volatilidad... El perfil de la representación gráfica del resultado de ciertas carteras-tipo (*hedge, spread, butterfly, straddle, strangle, strap, strip...*) será determinante en el diseño (pues reflejará tales expectativas)<sup>4</sup>. En cualquier caso, el inversor deberá observar las reglas generales indicadas en el apartado anterior (esto es, elegir las posiciones elementales adecuadas siguiendo el proceso descrito, solo que sin pretensión arbitrajista).

En el libro de cálculo (hoja *Datos*) se ha situado un conjunto de botones numerados y titulados; cada botón (pulsable con ratón) está asociado a una macro (programación VBA) que permite el diseño automático de una cartera concreta (la pulsación desencadena la ejecución de la macro vinculada). Los 20 primeros botones corresponden a 20 carteras-tipo apropiadas en situación de ausencia de oportunidades de arbitraje; los cuatro últimos (24 a 28) se asocian a carteras diseñadas para aprovechamiento de diferentes casos de tales oportunidades; los botones 21 a 23 representan diseños ligados al cumplimiento o incumplimiento de la denominada *relación de paridad call-put*.

## 4. Construcción del libro de cálculo: *inputs* y *output*

Para la confección del libro de cálculo *Carteras\_Opciones.xlsm* se ha utilizado la versión 2013 de Excel®. El libro consta de tres hojas, tituladas *Portada, Datos* e *Instrucciones* (los títulos indican el respectivo contenido). La hoja principal es *Datos*, en la que se ubican todos los cálculos necesarios y el gráfico de resultado (en el anexo puede verse su aspecto global).

En la hoja *Datos* debe introducirse información respecto a las siguientes variables:

<sup>4</sup> Castellanos, p. 157 y ss.; Gómez, Piñol, Reig y Rodrigo, p. 77 y ss.; Hull, p. 229 y ss.

- Precio unitario del activo subyacente en el momento de constitución de la cartera ( $p_0$ ), esto es, cotización en Bolsa de cada una de las acciones a las que el contrato de opción dé derecho a comprar (*call*) o a vender (*put*).
- Precio unitario estimado de las acciones en la fecha de liquidación de la cartera ( $p_1$ ).
- Precio de ejercicio (por acción subyacente) de cada opción *call* ( $e_c$ ) y de cada opción *put* ( $e_p$ ) involucradas en la cartera.
- Prima (cotización, precio de compraventa en el mercado de opciones) por acción subyacente, en el momento de constitución de la cartera, de cada opción *call* ( $p_{0c}$ ) y de cada opción *put* ( $p_{0p}$ ) involucradas. La prima puede o no coincidir con el correspondiente valor teórico (precio justo, o de ausencia de oportunidades de arbitraje, calculado mediante el modelo de Black-Scholes).
- Número de acciones a las que da derecho a comprar cada contrato *call* ( $a_c$ ) y a las que da derecho a vender cada contrato *put* ( $a_p$ ), y número de acciones compradas o vendidas en Bolsa ( $n_a$ ).
- Número de contratos *call* ( $n_c$ ) y de contratos *put* ( $n_p$ ) comprados (esto es, en los que se toma posición de compra) o vendidos (toma de posición de venta).
- Tasa anual de rentabilidad del activo libre de riesgo (tasa sin riesgo,  $r_f$ ), expresada en tiempo continuo.
- Periodo de vida de la cartera (desde la fecha de su constitución, momento 0, hasta la fecha de su liquidación, momento 1), expresada en fracción de un año ( $T$ ).
- Selección de las posiciones elementales que, en cada caso, se combinarán para diseñar la cartera adecuada; tal selección debe hacerse patente en la hoja *Datos* dando valor a una variable ficticia vinculada a cada posición (valor 0 para posición no seleccionada, valor 1 para posición seleccionada).

La información que proporciona la hoja *Datos*, tras la introducción de los *inputs* adecuados, es la siguiente:

- a) Con relación a cada posición de opción (y a cada contrato por unidad de activo subyacente, esto es, por cada acción):

- Resultado al vencimiento tanto en caso de no-ejercicio como de ejercicio del correspondiente derecho (compra o venta del activo subyacente):

Compra-call:  $\max(-p_{0c}, (p_1 - e_c) - p_{0c})$ , Venta-call:  $\min(p_{0c}, (e_c - p_1) + p_{0c})$

Compra-put:  $\max(-p_{0p}, (e_p - p_1) - p_{0p})$ , Venta-put:  $\min(p_{0p}, (p_1 - e_p) + p_{0p})$

- Valor teórico de cada opción *call* ( $p_{0c}^{tco}$ ) y de cada opción *put* ( $p_{0p}^{tco}$ ), por unidad de activo subyacente, en la fecha de constitución de la cartera (precio justo, en ausencia de oportunidades de arbitraje), calculado con el modelo de Black-Scholes sin dividendos (siendo  $\sigma$  la volatilidad del activo subyacente y  $N(\cdot)$  un valor concreto de probabilidad acumulada de una distribución Normal estándar)<sup>5</sup>. El valor o precio teórico sirve de referencia para, comparado con el precio de mercado de la correspondiente opción (prima), estimar si ésta está o no supervalorada o infravalorada (y por tanto para poder apreciar si en el mercado existen o no oportunidades de arbitraje):

$$\text{Call: } p_{0c}^{tco} = p_0 \cdot N(d_1) - e_c \cdot \exp(-r_f \cdot T) \cdot N(d_2) \quad , \quad d_1 = \frac{\ln\left(\frac{p_0}{e_c}\right) + \left(r_f + \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot T}{\sigma \cdot \sqrt{T}}$$

$$\text{Put: } p_{0p}^{tco} = -p_0 \cdot N(-d_1) + e_p \cdot \exp(-r_f \cdot T) \cdot N(-d_2) \quad , \quad d_1 = \frac{\ln\left(\frac{p_0}{e_p}\right) + \left(r_f + \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot T}{\sigma \cdot \sqrt{T}}$$

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

<sup>5</sup> Hull, p. 269 y ss.

- Límites (inferior y superior) del valor teórico de la opción en la fecha de constitución de la cartera (definen una banda de precios cuyo traspaso delata inequívocamente la existencia de oportunidades de arbitraje):

$$\text{Call: } \max(0, p_0 - e_c \cdot \exp(-r_f \cdot T)) < p_{0c}^{tco} < p_0$$

$$\text{Put: } \max(0, e_p \cdot \exp(-r_f \cdot T) - p_0) < p_{0p}^{tco} < e_p \cdot \exp(-r_f \cdot T)$$

- Desglose de la prima (valor total de la opción) en *valor intrínseco* y *valor temporal* en la fecha de constitución de la cartera, a efecto de indicar el estado de la opción en el momento 0:

$$\text{Valor intrínseco call: } p_{0c(i)} = \max(0, p_0 - e_c), \text{ Valor temporal call: } p_{0c(t)} = p_{0c} - p_{0c(i)}$$

$$\text{Valor intrínseco put: } p_{0p(i)} = \max(0, e_p - p_0), \text{ Valor temporal put: } p_{0p(t)} = p_{0p} - p_{0p(i)}$$

- Indicación del estado de la opción en la fecha de constitución de la cartera (momento 0): *in the money* (ITM), *at the money* (ATM) o *out of the money* (OTM). Dicho estado influye en la intensidad de las expectativas del inversor relacionadas con la evolución del precio de la acción (entre el momento 0 y el momento 1):

$$\text{Call in the money: } p_0 > e_c, \text{ Put in the money: } e_p > p_0$$

$$\text{Call at the money: } p_0 = e_c, \text{ Put at the money: } e_p = p_0$$

$$\text{Call out of the money: } p_0 < e_c, \text{ Put out of the money: } e_p < p_0$$

b) Respecto a cada posición relativa al activo subyacente (acciones): resultado de la operación de compraventa (compra inicial al contado y venta final al contado, o venta inicial a descubierto con entrega diferida previa compra final al contado):

$$\text{Compra al contado de 1 acción (precio de venta menos precio de compra): } p_1 - p_0$$

$$\text{Venta a descubierto de 1 acción (precio de venta menos precio de compra): } p_0 - p_1$$

c) En cuanto a la posición vinculada a la tasa sin riesgo: resultado del préstamo (interés = precio de venta menos precio de compra del activo libre de riesgo):

$$\text{Préstamo acreedor: } \text{Interés acreedor} = \text{Nominal} \cdot \exp(r_f \cdot T) - \text{Nominal} > 0$$

$$\text{Préstamo deudor: } \text{Interés deudor} = \text{Nominal} - \text{Nominal} \cdot \exp(r_f \cdot T) < 0$$

d) Con relación a la cartera: resultado al vencimiento (fecha de liquidación) calculable como la suma del resultado de todas las posiciones elementales que la integren, valor de la cartera, puntos de equilibrio (*break-even*) y tasa de rentabilidad.

e) Representación gráfica del resultado de cada posición elemental y del resultado de la cartera en la fecha de su liquidación (que, como se ha indicado, debe hacerse coincidir con la fecha de vencimiento de los contratos de opción que contenga).

## 5. Estructura de la hoja de cálculo *Datos*: fórmulas, nombres y procesos<sup>6</sup>

Las carteras diseñables con el libro de cálculo *Carteras\_Opciones.xlsm* admiten un total de once posiciones diferentes (dos variantes de compra-*call*, dos de venta-*call*, dos de compra-*put* y dos de venta-*put*, una compra al contado de acciones, una venta a descubierto de acciones y un préstamo a la tasa sin riesgo), si bien lo normal es que cada cartera estática involucre sólo tres o cuatro posiciones elementales (alguna de ellas duplicada; por ejemplo, una cartera *butterfly* puede combinar dos compras-*call*, una venta-*call* y un préstamo deudor, o una compra-*put*, dos ventas-*put* y un préstamo acreedor).

Usando el archivo *xlsm* hay dos modos de diseñar una cartera: automáticamente (pulsando con el ratón el botón correspondiente a cualquiera de las 28 estrategias predefinidas mediante programación VBA) o “a mano” (dando valor 1 a la variable artificial correspondiente a cada posición elemental

<sup>6</sup> En el apartado de referencias bibliográficas se indican fuentes de gran interés para el uso de Excel®.

necesaria). Mediante la segunda modalidad las posibilidades son amplísimas, pudiendo incluso diseñarse estrategias de *cobertura-delta* (que, no obstante, serán tratadas pormenorizadamente en futuras realizaciones del trabajo). Se use uno u otro modo, las posiciones elementales elegidas quedan visualmente identificadas en virtud del cambio de color de la celda indicativa de su presencia (color intenso) en la cartera (véase la figura nº. 1).

Téngase en cuenta que, excepto en casos infrecuentes, cualquier cartera que pretenda diseñarse precisará una posición, acreedora o deudora, relativa a un préstamo a la tasa sin riesgo (pues se supone que la posición inicial de liquidez del inversor es nula). Efectivamente, lo habitual será que la suma de los cobros procedentes del conjunto de posiciones de venta (de opciones y de acciones) no coincida con la suma de los pagos procedentes del conjunto de posiciones de compra (de opciones y de acciones): si el saldo de cobros menos pagos es mayor que cero, la hoja de cálculo computará un préstamo acreedor (rentabilización del exceso de liquidez), mientras que si dicho saldo es menor que cero computará un préstamo deudor (financiación del defecto de liquidez). Por tal motivo la pulsación del botón titulado “Borrar datos” elimina los datos de todas las celdas susceptibles de entrada menos el correspondiente al indicativo de la elección, siempre inexcusable, de la posición relativa al préstamo a la tasa sin riesgo (que, no obstante, puede modificarse “a mano”).

Se ha dado nombre a casi todas las celdas significativas y a algunos rangos (conjuntos de celdas) a fin de que las fórmulas planteadas en el libro de cálculo sean realmente expresivas de lo que permiten resolver. El usuario de Excel® conoce bien la ventaja de tal medida, que resulta obvia en el siguiente ejemplo:

Fórmula de la celda *Datos!E16* con nombres de las celdas invocadas:

=SI(vcall1=1;MAX(0;precodosubyt0-ejvcall1\*EXP(-RFcont\*periodoprest));"")

Fórmula de la celda *Datos!E16* sin nombres de las celdas invocadas:

=SI(Datos!B14=1;MAX(0;Datos!D5-Datos!D16\*EXP(-Datos!D37\*Datos!D7));"")

Es posible editar una lista de las celdas a las que se haya asignado nombre, junto al correspondiente nombre, mediante la siguiente secuencia (en la versión 2013 de Excel®): Fórmulas/Utilizar en la fórmula/Pegar nombres/Pegar lista. Así se ha hecho en la hoja *Datos* (columnas AQ:AS). Téngase en cuenta que el nombre de algunas variables en el libro de cálculo no coincide con el nombre indicado en este texto, dado que Excel® rechaza aquellos que coincidan con expresiones reservadas por el propio programa (en el citado rango AQ:AS se ofrecen las equivalencias).

El número de funciones propias de Excel® utilizadas en celdas (hoja *Datos*) ha sido relativamente escaso:

Lógicas: SI, Y, O, SI.ERROR

Estadísticas: MAX, MIN, K.ESIMO.MENOR, DISTR.NORM.ESTAND

Matemáticas: EXP, LN, RAIZ, SUMA

Texto: CONCATENAR (operador &)

Como mero ejercicio de programación, existe la posibilidad de eliminar todas esas funciones sustituyéndolas por código VBA (así se hará en futuras extensiones de este trabajo).

La información más útil que proporciona el libro de cálculo es, sin duda, la representación gráfica del resultado de la cartera en la fecha de su liquidación (fecha de vencimiento de las opciones involucradas), que se conforma al sumar el resultado respectivo de cada una de las posiciones elementales que la componen. Tal representación es la que facilita al inversor la estimación del signo (ganancia o pérdida) y de la cuantía del resultado posible de su cartera en función de sus expectativas respecto a la evolución del valor de mercado del activo subyacente (precio en Bolsa de las acciones a las que los contratos de opción dan derecho a comprar o a vender). Por ejemplo, en el caso de una *Hedge Venta Put Sintética* (véase la figura nº. 2) es obvio que el inversor obtendría pérdidas si el precio del subyacente en la fecha de vencimiento de la cartera fuese acusadamente menor que en la fecha de su constitución, y que obtendría ganancias en el caso contrario.

La elaboración del gráfico ha sido tarea ardua. Efectivamente, en la medida que la cartera diseñada incorpore varias posiciones de opciones financieras con diferentes precios de ejercicio, la representación gráfica del resultado de tal cartera será una línea poligonal abierta con tantos ángulos como precios de

ejercicio (en este libro, máximo 8) deban considerarse (línea que se generará por acumulación del resultado de las distintas posiciones elementales que conformen la estrategia). La dificultad reside en calcular adecuadamente el resultado de cada posición en cada tramo del gráfico (esto es, en cada segmento de dicha línea poligonal). La solución ha exigido ordenar de menor a mayor los precios de ejercicio involucrados (para lo que se ha usado repetidamente la función K.ESIMO.MENOR), como puede observarse en la siguiente fórmula (contenida en la celda Z8 de la hoja *Datos*):

```
=SI(ccall1=1;
SI(Y(K.ESIMO.MENOR(PreciosEjerc;7)=0;K.ESIMO.MENOR(PreciosEjerc;8)=0)=VERDADERO;
"";
SI(K.ESIMO.MENOR(PreciosEjerc;8)<=ejccall1;(-primccall1*n°ccall1*n°accsuby);
(K.ESIMO.MENOR(PreciosEjerc;8)-ejccall1+primccall1)*n°ccall1*n°accsuby));"")
```

La interpretación de la fórmula es la siguiente: si ha sido seleccionada una posición *compra-call* (ccall1=1, variable ficticia), entonces si el séptimo menor precio de ejercicio y el octavo menor precio de ejercicio son cero, el contenido de la celda Z8 debe ser vacío (""); en caso contrario, si el octavo menor precio de ejercicio (representativo de un valor factible del precio del subyacente al vencimiento) es igual o menor que el precio de ejercicio de la *call* (esto es, si ésta no es ejercida), el contenido de la celda Z8 debe ser el resultado correspondiente al no-ejercicio (-primccall1\*n°ccall1\*n°accsuby), mientras que si el octavo menor precio de ejercicio es mayor que el precio de ejercicio de la *call*, el contenido de la celda Z8 debe ser el resultado correspondiente al ejercicio:

((K.ESIMO.MENOR(PreciosEjerc;8)-ejccall1+primccall1)\*n°ccall1\*n°accsuby); finalmente, si no ha sido seleccionada la posición *compra-call* (ccall1≠1), el contenido de la celda Z8 debe ser vacío (""). Tal fórmula se ha repetido más de cien veces en una tabla (ubicada en el rango P:AA de la hoja *Datos*) que permite calcular por tramos el resultado de la cartera como suma del resultado de cada posición en cada tramo.

Posición:	Número de acciones por contrato de opción	1				
1 = incluir 0 = no incluir	Número de acciones compra/venta Bolsa	1				
	Precio de 1 acción, momento 0 (p0)	24,000000 €	●			
	Precio de 1 acción, momento 1 (p1)	12,000000 €	●			
	Vida cartera (fracción de 1 año, T)	1,000000				
▲	0	COMPRA CALL 1	Valor justo mom. 0 (BS)			
▼	Nº contr.	Precio de ejercicio por acción subyacente	0,000000 €			
	1	Prima por acción, momento 0	0,000000 €			
▲	0	COMPRA CALL 2	Valor justo mom. 0 (BS)			
▼	Nº contr.	Precio de ejercicio por acción subyacente	0,000000 €			
	1	Prima por acción, momento 0	0,000000 €			
▲	1	VENTA CALL 1	Valor justo mom. 0 (BS)	6,192044 €	Rdo. Vto.: 6,192044 €	No Ejerc. ITM
▼	Nº contr.	Precio de ejercicio por acción subyacente	23,000000 €	Lím. inf. 3,188739 €	Lím. sup. 24,000000 €	V. Intrín. 1,000000 €
	1	Prima por acción, momento 0 (JUSTO)	6,192044 €			V. Temp. 5,192044 €
▲	0	VENTA CALL 2	Valor justo mom. 0 (BS)			
▼	Nº contr.	Precio de ejercicio por acción subyacente	0,000000 €			
	1	Prima por acción, momento 0	0,000000 €			
▲	0	COMPRA PUT 1	Valor justo mom. 0 (BS)			
▼	Nº contr.	Precio de ejercicio por acción subyacente	0,000000 €			
	1	Prima por acción, momento 0	0,000000 €			
▲	0	COMPRA PUT 2	Valor justo mom. 0 (BS)			
▼	Nº contr.	Precio de ejercicio por acción subyacente	0,000000 €			
	1	Prima por acción, momento 0	0,000000 €			
▲	0	VENTA PUT 1	Valor justo mom. 0 (BS)			
▼	Nº contr.	Precio de ejercicio por acción subyacente	0,000000 €			
	1	Prima por acción, momento 0	0,000000 €			
▲	0	VENTA PUT 2	Valor justo mom. 0 (BS)			
▼	Nº contr.	Precio de ejercicio por acción subyacente	0,000000 €			
	1	Prima por acción, momento 0	0,000000 €			
▲	1	COMPRA CONTADO 1 ACCIONES (momento 0)			Rdo. Vto.: -12,000000 €	
▼	1	Precio compra por acción (momento 0)	24,000000 €			
▲	0	VENTA DESCUBIERTO 1 ACCIONES (momento 0)				
▼	1	Precio venta por acción (momento 0)	24,000000 €			
▲	1	PRÉSTAMO DEUDOR (A LA TASA SIN RIESGO)			Interés: -1,872879 €	
▼		Tasa sin riesgo anual, tiempo continuo (%)	10,000000%		Tasa interés: 10,000000%	
		Pagos compras (opciones y acciones)			-24,000000 €	
		Cobros ventas (opciones y acciones)			6,192044 €	
		Importe nominal préstamo deudor (pagos + cobros)			-17,807956 €	
		Montante préstamo (nominal + interés)			-19,680836 €	

Figura 1. Cartera *Hedge Venta Put Sintética* (botón nº. 1, hoja *Datos*): combinación de una posición venta-call, una posición de compra al contado de acciones y una posición deudora (préstamo) a la tasa sin riesgo (las tres posiciones están indicadas con un 1 en celda de color intenso; el valor 1 corresponde a la variable ficticia indicativa de la presencia de la posición elemental en la cartera).

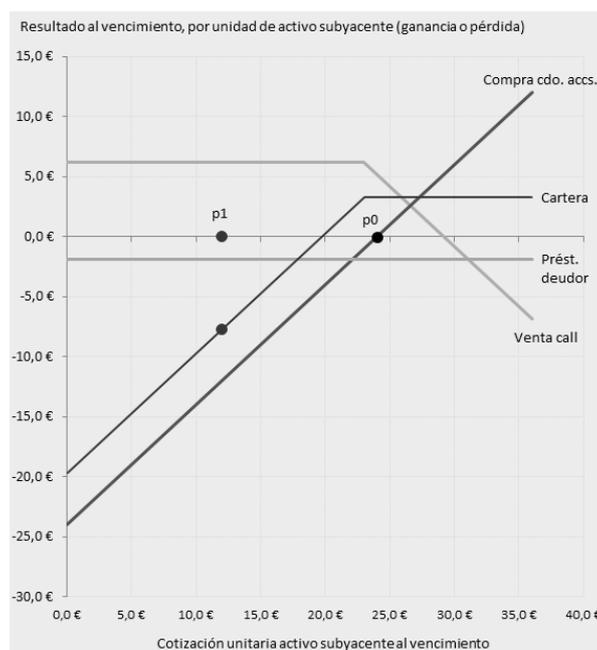


Figura 2. Representación gráfica del resultado al vencimiento de una cartera *Hedge Venta Put Sintética* (efecto de la pulsación del botón nº. 1 en la hoja *Datos*).

## 6. Programación VBA (Visual Basic para Aplicaciones)<sup>7</sup>

En la presente versión del trabajo se ha optado por minimizar el código VBA, reservándolo casi exclusivamente para la redacción de rutinas de control de la aplicación y de uso de los botones asociados a macros en la hoja *Datos*.

### 6.1. Rutinas de control de la aplicación

Cada vez que se abre el archivo *Carteras\_Opciones.xlsm*, el siguiente código ejecuta ciertos comandos relativos a la protección del libro y de las hojas de cálculo, al refresco de pantalla y a la visualización de la barra de fórmulas, de las cabeceras de columnas y filas y de las líneas de división de celdas:

```
Private Sub Workbook_Open()
    ActiveWorkbook.Unprotect Password:="proteger"
    Application.ScreenUpdating = False
    Worksheets("Portada").Protect "proteger"
    Worksheets("Datos").Protect "proteger"
    Worksheets("Instrucciones").Protect "proteger"
    ActiveWorkbook.Protect Password:="proteger", Structure:=True, Windows:=True
    Application.DisplayFormulaBar = False
    ActiveWindow.DisplayHeadings = False
    ActiveWindow.DisplayGridlines = False
    With Worksheets("Datos")
        .Activate: .Range("A1").Select
    End With
End Sub
```

<sup>7</sup> En el apartado de referencias bibliográficas se indican fuentes de gran interés para el uso de VBA en Excel®.

## 6.2. Rutinas de uso de botones asociados a macros

a) Rutina de borrado de todos los datos introducidos (hoja *Datos*): cada pulsación del botón “Borrar datos” deja vacías (“a cero”) las celdas de *inputs*, permitiendo al usuario teclear en ellas la información pertinente para el diseño “a mano” de su cartera.

```
Sub Borrar_datos()
Application.ScreenUpdating = False
With Worksheets("Datos")
.Unprotect "proteger "
.Range("Mensaje_Datos").Value = "CARTERA (línea roja)"
.Range("GrafDer").Value = 200: .Range("DibujarRdo").Value = 1
.Range("IncluirPosic").Value = 0: .Range("NºPosic").Value = 1
.Range("nºaccsuby").Value = 1: .Range("nºaccCV").Value = 1
.Range("precdosubyt0").Value = 0: .Range("precdosubyt1").Value = 0
.Range("periodoprest").Value = 1
.Range("PreciosOpc").Value = 0
.Range("RFcont").Value = 0.1: .Range("prest").Value = 1
.Range("PtoMtoInf").Value = "": .Range("PtoMtoSup").Value = ""
.Range("RdoMin").Value = "": .Range("RdoMax").Value = ""
.Range("RdoMaxAbs").Value = "": .Range("RdoMinAbs").Value = ""
.Range("A1").Select
.Protect "proteger "
End With
Application.DisplayFormulaBar = False
ActiveWindow.DisplayHeadings = False
ActiveWindow.DisplayGridlines = False
Application.ScreenUpdating = True
End Sub
```

b) Rutina de copiado del precio justo de las opciones incluidas en la cartera: cada pulsación del botón “Precio justo” sustituye el contenido de las celdas relativas a la prima de cada opción por el correspondiente valor teórico calculado con el modelo de Black-Scholes (mediante las fórmulas ubicadas en el rango de columnas AL:AO de la hoja *Datos*). En definitiva, la pulsación del botón implica la presunción de que el precio de mercado de cada opción coincide con su precio justo (lo que asegura la inexistencia de oportunidades de arbitraje).

```
Sub Copiar_preciojusto()
Application.ScreenUpdating = False
With Worksheets("Datos")
.Activate
.Unprotect "proteger"
If .Range("ccall1").Value = 1 Then .Range("primccall1").Value = .Range("BSccall1").Value
If .Range("ccall2").Value = 1 Then .Range("primccall2").Value = .Range("BSccall2").Value
If .Range("vcall1").Value = 1 Then .Range("primvcall1").Value = .Range("BSvcall1").Value
If .Range("vcall2").Value = 1 Then .Range("primvcall2").Value = .Range("BSvcall2").Value
If .Range("cput1").Value = 1 Then .Range("primcput1").Value = .Range("BScput1").Value
If .Range("cput2").Value = 1 Then .Range("primcput2").Value = .Range("BScput2").Value
If .Range("vput1").Value = 1 Then .Range("primvput1").Value = .Range("BSvput1").Value
If .Range("vput2").Value = 1 Then .Range("primvput2").Value = .Range("BSvput2").Value
.Range("A1").Select
.Protect "proteger"
End With
Application.DisplayFormulaBar = False
ActiveWindow.DisplayHeadings = False
ActiveWindow.DisplayGridlines = False
Application.ScreenUpdating = True
End Sub
```

c) Rutina que permite el diseño automático de una determinada cartera al pulsar con el ratón el botón correspondiente de la hoja *Datos* (a elegir entre 28). En el caso descrito a continuación la cartera es una *Hedge Venta Put Sintética*, a la que se accede pulsando el botón nº. 1 (en el editor VBA figuran 28 rutinas semejantes: tantas como botones de diseño de carteras hay en la hoja citada).

```

Sub ventaputsint()
    Application.ScreenUpdating = False
    Call Borrar_datos
    With Worksheets("Datos")
        .Activate: .Unprotect "proteger"
        .Range("Mensaje_Datos").Value = "CARTERA (línea roja): 1. Hedge Venta Put Sintética"
        .Range("GrafDer").Value = 150: .Range("DibujarRdo").Value = 1
        .Range("vcall1").Value = 1
        .Range("ccdo").Value = 1
        .Range("prest").Value = 1
        .Range("nºaccsuby").Value = 1: .Range("nºaccCV").Value = 1
        .Range("precdosubyt0").Value = 24: .Range("precdosubyt1").Value = 12
        .Range("periodoprest").Value = 1
        .Range("ejvcall1").Value = 23
        .Range("RFcont").Value = 0.1
        .Range("primvcall1").Value = Range("BSvcall1").Value
    Call Valor_Vbles_1
    PtoMtoInf = -(primvcall1 - precdosubyt0) * Exp(RFcont * periodoprest)
    RdoMin = (primvcall1 - precdosubyt0) * Exp(RFcont * periodoprest)
    RdoMax = ejvcall1 + (primvcall1 - precdosubyt0) * Exp(RFcont * periodoprest)
    .Range("PtoMtoInf").Value = PtoMtoInf
    .Range("RdoMin").Value = RdoMin
    .Range("RdoMax").Value = RdoMax
    .Range("A1").Select: .Protect "proteger "
    End With
    Application.DisplayFormulaBar = False: ActiveWindow.DisplayHeadings = False
    ActiveWindow.DisplayGridlines = False: Application.ScreenUpdating = True
End Sub

```

## 7. Conclusiones. Desarrollos futuros

El libro de cálculo *Carteras\_Opciones.xlsm* facilita el diseño de carteras estáticas con contratos de opciones financieras. Su utilidad se extiende a ámbitos diversos: puede servir a los operadores del mercado de opciones como herramienta básica en la construcción de carteras, a los iniciados en la práctica inversora como simulador de inversiones, a los centros de formación como instrumento idóneo en cursos relacionados con las finanzas y a los usuarios de hojas de cálculo como muestra del potencial de la fantástica aplicación Microsoft® Excel®. En cualquier caso, permite ilustrar con ejemplos el proceso de formación de carteras de inversión en las que los contratos de opción financiera desempeñan una importante función como instrumentos de cobertura, especulación y arbitraje.

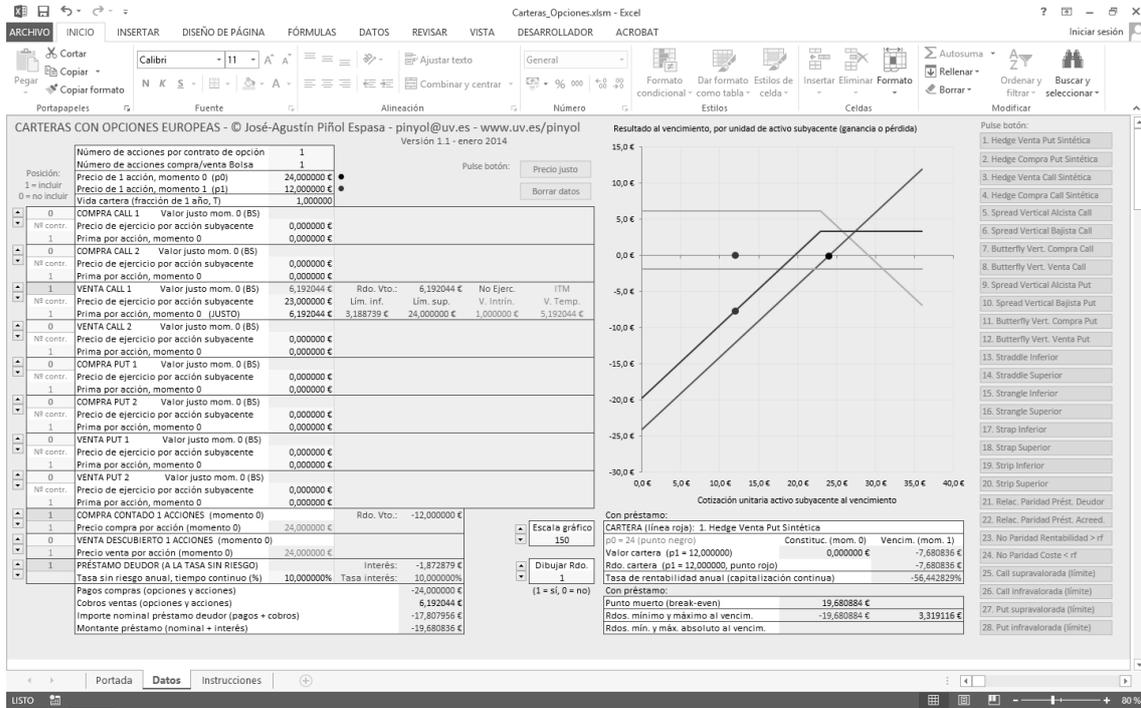
Siempre en su versión más reciente, el libro de cálculo es descargable de la página web del autor en la Universitat de València, [www.uv.es/pinyol](http://www.uv.es/pinyol). En desarrollos futuros se pretende incorporar nuevo código VBA a fin de acrecentar su potencial; en tal sentido se añadirá el diseño de carteras dinámicas y de coberturas-*delta*, la construcción de árboles binomiales (fundamentales para la valoración de opciones de tipo americano) y la formulación de funciones de usuario para automatizar cálculos complejos.

## Referencias Bibliográficas

1. Castellanos, E. *Opciones y futuros de renta variable* (Instituto BME, Madrid, 2011).
2. Gómez, A.R. Piñol, J.A. Reig, A. Rodrigo, A. *Teoría de la financiación II* (Pirámide, Madrid, 2006).

3. Hull, J.C. *Introducción a los mercados de futuros y opciones* (Pearson, México, 2009).
4. Jelen, B. Syrstad, T. *VBA and Macros: Microsoft® Excel® 2010* (Que, Indianapolis, 2010).
5. Walkenbach, J. *Excel® 2010 Bible* (Wiley, Indianapolis, 2010).
6. Walkenbach, J. *Excel® 2010 Power Programming with VBA* (Wiley, Indianapolis, 2010).

**Anexo: aspecto global de la hoja Datos**



(se recomienda resolución pantalla aprox. 1440 x 900 y zoom no menor que 75%)