

JAVIER MARCOS

Director Departamento Fondos de Pensiones-La Unión y el Fénix-Actuario

Aplicaciones actuariales en calculadoras financieras

El desarrollo de la ciencia informática afecta muy directamente al trabajo cotidiano del actuario. Calculadoras, ordenadores, etcétera, han revolucionado nuestro trabajo en cantidad y calidad. Los avances nos permiten en ocasiones un manejo cada vez más fácil. En este artículo se expone una sencilla posibilidad de transformar una calculadora financiera en un instrumento de uso actuarial.

DENTRO del inmenso mundo de la informática, resulta imprescindible confrontar nuestras necesidades con lo que nos va ofreciendo el mercado. No es mi intención exponer las diferencias entre los instrumentos existentes, ni comentar la gama de posibilidades que se ofrecen en cada modelo. Sería de locos.

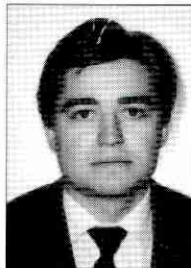
Por el contrario, un mercado tan amplio nos obliga a ser muy concretos. Por ello, quiero proponer un ejemplo de programación de fórmulas actuariales en un tipo de calculadora financiera.

Esto no significa que el instrumento propuesto sea el único capaz de realizar estas funciones. Ni siquiera me atrevo a decir que sea el mejor. Pero en cualquier caso, sí se puede afirmar que la calculadora Hewlett Packard 19 B II es una de las más vistas en reuniones entre actuarios. Esta es la razón por la que se ha elaborado este pequeño trabajo.

No sólo a los actuarios que ya conocen el tema puede servirles esta lectura, sino también a aquellos profesionales o estudiantes del Seguro que de vez en cuando echan de menos una calculadora especializada.

Pero, por encima del instrumento utilizado, trato de brindar ideas. Esto significa que no tiene demasiada importancia ni el modelo o marca utilizados ni su posible obsolescencia. Lo que importa es el método básico expuesto: introducción de tablas de mortalidad, programación de fórmulas, y principalmente las posibilidades de los programas realizados.

Muchos de los actuarios que estén leyendo estas líneas, no han programado nunca. Que no se preocupen, esta puede ser una primera ocasión para comenzar a saber de qué va esto. He estructurado mi exposición y el desarro-

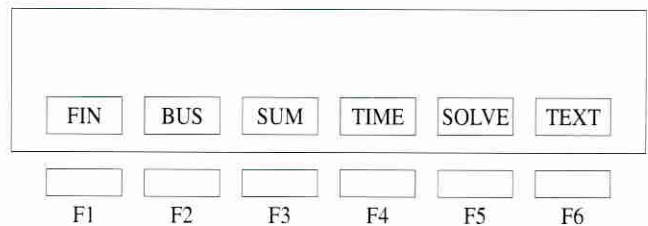


llo de las fórmulas, pensando sobre todo en ellos.

Dentro de los muchos programas de uso habitual en seguros, he elegido uno para rentas actuariales discretas. Antes de llegar a él, y solamente para familiarizarnos con su manejo, propondremos algunos que calculan los símbolos de conmutación.

Sin más introducción, vamos a realizar en primer lugar la inevitable propaganda del modelo para saber, dentro de las posibilidades de la calculadora, las que van a ser objeto de nuestro uso en este artículo:

La calculadora ofrece una serie de utilidades a través de menús. Se accede a los mismos presionando las distintas seis teclas de color gris inmediatamente por debajo de la pantalla. Vamos a denominar F1, F2 ... F6 a estas seis teclas, según se ve en el siguiente dibujo. Además de éstas, busque las teclas [INPUT] y [EXIT]. Vamos a necesitarlas.



Pantalla 1

De todos estos menús, que nos conducen a una agenda electrónica, cálculos estadísticos, financieros..., destacamos, para nuestros efectos, dos de ellos:

El primero es el que nos permite introducir tablas (SUM). Se accede al mismo presionando F3.

El segundo es el que nos permite introducir nuestras propias fórmulas (SOLVE). Se accede presionando F5.

Ya sabemos por tanto lo que vamos a hacer. Introducir las tablas de mortalidad y programar fórmulas actuariales. Veamos cómo.

1. Introducción de las tablas de mortalidad

Todas las funciones descritas se encuentran claramente explicadas en las instrucciones de la calculadora. No deje de consultarlo si tiene alguna duda, y no tire la toalla cuando no se consigan las cosas a la primera. Es normal.

Voy a intentar esquematizar en tres pasos lo que debemos hacer. Estas operaciones son:

- 1.1. Introducción de los valores.
- 1.2. Nombrar la tabla.
- 1.3. Nombrar cada uno de los elementos de la tabla.

1.1. Para introducir los valores de la tabla de mortalidad, presionamos F3, y nos aparece la siguiente pantalla:

>ITEM(1)=
TOTAL=0.00

| | | | | | |
|------|-------|-------|------|-----|------|
| CALC | INSRT | DELET | NAME | GET | MORE |
|------|-------|-------|------|-----|------|

| | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|
| | | | | | |
| F1 | F2 | F3 | F4 | F5 | F6 |

Pantalla 2

Ahora introduzca los valores de la tabla GRM80, haciendo coincidir la edad con el número que se muestra. Así, ITEM(1) será la l_x . Tecleamos cada número, y a continuación la tecla [INPUT].

1.2. Para dar un nombre a la tabla, presionamos en el menú anterior F4. Es decir, NAME. A continuación, le damos un nombre. Vamos a llamarla por ejemplo M80.

Teclee por tanto: M80 y a continuación [INPUT].

1.3. Por último, vamos a dar el mismo nombre no sólo a la tabla, sino a cada número.

Presione F6 (MORE), después F2 (LABEL). Aparece la siguiente pantalla:

TYPE LABEL TO REPLACE
CURRENT OR GLOBAL LABEL
>

| | |
|------|-------|
| CURR | GLOBL |
|------|-------|

| | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|
| | | | | | |
| F1 | F2 | F3 | F4 | F5 | F6 |

Pantalla 3

Teclee M80 y a continuación F4 (GLOBL).

Ya tiene introducidos los valores de la tabla GRM80, a la que ha puesto el título de M80. Ha dado además el nombre de M80(1) a la l_1 , M80(2) a la l_2 ... ¿Se atreve a introducir los valores de la tabla GRF80?

Si es la primera vez que se enfrenta con estos temas, es posible que no haya salido nada. No se preocupe. Aprovechando que nos queda el trabajo de teclear todos los valores de la GRF80, vamos a repasar esquemáticamente todos los pasos seguidos hasta ahora.

Presionamos [EXIT] dos veces para situarnos en la pantalla 1, y tecleamos F3 (SUM). Si no ha tenido problemas para introducir los valores de la GRM80 presione F5 (GET) y después F1 (*NEW). Ahora estamos todos en la pantalla 2.

Introduzcamos la GRF80, que vamos a denominarla F80. Es así de sencillo:

- Tecleamos cada valor y a continuación [INPUT]
- Presionamos F4 (NAME), después F80 e [INPUT]
- Presionamos F2 (LABEL), después F80 y F4 (GLOBL)
- Salga presionando [EXIT] dos veces. Ya está.

2. Programación de los símbolos de conmutación

Hemos destacado de esta calculadora la posibilidad de introducir fórmulas que acceden a las tablas introducidas. Esta es una de las características más importantes. Veamos cómo funciona la programación.

Nos encontramos en la pantalla 1 y presionamos F5 (SOLVE). Aparecerá:

>

| | | |
|------|------|-------|
| CALC | EDIT | DELET |
|------|------|-------|

| | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|
| | | | | | |
| F1 | F2 | F3 | F4 | F5 | F6 |

Pantalla 4

Probemos con algo sencillo. Programemos lo siguiente:

$$A=B \times C$$

Escríbalo en su calculadora tal cual y pulse F1. Aparecerá:

A=BxC
0.00

| | | |
|---|---|---|
| A | B | C |
|---|---|---|

| | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|
| | | | | | |
| F1 | F2 | F3 | F4 | F5 | F6 |

Pantalla 5

Juegue con la fórmula. Por ejemplo introduzca lo siguiente:

4 F2 3 F3 F1

El resultado es 12. Obsérvese que después de dar valores a las variables B y C, hemos pedido el resultado de la variable A.

Telee ahora: 12 F1 4 F2 F3

El resultado es 3. Obsérvese que después de dar valores a las variables A y B, hemos pedido el resultado de la variable C.

¿Se ha dado cuenta que tanto A como B o C pueden ser variables dependientes?

Esta característica sí que es muy importante para un actuario, y distingue a esta calculadora de otros muchos productos en el mercado.

¿Se imagina que en lugar de A, B, C tuviésemos las variables renta, edad actuarial y tipo de interés? Conociendo por ejemplo las dos primeras, podríamos calcular la tercera en pocos segundos. Esta es otra de las grandes utilidades para nosotros.

Para continuar, vamos a programar la conocida Dx. Recordemos la fórmula:

$$Dx = lx (1 + (i/100))^{-x}$$

Siendo x la edad actuarial, i el tipo de interés técnico.

Sólo tenemos que conocer antes dos cosas:

1. La función ITEM: ITEM(Tabla:Valor)

Por ejemplo, si tecleamos ITEM(M80:25), nuestro programa accede a la tabla M80, edad actuarial 25. Es decir, a la M80(25).

2. La función IF: IF(Condición: Cálculo1: Cálculo2).

Por ejemplo, si hacemos IF(S=1:AxB%:A^B%) significa que si el valor dado a S es igual a 1 se realiza el cálculo A multiplicado por la variable B%. En caso contrario, calcula A elevado a la potencia B%.

¿Entendido? Pues empecemos.

Telee [EXIT] dos veces para volver a la pantalla 1. Después F5 (SOLVE) y la flecha ↓ para situarse en la siguiente línea. Escriba lo siguiente:

```
DX=IF(SEXO=1:ITEM(M80:
EDAD):ITEM(F80:EDAD))xI
NV((1+I%/100)^EDAD)
```

Presione F1 (CALC) y compruebe los resultados. Aparecerá una pantalla como la que se presenta a continuación. No se preocupe de la primera línea.

Dx=IF (SEXO=1:ITEM(M80:
0,00

| | | | |
|----|------|------|----|
| Dx | SEXO | EDAD | I% |
|----|------|------|----|

| | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|
| | | | | | |
| F1 | F2 | F3 | F4 | F5 | F6 |

Pantalla 6

Tal y como está programado, si la variable SEXO es igual a 1, se accede a la tabla M80. En caso contrario, a la F80.

Juegue de nuevo con el programa. Presione:

1 F2 30 F3 8 F4 F1

Tendrá el resultado de D30 para un tipo de interés del 8%. Ahora, telee el valor de D30, presione F1 y después:

1 F2 30 F3 F4

En este caso, habrá hallado el tipo de interés técnico al que estaba calculada su D30.

Enhorabuena si ya ha llegado hasta aquí. Mañana únicamente tiene que acordarse cómo se introducen los valores y no cómo se realizan estos programas.

Vamos a dar el último paso importante, viendo en qué consiste la función sumatorio:

Se accede a este símbolo (\sum) presionando la tecla amarilla y después [SPACE].

\sum (Variable contador:Inicio:Fin:Incremento:Fórmula)

Por ejemplo, $R = \sum_{T=1}^{T=N} (1 + (i/100))^{-T}$

debe incorporarse así:

$R = \sum(T:1:N:1:INV(1+I\%+100)^T)$

Presione F1 (CALC) y compruebe, para distintos valores de N e I%, los valores de esta renta financiera temporal pospagable.

Aparecerá una pantalla de este tipo:

R= \sum (T:1:N:1:INV(1+I%+1
0,00

| | | |
|---|---|----|
| R | N | I% |
|---|---|----|

| | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|
| | | | | | |
| F1 | F2 | F3 | F4 | F5 | F6 |

Pantalla 7

Vamos a calcular, por ejemplo, una renta temporal de 10 años, al 8%. Después, trate de jugar con los resultados:

Teclee: 10 F2 8 F3 F1

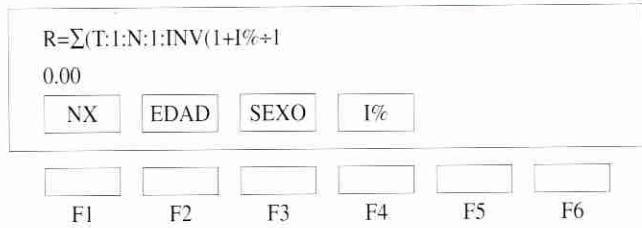
Con el mismo procedimiento podemos programar la Nx. Sólo hay que introducir las lx en el sumatorio. Debemos saber antes que la función SIZES(Tabla) significa «hasta el final de la tabla»:

$$\text{Recordemos la fórmula: } NX = \sum_{T=\text{Edad}}^w lx (1+(i/100))^{-T}$$

Siendo w la edad límite de la tabla, es decir SIZES (Tabla). Podríamos programarlo, por ejemplo, de esta manera:

$$NX = \sum(T:EDAD:IF(SEXO=1: SIZES(M80):SIZES(F80)): 1:IF(SEXO=1:ITEM(M80:T):ITEM(F80:T)) \times INV(1+I\% \div 100)^T)$$

Teclee F1 (CALC) y le mostrará una pantalla de este tipo:



Pantalla 8

Por ejemplo, calculemos N31 para varón, al 8%. Haremos:

31 F2 1 F3 8 F4 F1

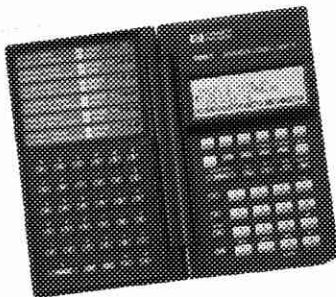
Es la ocasión para anotarse valores de Nx y Dx. Compruebe los resultados, y por tanto que los valores lx de las tablas se encuentran bien introducidos.



Trabaje ya como lo hacen los mejores especialistas en finanzas



Las financieras HEWLETT-PACKARD (HP)



HP 19BII

- Lógica de entrada algebraica RPN de HP incorporadas.
- Más de 450 funciones financieras, matemáticas y estadísticas.
- Gráficos de Gestión y estadísticos.
- HP Resol - personalice su calculadora sin programación alguna.
- Gestión de información - citas, lista de datos importantes, gastos de viajes, etc.
- Impresora de infrarrojos opcional



HP 17BII

- Lógica de entrada algebraica RPN de HP incorporadas.
- Más de 250 funciones financieras, matemáticas y estadísticas.
 - HP Resol - personalice su calculadora sin programación alguna.
 - Impresora de infrarrojos opcional

Le ofrecemos estas pequeñas maravillas con un interesante **ahorro** y un **libro**(*) sin cargo, que le será de inestimable ayuda. Pídanos la Financiera que más se acomode a sus necesidades.

(*) "Análisis de Proyectos de Inversión" de Don Juan Mascareñas / D. Gustavo Lejarriaga, Profesores de Finanzas de la Universidad Complutense de Madrid

28002 **Madrid**
Gabriel Lobo, 34
(Esq. Príncipe de Vergara, 135)
Tel?: 564 20 95 - Fax: 564 42 16

28002 **Barcelona**
Entenza, 332
Tel.: 410 35 09
Fax: 410 16 03

28002 **Valencia**
Isabel la Católica, 8
Tel.: 351 12 93
Fax: 352 25 09

CUPON SOLICITUD INFORMACION

Nombre: _____
Apellidos: _____
Dirección: _____
ICT

3. Programación de las rentas actuariales

Únicamente nos queda por explicar la función MAX(X:Y) y MIN(X:Y).

Como fácilmente se puede adivinar, la primera toma el valor máximo de las variables X e Y; mientras que la segunda tomaría el mínimo.

Resulta imposible explicar en el espacio de que dispongo, cada paso realizado y su porqué. Pero cualquiera que haya leído con atención lo desarrollado hasta aquí, se encuentra en condiciones de entender el programa y descifrar la fórmula utilizada.

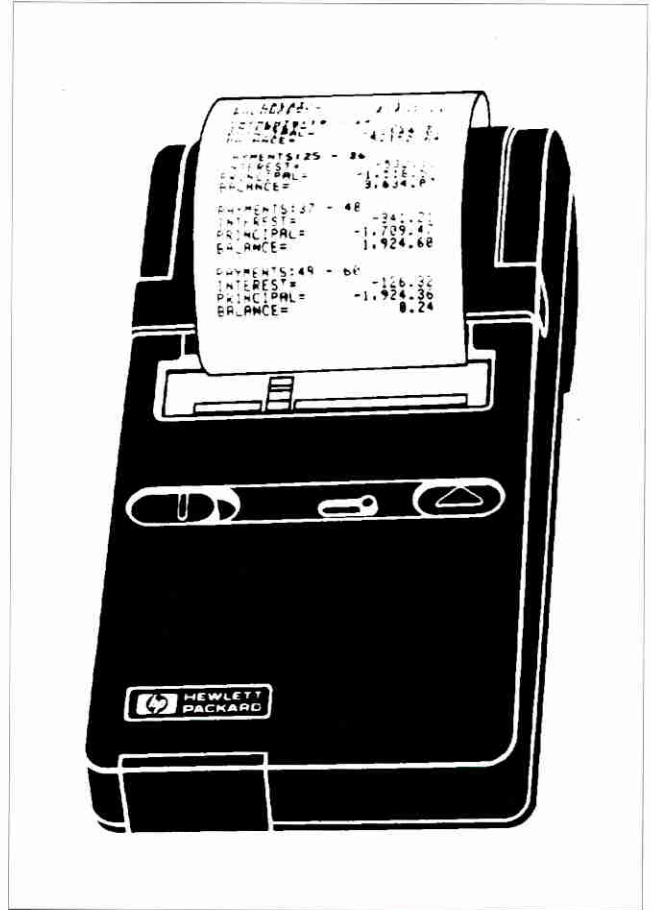
Para ser prácticos, aconsejo dedicar un rato a introducir el programa, y después de haber comprobado que todo va bien, tratar de descifrarlo. Nos vamos a ocupar principalmente de aprender a manejarlo. Armese de paciencia e introduzca estas líneas:

```

RENTA=IF(X>0 AND Y>0:I
NV(ITEM(M80:X)xITEM(F80
:Y)):IF(X>0:INV(ITEM(M8
0:X)):IF(Y>0:INV(ITEM(F
80:Y):1)))xINV(2xM)xΣ(
T:1:IF(X>0 AND Y>0:MIN(
MIN(SIZES(M80)-X:SIZES(
F80)-Y):N):IF(X>0:MIN(S
IZES(M80)-X:N):IF(Y>0:M
IN(SIZES(F80)-Y:N):SIZE
S(F80)-MAX(X:Y)))):1:IF
(FC=1:(1+C%+100)^(T-1):
(1+C%+100x(T-1)))x(INV(
1+I%+100)^(T-1xIF(X>0
AND Y>0:ITEM(M80:X+T-1)
xITEM(F80:Y+T-1):IF(X>0
:ITEM(M80:X+T-1):IF(Y>0
:ITEM(F80:Y+T-1):1)))xI
F(FASE=1:M+1:M-1)+INV(1
+I%+100)^(T)xIF(X>0 AND
Y>0:ITEM(M80:X+T)xITEM
(F80:Y+T):IF(X>0:ITEM(M
80:X+T):IF(Y>0:ITEM(F80
:Y+T):1)))xIF(FASE=1:M-
1:M+1)))
    
```

Si ha terminado, presione F1 (CALC). Si algo no ha ido bien, la calculadora emitirá un pitido. Repase entonces cada una de las líneas introducidas.

Si todo está correcto, la calculadora presentará la siguiente pantalla, después de algunos segundos:



```

RENTA=IF(X>0 AND Y>0:I
0.00
RENTA  X  Y  M  N  MORE
    
```

F1 F2 F3 F4 F5 F6

Pantalla 9

Presionando F6 (MORE) tenemos:
RENTA=IF(X>0 AND Y>0:I

```

RENTA=IF(X>0 AND Y>0:I
0.00
FC  C%  I%  FASE  MORE
    
```

F1 F2 F3 F4 F5 F6

Pantalla 10

Explicuemos qué significan cada una de las variables en el programa propuesto:

X Edad actuarial para varones

Y Edad actuarial para mujeres

M Fraccionamiento

N Temporalidad. En caso de rentas vitalicias, podemos introducir el valor final de la tabla.

FC Es la forma en que crece la renta. Introduciendo el valor 1 el crecimiento es geométrico. Cualquier otro valor es interpretado como crecimiento lineal.

C% Es el porcentaje de crecimiento.

I% Es el tipo de interés técnico.

FASE significa si es prepagable o pospagable. 1 se interpreta como prepagable. Cualquier otro valor es interpretado como pospagable.

Vamos a realizar varios ejemplos. Mire las dos últimas pantallas dibujadas, y fíjese cuando presiona las teclas F1 ... F6 las variables que está introduciendo:

1. Cálculo de una renta actuarial para un varón de 30 años de edad actuarial, anual, vitalicia, constante, al 8% de interés, pospagable:

30 F2 0 F3 1 F4 120 F5 F6 1 F1 0 F2 8 F3 2 F4 F6 F1

Espere unos segundos hasta que aparezca el resultado. Puede comprobarlo si ha anotado los valores de N31 y D30.

2. Igual que la anterior, pero con dos cabezas. La segunda, mujer de edad actuarial 25:

La calculadora guarda todos los valores anteriores. Por tanto, teclee:

25 F3 F1 y espere unos segundos.

3. Idéntica a la anterior, pero creciente al 5% geométricamente.

Hacemos simplemente: F6 5 F2 F6 F1

4. En lugar de vitalicia, temporal 10 años y prepagable:

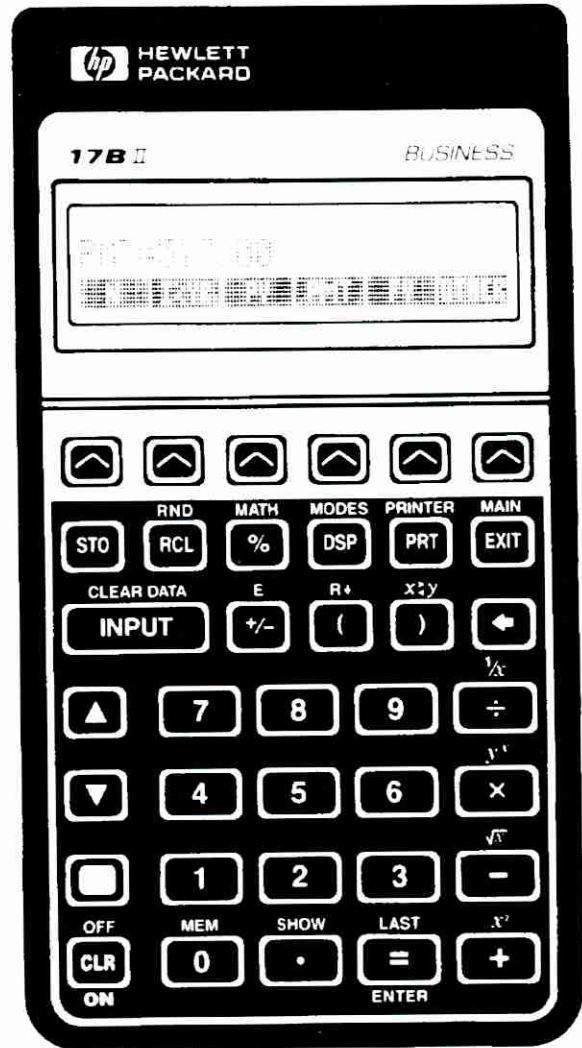
10 F5 F6 1 F4 F6 F1

5. Ahora, mensual, pospagable y con crecimiento aritmético. Es decir, una renta actuarial para dos cabezas. La primera, varón de edad actuarial 30 años. La segunda, mujer de edad actuarial 25. Mensual, temporal 10 años, creciente al 5% linealmente, al 8% de interés técnico, pospagable:

12 F4 F6 2 F1 F6 F1

Borre ahora todos los datos (tecla amarilla+INPUT) y trate de calcular esta renta desde el principio.

Le propongo otro ejercicio. Busque el valor de una renta, y calcule el tipo de interés al que se ha calculado.



Por último, introduzca $x=0$ e $y=0$. Comprobará que le salen los valores de las rentas financieras. Al no existir probabilidades de vida asociada, ésta es igual a uno. De esta forma, también tenemos las rentas financieras.

Espero que le haya gustado este pequeño entretenimiento, y que le sirva para su trabajo. Ahora debería ser usted capaz de programar otros símbolos de conmutación Cx, Rx... o de diseñar y programar fórmulas que le calculen cualquier tipo de seguro.

En cualquier caso, piense que si ha sido capaz de entender todo lo que se le ha propuesto, lleva en su bolsillo una información que de otro modo le ocuparía miles de páginas... ■