

Amaia Apraiz
Leyre Goitia-Berriozabal
con la colaboración de Javier Santibáñez

MATEMÁTICA FINANCIERA con hoja de cálculo



Desclée De Brouwer

Amaia Apraiz
Leyre Goitia-Berriozabal

con la colaboración de Javier Santibáñez

MATEMÁTICA FINANCIERA CON HOJA DE CÁLCULO

BIBLIOTECA DE GESTIÓN
Desclée De Brouwer

© Amaia Apraiz, Leyre Goitia-Berriozabal y Javier Santibáñez, 2023

© EDITORIAL DESCLÉE DE BROUWER, S.A., 2023

Henao, 6 - 48009 Bilbao

www.edesclee.com

info@edesclee.com

Facebook: EditorialDesclee

twitter: @EdDesclee

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley.

Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos –www.cedro.org–), si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

Impreso en España – Printed in Spain

ISBN: 978-84-330-3208-9

Depósito Legal: BI-01743-2022

Índice

Prólogo.	13
1. Dinero y tiempo.	15
1.1. Operaciones y leyes financieras	17
1.2. Terminología.	18
1.3. Procedimiento de análisis	19
1.4. Contenido del libro.	21
2. Depósitos y descuentos	25
2.1. Depósitos.	25
2.2. Descuentos	54
Índice de fórmulas	69
2.3. Ejercicios.	70
3. Ahorro y Rescate	83
3.1. Ahorro mediante renta constante	88
3.2. Valoración de un ahorro fraccionado como anual.	98
3.3. Ahorro mediante entregas anuales variables	104
3.4. Ahorro mediante rentas fraccionadas variables.	113
3.5. Rescate mediante renta constante.	122
3.6. Rescate mediante renta fraccionada.	129
3.7. Valoración de rescates fraccionados como anuales	133
3.8. Rescate mediante rentas variables	136
Índice de fórmulas	145
3.9. Ejercicios.	148

4. Préstamos y Empréstitos	175
4.1. Préstamos	175
4.2. Usufructo, nuda y plena propiedad	196
4.3. Cálculo de la TAE en los préstamos	197
4.4. Empréstitos	199
Índice de fórmulas	203
4.5. Ejercicios	205
5. Mercados y Precios de Renta Fija	235
5.1. Conceptos básicos	235
5.2. Características de un título	237
5.3. El mercado primario: la subasta del Tesoro Público	240
5.4. El mercado secundario	253
5.5. Riesgo asociado a un título	260
Índice de Fórmulas	269
5.6. Ejercicios	270
Anexo 1: Resumen de fórmulas	281
Anexo 2: Instrucciones de descarga	285
Bibliografía	287

Prólogo

Resulta inevitable comenzar diciendo que este libro es el resultado de los más de veinticinco años de experiencia docente de dos de sus autores en La Comercial de Deusto, hoy Deusto Business School (DBS) a la que se añade, en este caso, la visión renovada de Leyre Goitia-Berriozábal, incorporada hace nueve años a las tareas docentes.

Muchas veces hemos leído introducciones similares en otras páginas de presentación y otras tantas veces hemos pensado: *“qué necesidad habrá de escribir nuevos libros sobre una materia sobre la que ya se ha escrito todo...”* Pero, por otro lado, la realidad es tozuda en demostrar que son muchos los estudiantes que encuentran dificultad en asimilar los conceptos más elementales relativos, por ejemplo, a las diferentes acepciones sobre los tipos de interés o en manejar con soltura la hoja de cálculo. A partir de ahí la matemática financiera se convierte en una especie de caja negra llena de fórmulas incomprensibles.

En este libro hemos tratado de resolver estos persistentes problemas abordando el tema desde una óptica inspirada en el modelo de enseñanza-aprendizaje de la Universidad de Deusto, por un lado, y ofreciendo para su descarga un libro Excel programado con seis macros que facilitan la resolución de los cálculos más engorrosos, por otro.

Siguiendo el mencionado modelo, en cada capítulo, a excepción del introductorio, se parte de un diferente contexto y se acompaña al estudiante por todo el proceso de aprendizaje. Estos diferentes contextos corresponden a las operaciones financieras básicas que se estudian en el curso: depósitos y descuentos, ahorro y rescate, préstamos y empréstitos y finalmente, mercados y precios de renta fija.

El estudiante debe comprender que la fórmula es lo de menos, que siempre hay un libro o una página de internet donde se puede consultar. El verdadero dominio se manifiesta cuando al enfrentarse al problema, y mediante el simple sentido común y las operaciones elementales, ese estudiante es capaz de aproximarse a la solución exacta. Después, una vez conocida ésta utilizando, ahora sí, las fórmulas correspondientes, confirmará su buena lógica o bien descubrirá algún error en su razonamiento.

No debemos olvidar, que en esta materia la precisión es fundamental, debiendo llegar hasta el segundo decimal o el tercero en el caso de porcentajes. Por ello el dominio de la hoja cálculo resulta imprescindible. En el libro se incluyen ejercicios resueltos en los que se muestran las fórmulas de Excel empleadas y se explican sus particularidades.

Y, finalmente, unas palabras de agradecimiento a Fernando Gómez-Bezares, hasta junio de 2022 director del Departamento de Finanzas y ahora profesor emérito de la facultad, por lo que nos ha enseñado, por su paciente lectura y por sus acertadas sugerencias.

Amaia Apraiz,
Leyre Goitia-Berriozábal
y Javier Santibáñez
Deusto-Bilbao,
diciembre de 2022

1

Dinero y tiempo

En este capítulo introductorio vamos a reflexionar sobre una serie de cuestiones que constituyen la base de la matemática financiera. Nos referimos a la preferencia por el consumo presente frente al consumo futuro como idea general y, a partir de ahí, al valor del dinero en el tiempo y la equivalencia financiera.

Vamos a suponer que acaba de ganar un premio consistente en 1.000€ y le dan a elegir entre recibir el dinero hoy o bien recibirlo dentro de un año, ¿cuál de las dos opciones escogería? Pueden darse diferentes situaciones:



Figura 1-1

Si se necesita el dinero para realizar alguna operación, puede gastarse. Si no se necesita, puede meterse en un cajón y así se tendrá el año que viene y, además, en este caso, también podría invertirse y obtener una rentabilidad.

Por lo tanto, la opción de disponer del dinero hoy incluye la posibilidad de tenerlo dentro un año y además permite hacer uso de él y gastarlo o invertirlo y obtener una rentabilidad. Luego la primera incluye la segunda y ofrece más.

Pero ahora suponga, que el premio no consiste en 1.000€ sino en un coche de gama media. Y que tiene también la opción de elegir el momento en que puede empezar a disfrutar de él. Un coche, no solo no nos ofrece la oportunidad de obtener una rentabilidad, sino que, por el contrario, su valor será inevitablemente menor dentro de un año, sin mencionar los nada despreciables costes que conlleva su mantenimiento.

Aun así, tanto si el coche nos viene bien, se ajusta a nuestras necesidades y tenemos intención de usarlo, como si no, porque ya dispongamos de otro coche o porque sencillamente no tengamos permiso de conducir, probablemente escogeríamos la opción de tenerlo hoy, aunque fuera para venderlo. Cuanto antes lo tengamos, mucho mejor, puede además que dentro de un año no estemos aquí para disfrutarlo...

Puede también darse el caso de alguien que prefiera disponer del coche dentro de un año por razones de índole personal, por ejemplo, se está mudando de casa y ahora no dispone de garaje, o bien, va a viajar mucho durante este año y el coche va a permanecer casi todo el tiempo parado...

Tampoco hemos de olvidar que puede haber quien prefiera disponer del dinero más tarde, probablemente para no tener la oportunidad de gastarlo... pero esta ya es otra historia que no se explica desde una perspectiva financiera ni lógica, sino que encuentra sus razones en lo más recóndito del alma humana. Sea como sea, es fácil aceptar la idea de la preferencia innata por el presente:

“(Casi) Todos preferimos disponer de nuestro premio hoy que el año que viene”

Y ello independientemente de que exista o no la posibilidad de obtener una rentabilidad financiera. Ya hemos visto cómo la rentabilidad financiera no es la única explicación de la preferencia por el presente, solo es parte de una razón superior, una razón antropológica. Resumiendo:



El dinero, la rentabilidad, por sí solos, no pueden ni deben explicarlo todo.

1.1. Operaciones y leyes financieras

Ahora bien, dado que este es un libro sobre Matemática Financiera, vamos a ocuparnos de estudiar las operaciones financieras más habituales, las prácticas bancarias más elementales y, en este ámbito, hemos de admitir, que el criterio aplicable es el de la rentabilidad financiera. Vamos a centrarnos, pues, en la tercera rama de la *Figura 1-1*, en la que el dinero de hoy puede convertirse en una cantidad superior en el futuro, y veremos cómo se calcula esa cantidad.

Pero antes conviene recordar que esto no siempre ha sido así. Hubo un tiempo en que no existían bancos y en el que la gente prefería dejar su dinero en manos de otros, como por ejemplo de los Templarios, y pagar un dinero por su custodia, con el fin de protegerse de robos, ataques y saqueos. Sería una especie de interés negativo: pagar por dejar el dinero a otro en lugar de cobrar por ello. Pero esa es otra historia, que también encuentra sus razones en lo más recóndito del alma humana. Otro ejemplo más reciente ha sido el de los intereses reales (el nominal menos la inflación) pagados por algunos títulos, en países como, por ejemplo, Alemania o Estados Unidos e incluso España, que han llegado a ser cero o incluso han llegado a valores negativos, ya que representaban un refugio para el dinero que busca la seguridad, en la última crisis financiera, en que los mercados han sufrido fuertes convulsiones. De la misma manera, el EURIBOR a doce años entró en negativo, por primera vez en la historia, en 2016. En ese mismo año, la rentabilidad del bono alemán a diez años también fue negativa.

Todo el resto del libro va a tratar de operaciones en las que se cambian cantidades de dinero –que también denominaremos **capitales**– por otras cantidades de dinero, pero de un momento diferente. A estas operaciones de intercambio de capitales las vamos a llamar **operaciones financieras** y diremos que los capitales intercambiados en una operación financiera son **financieramente equivalentes**. Al decir financieramente equivalentes es evidente que no estamos diciendo que son iguales, sino que estamos diciendo que las personas que intervienen en la operación aceptan las condiciones y están conformes con el intercambio. Todo ello se plasma en un acuerdo más o menos formal.

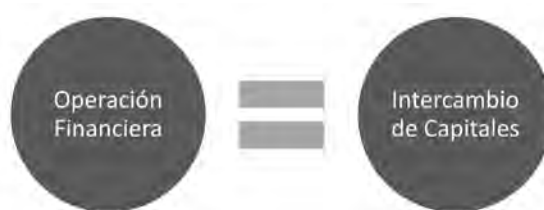


Figura 1-2

Pero ¿cómo se calculan los capitales equivalentes a otros capitales?

El cálculo se hace mediante unas fórmulas que denominamos **Leyes Financieras**. Diremos, por tanto, que:



Una ley financiera es una fórmula que permite calcular equivalencias entre capitales.

Supongamos que disponemos de 1.000€ y que estamos dispuestos a prestarlos a alguien que nos pagará a cambio un interés, ¿cómo procederemos ambas partes para establecer los términos del acuerdo y aplicar la correspondiente fórmula para calcular la equivalencia entre el capital prestado y el capital a devolver?, ¿cree que ese acuerdo siempre se cerrará del mismo modo y a un mismo tipo, independientemente de quienes sean los protagonistas?

Lógicamente, si se trata de un acuerdo entre particulares éstos acordarán los términos de la operación –años, tipo de interés– y ésta se cerrará en base a esos términos llegando a establecer la cantidad que tendrá que devolverse una vez transcurrido el plazo. Por otro lado, parece bastante evidente que el acuerdo a que lleguen las partes dependerá de las oportunidades alternativas que cada uno de ellos tenga para colocar o pedir prestada la cantidad.

Si se trata de una operación formalizada a través de un banco, entonces la capacidad de negociación es más limitada y directamente proporcional a la consideración que ese cliente merezca para la entidad.



El dinero tiene un valor en el tiempo y este valor no es único, sino que depende de la coyuntura económica y de las circunstancias y posibilidades de cada persona.

1.2. Terminología

Existen una serie de términos que hemos de comenzar a utilizar desde el principio, algunos de los cuales han aparecido ya, como es el caso del Capital:



Un capital es una cantidad de dinero que vence -es decir, cuyo pago se hace exigible o su cobro disponible- en un momento determinado.

En toda operación financiera aparecen los siguientes conceptos:

- **Prestación:** Capital o capitales que se entregan en primer lugar. En el caso de una operación de ahorro, por ejemplo, normalmente la prestación estará constituida por un conjunto de capitales que serán las cantidades que se entregan periódicamente para ir formando un ahorro o capital final.
- **Contraprestación:** Capital o capitales financieramente equivalentes al anterior y con vencimiento en un momento posterior. En el caso de la operación de ahorro a que nos referíamos en el apartado anterior la contraprestación, a su vez, podrá estar constituida por un único capital, resultado final del ahorro, o por un conjunto de ellos en el caso de que ese ahorro se cobrase en forma de renta.
- **Prestamista:** Persona que entrega la prestación y por tanto comienza la operación en posición acreedora. En el caso de la operación de ahorro el prestamista, por muy raro que suene, es el cliente.
- **Prestatario:** Quien recibe la prestación comprometiéndose a la entrega de la contraprestación y, por tanto, mantendrá su posición deudora hasta el fin de la operación.
- **Vida de la operación:** Es el tiempo que transcurre entre el momento en que vence, es decir, el momento en que es exigible el pago del primer capital y el momento en que vence el último.
- **Criterio financiero de valoración:** Es una ley financiera, es decir, una fórmula que permite calcular las equivalencias entre los capitales que intervienen en la operación.

1.3. Procedimiento de análisis

En todas las operaciones que estudiemos procederemos siempre de la misma forma:

1.3.1. Dibujar el perfil de fondos de la operación

Es decir, determinar con claridad qué capitales vencen, en qué momentos y representarlos siguiendo el siguiente esquema:

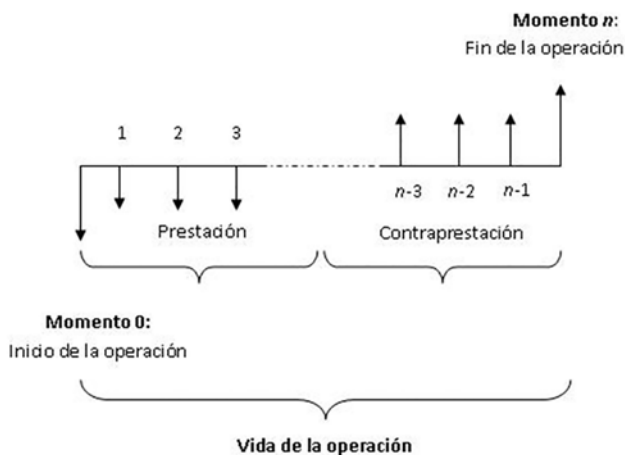


Figura 1-3

Incluiremos siempre el momento 0 que representa el inicio del primer periodo de vida de la operación, que pueden ser meses, años... y a continuación, el resto de “momentos” que aparecen numerados en el perfil representan el fin del periodo correspondiente.

En cada momento en que venza un capital, y solo en aquellos momentos en que efectivamente se produzca un vencimiento, aparecerá una flecha hacia abajo o hacia arriba representando, respectivamente, una entrega o cobro de capital. Lógicamente, para dibujar el perfil de fondos hemos de colocarnos en los zapatos de alguno de los protagonistas, ya que, evidentemente, el hecho de que alguien entregue un capital implica necesariamente que hay otra persona o entidad que lo recibe. En este libro representaremos los perfiles desde la perspectiva del cliente.

Es decir, la *Figura 1-3* representa el perfil de fondos correspondiente a un cliente de una entidad bancaria que durante una serie de periodos va a realizar **entregas** (representadas por las flechas hacia abajo que constituyen la **prestación**) con el fin de constituir un ahorro para su jubilación, y llegado ese momento empezarán los **cobros** de una determinada cantidad periódica (representados por las flechas hacia arriba que constituyen la **contraprestación**) durante una serie de periodos; existirá otro perfil exactamente inverso que representará la operación para el banco. En el perfil correspondiente al banco, irán primero las flechas hacia arriba, representando lo cobros de la entidad, y luego las flechas hacia abajo, que representarán los pagos que debe realizar el banco a su cliente una vez alcance éste la edad de jubilación. Pero en todo caso, **las primeras flechas**, sean hacia arriba representando los cobros, o hacia abajo representando los pagos, constituirán siempre la **Prestación** y **las últimas**, de sentido contrario, la **Contraprestación**.