

Trabajo Fin de Grado

Título del trabajo: Simulador de Hipotecas

Autor

Jorge Pérez Ariza

Directora

Aurora Sevillano Rubio

Facultad de Economía y Empresa
2017

Autor del trabajo: Jorge Pérez Ariza

Directora del trabajo: Aurora Sevillano Rubio

Título del trabajo: Simulador de hipotecas

Facultad: Economía y Empresa. Universidad de Zaragoza

Resumen:

Actualmente, el sector hipotecario, tras años de crisis, vuelve a crecer y en un ambiente enrarecido por los bajos tipos de interés. Las entidades que han quedado ofrecen múltiples alternativas y no es fácil tomar decisiones si no se tiene en cuenta la evolución del Euribor, algo necesario puesto que, si volviera a niveles pasados, las cuotas aumentarían tremendamente. Una posibilidad que no está disponible para el usuario medio de forma simple. Queriendo solucionar este problema, el presente trabajo trata sobre la realización de una aplicación para móviles con sistema Android que simule préstamos hipotecarios. Se ha pensado en un usuario que necesite contrastar las diferentes ofertas que las entidades financieras presentan y se ha configurado la aplicación de la forma más conveniente para ayudar a decidir en un ambiente complejo con gran cantidad de información. Para ello, se ha considerado que la aplicación debe permitir guardar la información personalizada que las entidades ofrecen a sus clientes, debe guardar tres perfiles de evolución del Euribor para poder anticipar tres posibles escenarios y debe simular, no sólo una hipoteca sino también amortizaciones anticipadas. Todo esto se ha hecho de la forma más amigable al usuario posible.

Abstract:

After the crisis, the mortgage sector is growing again and in a rarefied environment because of the low interest rates. The entities that have survived the crisis

offer a big amount of loans and it is not easy to make decisions if the Euribor evolution is not taken into consideration. That is necessary because, if rates turn back to previous levels, payments may increase dramatically. The average user can't study that possibility at ease. This work deals with this problem developing an app for Android based mobiles that allows to simulate mortgage loans. Potential users of this app are people who need to compare the offers the entities make and to decide in a complex environment with a huge amount of information. In order to help this users, the app must keep the personal conditions the financial entities offer their clients, must save three Euribor evolution profiles to evaluate three possible situations and must simulate not only a mortgage loan but early repayments. All this has been made with the aim to give the user the best experience.

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| 1.- INTRODUCCIÓN | 5 |
| 2.- MARCO TEÓRICO: | |
| 2.1.- EL EURIBOR | 8 |
| 2.1.- LA TIR | 10 |
| 2.3.- CÁLCULO | 13 |
| 2.4.- COMPROBACIÓN | 16 |
| 3.- DESARROLLO / GUÍA DE USUARIO: | |
| 3.1.- REPOSITORIO | 19 |
| 3.2.- UTILIZANDO LA APLICACIÓN | 21 |
| 4.- CONCLUSIONES Y ROADMAP | 29 |
| 5.- BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA | 31 |
| 6.- ANEXOS | |
| 6.1.- ANEXO I: PROGRAMACIÓN DEL ALGORITMO DE NEWTON-RAPHSON | 33 |
| 6.2.- ANEXO II: PROGRAMACION DEL ALGORITMO SIMPLE DEL TEOREMA DE BOLZANO | 35 |
| 6.3.- ANEXO III: PROGRAMACIÓN DEL ALGORITMO DE CÁLCULO | 37 |

1.-INTRODUCCIÓN

Es de sobras conocido que, en el mundo actual, todo lo referido con la informática es esencial para llegar a un nutrido número de personas. Desde la creación del ordenador, el número se ha incrementado hasta llegar a tener uno con nosotros todo el día en forma de teléfono móvil; aparato que es, sin ninguna duda, un ordenador completo, con procesador, memoria RAM, almacenamiento estático, pantalla, dispositivos de entrada, salida, sistema operativo y programas (llamadas aplicaciones en este último caso).

La profesión del economista actual debe hacer uso de estas nuevas tecnologías, no sólo como usuario, sino como creador de contenido y reclamar, ante cualquier programador, el papel que le corresponde como especialista en la materia económica para bien de la sociedad a la que sirve. Dicho esto, este TFG es la consecuencia inherente a este pensamiento y es deseable que sea seguido de un número creciente de trabajos que saquen todo el partido que las tecnologías actuales nos brindan.

La temática de este TFG, si bien ha vivido momentos mejores, es de evidente actualidad. La concesión de hipotecas no sólo está creciendo sino que la sociedad está aprendiendo a manejar todos los términos propios de dicha forma de préstamo. Cláusulas suelo, diferencial, tipo fijo, Euribor y un largo etcétera está en boca de un gran número de personas y en noticias periodísticas. La sociedad ha dejado de ver las hipotecas como algo oscuro donde se firman un montón de papeles que nadie lee y necesita herramientas que le ayuden a discernir entre las múltiples ofertas del mercado.

Esta aplicación viene a dar respuesta a la necesidad de simulación del préstamo hipotecario. Los objetivos a conseguir son que cualquier persona, usando la aplicación, pueda:

- Mantener en su móvil o tablet las condiciones que cada entidad financiera le ofrece para poder comparar rápidamente entre ellas.

- Fijar tres tipos de evolución del Euribor para simular la hipoteca.
- Realizar una comparación de la TIR de cada hipoteca fácilmente según los tres tipos de evolución del Euribor
- Simular una hipoteca a su elección visualizando los elementos de la misma con detalle.

Todo esto la convierte en un apoyo fundamental a la elección.

La trascendencia de este tipo de herramientas fácilmente instalables en un dispositivo móvil es enorme si se compara con la posibilidad de hacerlo mediante la hoja de cálculo tradicional. Hay muchos factores que hacen que ésta sea la opción más aconsejable:

- La hoja de cálculo es algo personal, quien la realiza ubica los datos según su apetencia y la modificación por parte de terceras personas puede convertirse en algo sumamente engorroso.
- La distribución que puede alcanzar una hoja de cálculo es limitada. No sólo porque levante suspicacias sobre el contenido de virus al permitir ejecutar Visual Basic sino porque no existe un medio para la difusión comparable a los reservorios de aplicaciones móviles.
- Facilita la elección tanto del momento como del lugar para realizar el análisis hipotecario.

El contexto en el que se va a mover esta aplicación está formado, por un lado, por los simuladores propios de las entidades financieras ubicados en sus propias páginas web y, por el otro, por otras aplicaciones de la misma temática. Si tomamos los simuladores ubicados en la web, éstos calculan la cuota inicial a pagar pero, al no llegar más allá, quedan ajenos a cualquier variación del Euribor, que es lo que más preocupaba a las familias allá por los años comprendidos entre 2005 y 2009. Si se compara esta aplicación con otras existentes en el mercado, véase la proporcionada por el Banco de

España, se puede decir que se ha desarrollado una aplicación mucho más completa, en lo que a cálculos hipotecarios se refiere, aunque mucho menos vistosa en esta primera versión.

La aplicación se ha realizado de forma que su manejo sea simple. Dispone de pocos menús operativos y se ha intentado que las pantallas de resultados se presenten de la forma más amigable posible dado el escaso tamaño que tiene una pantalla de móvil. Dispone de tres opciones principales que son:

- Hipotecas guardadas: Aquí se almacenan los datos de cada hipoteca permitiéndose la edición de cualquier valor así como añadir y eliminar.
- Simular hipotecas guardadas: Aquí se valoran las hipotecas almacenadas en el epígrafe anterior.
- Perfiles de Euribor: Aquí se diseña la evolución del Euribor bajo tres prismas, uno favorable, uno neutro y otro desfavorable.

Dicho lo anterior, hay que destacar que el proceso de creación de una aplicación no es, de ninguna manera, algo que pueda terminarse en un plazo determinado. Si se analiza cualquier aplicación conocida, es normal ver actualizaciones frecuentes, nuevas funcionalidades, cambios en menús y todas las posibilidades imaginables. Se puede decir que el proceso de desarrollo tiene vida propia lejos de cualquier deseo por parte de los programadores; los usuarios y las condiciones del mercado mandan. Por esta razón, la aplicación presentada es la primera versión funcional de la aplicación.

2.- MARCO TEÓRICO

2.1.- EL EURIBOR

Al realizar una aplicación hay un gran número de decisiones que tomar. Cada una de ellas implica un sacrificio bien en la precisión obtenida bien en la calidad de la experiencia del usuario. Al analizar el mercado hipotecario, la idea original era predecir (con cierto grado de exactitud) el comportamiento del Euribor. Si se analiza el Euribor desde su creación en 1999:

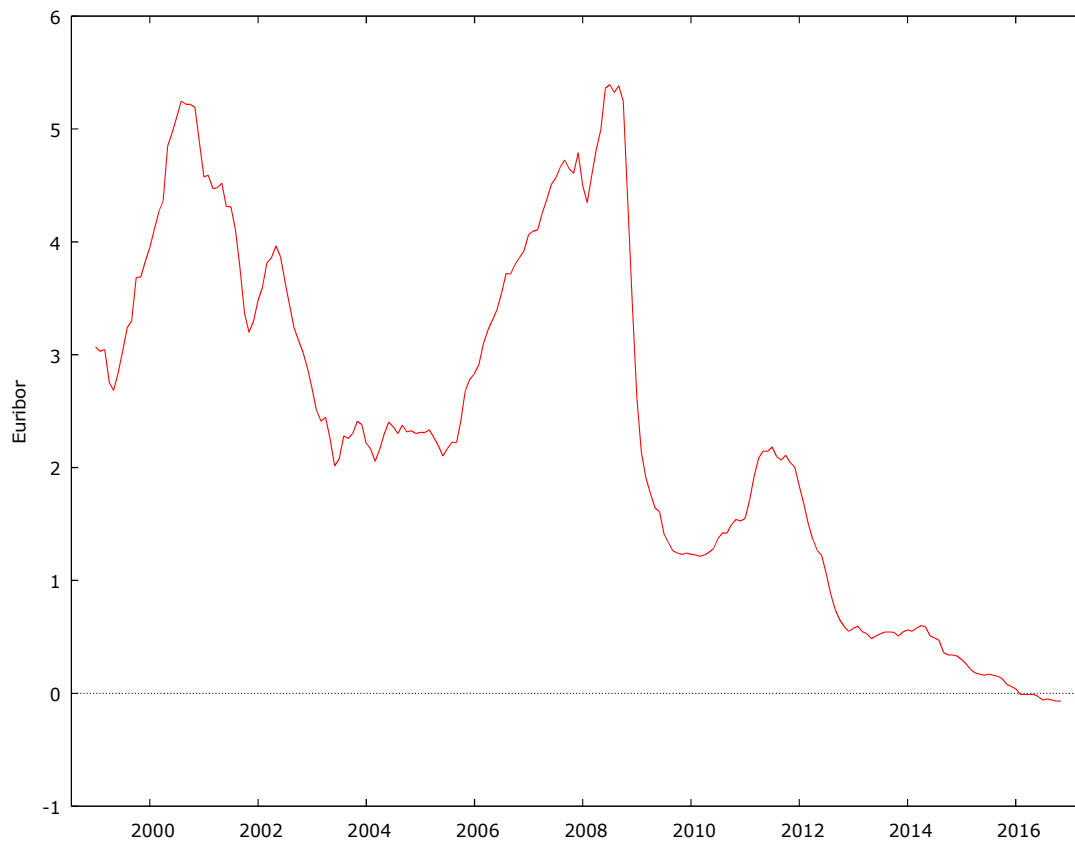


Figura 2.1.1 Serie del Euribor. Euribor en tanto por ciento.

Datos obtenidos de <http://euriboraldia.blogspot.com.es/> y contrastados en <http://es.euribor-rates.eu/>.

Una serie así tiene muchos problemas. Para empezar, es necesario comprender que, en la simulación hipotecaria, se trata con periodos mucho mayores que el histórico

de la propia serie, lo que añade demasiada incertidumbre. En segundo lugar, buscando entre las predicciones realizadas por otros autores, en la primera página: <http://euriboraldia.blogspot.com.es/> se realizó una predicción a 6 meses, sin especificar el modelo, con bastante imprecisión y en el TFM de Gala Ribera Esteve, en la Universidad Politécnica de Valencia, usando el modelo estocástico de Vasicek, consistente en un modelo con tendencia a largo plazo y ruido blanco ponderado, se realizó la predicción a un mes contando con ciertos requerimientos sobre la serie inmediatamente anterior. Aunque hubieran sido sumamente precisos, el horizonte temporal era insuficiente para el trabajo a realizar en la aplicación y tampoco se podría haber admitido una simulación que, con el transcurrir del tiempo, fuera alterando sus valores según los últimos datos reales por añadir confusión al usuario.

El modelo estocástico de Vasicek, como cualquier otro, lleva aparejado el problema de predecir el comportamiento del BCE, algo completamente imposible a tan largo plazo como la duración de una hipoteca. De hecho, la tendencia a largo plazo no es sino el tipo marcado por el Banco Central, al que se llega después de una especie de camino aleatorio ponderado; el problema de estos modelos es que sólo tienen un dato y el resto deben dejarlo al azar.

En definitiva, abandonada la idea de predecir el Euribor ante la gran incertidumbre existente, la idea de permitir tres tipos de evolución del mismo lleva el método de escenarios al usuario y ayuda en la toma de decisiones, si bien es el usuario quien debe decidir sobre ellos y configurarlos como mejor pueda.

2.2.- LA TIR

De todos los factores que se utilizan en la aplicación, el más oscuro es la TIR. Quien esté acostumbrado a utilizar programas ofimáticos no debe preocuparse de su cálculo ya que existe una función que la calcula. En este caso, se ha debido calcular por métodos numéricos.

La TIR o Tasa Interna de Retorno es aquel valor que iguala el Valor Actual Neto a 0.

Matemáticamente: $Capital = \sum(\text{retornos} / (1+TIR)^n)$ siendo n el número total de años del préstamo y el sumatorio abarcando desde el año 0 hasta n. Desarrollando dicha ecuación:

$$Capital = \frac{Q1}{(1+TIR)^1} + \frac{Q2}{(1+TIR)^2} + \frac{Q3}{(1+TIR)^3} + \dots$$

Siendo en este caso Q1 la cantidad devuelta el primer plazo, Q2 la devuelta el segundo, etc.

Si se multiplica por $(1+TIR)^n$ a ambos lados de la ecuación, se obtiene:

$$Capital \cdot (1+TIR)^n = Q1 \cdot (1+TIR)^{n-1} + Q2 \cdot (1+TIR)^{n-2} + Q3 \cdot (1+TIR)^{n-3} + \dots$$

Si se sustituye $1+TIR$ por x y se pone todo en un lado de la igualdad:

$$Capital \cdot x^n - Q1 \cdot x^{n-1} - Q2 \cdot x^{n-2} - Q3 \cdot x^{n-3} - \dots = 0$$

En este caso, dado que todas las Q son positivas, tenemos un polinomio donde

sólo hay un cambio de signo y, por tanto, se puede aplicar la Regla de los Signos de Descartes, que viene a decir que, si los monomios de un polinomio se ordenan de forma descendente en grado, el número de raíces positivas será igual al número de cambios de signo o menor que éste un número par de veces.

Dado que sólo hay un cambio de signo en el polinomio planteado anteriormente, sólo hay un número positivo que pueda resolver la ecuación, es decir, la TIR es única y mayor que cero.

Habitualmente, el método numérico más fácil de implementar y con mejor orden de convergencia es el método de Newton Raphson. La derivada es sencilla de obtener ya que es un polinomio y, aunque es un cálculo más, no representa mayor coste computacional.

El método de Newton-Raphson está regido por la siguiente fórmula:

$$x_{j+1} = x_j - \frac{f(x_j)}{f'(x_j)}$$

La idea es tomar un primer punto al azar, el segundo punto será aquel donde la tangente a la curva en ese punto corte el eje de abscisas, que pasará a ser el punto desde donde se aplique otra vez la fórmula. El orden de convergencia no es algo fijo sino que depende de la forma de la función, por ejemplo, si fuera una recta, sería inmediata.

Dicho método se implementó en la aplicación de la manera mostrada en el anexo I.

Sin embargo, el resultado no fue satisfactorio debido al problema que resta eficacia al método de Newton Raphson y que se explica a continuación. Véase una función tal que:

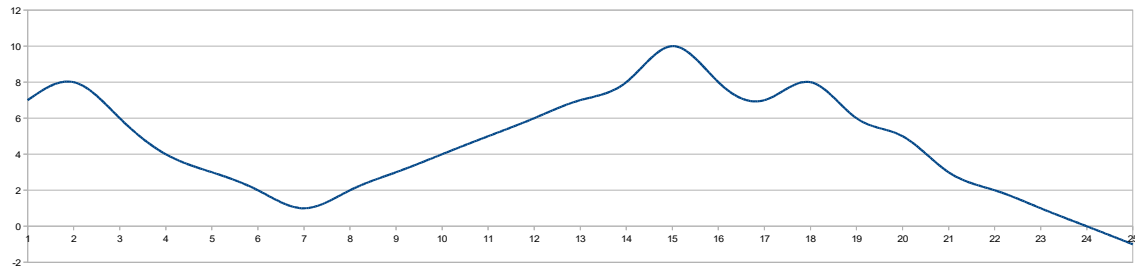


Figura 2.2.1 Função ilustrativa.

Si se siguiera el método de Newton-Raphson habría un problema en el punto $x=7$ ya que casi cualquier punto perteneciente al intervalo $(2,15)$ donde se calculara la tangente conduciría al punto $x=7$ como raíz del polinomio. Esto se puede ver en la siguiente figura:

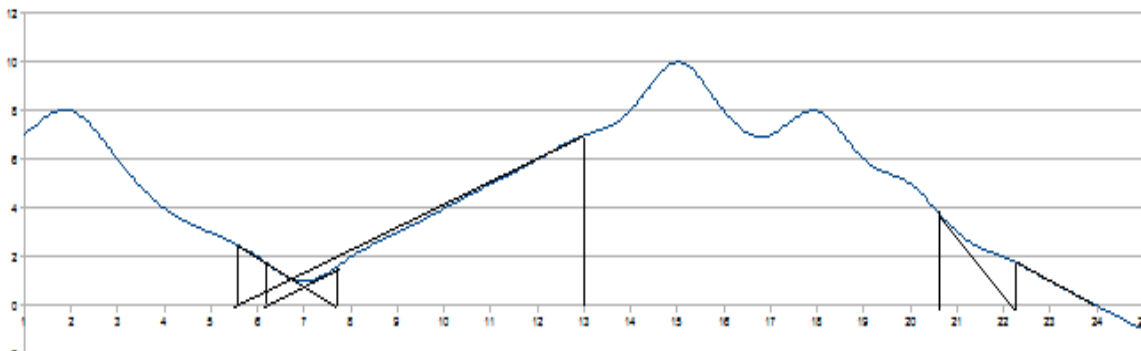


Figura 2.2.2 Função ilustrativa y método de Newton-Raphson.

En este caso, se han representado dos evoluciones del Método de Newton-Raphson, una empezando en el punto 13 y otra pasado el punto 20, la primera oscila alrededor del punto $x=7$ como solución y la segunda va a la solución del punto 24.

Se observó a lo largo del desarrollo de la aplicación, que había ocasiones donde el método no obtenía ningún resultado en un tiempo considerable o daba un valor negativo, fruto de haber terminado al otro lado del eje de ordenadas, ambos efectos consecuencia de la aplicación del método de Newton en una función con varios mínimos locales que no implican un cambio de signo.

Para solucionar el problema, se decidió cambiar el método por el algoritmo básico basado en el Teorema de Bolzano. Dicho teorema dice que, dada una función continua, si el valor en dos puntos de esa función tiene signo distinto, existe un punto entre ellos cuyo valor es igual a cero. Como consecuencia, el algoritmo empieza por tomar dos puntos donde el valor de la función difiera en signo uno de otro, se toma el punto medio y se analiza su signo, si tiene igual signo que el primer punto, el punto medio será ahora el primer punto y se puede dejar fuera de la búsqueda la primera mitad del intervalo, si fuera al revés, se dejaría fuera de la búsqueda la segunda mitad. Por tanto, con cada iteración se elimina la mitad del intervalo existente. Es exactamente idéntico a la solución óptima del juego de encontrar un número pensado por el oponente en un intervalo.

La fórmula de dicho algoritmo es:

Una vez encontrados dos puntos x_1 y x_2 tal que $f(x_1) \cdot f(x_2) < 0$,

$$x_{medio} = \frac{(x_1 + x_2)}{2}$$

$$x_1 = x_{medio} \quad \text{si } f(x_{medio}) \cdot f(x_2) < 0$$

$$x_2 = x_{medio} \quad \text{si } f(x_{medio}) \cdot f(x_1) < 0$$

El algoritmo, más simple que el anterior pero de menor orden de convergencia, se implementó con resultados satisfactorios ya en la tercera revisión de la aplicación dando muy buenos resultados y sin cambios perceptibles en la velocidad de cálculo. Hay que destacar este aspecto fundamental ya que, al tener que realizar un gran número de veces el algoritmo, cualquier retraso habría resultado en inconvenientes para el usuario. La programación del algoritmo se puede ver en el anexo II.

2.3.- CÁLCULO

Partiendo de la ecuación fundamental del cálculo hipotecario:

$$Cuota = \frac{Capital \cdot i}{1 - (1 - i)^{-n}}$$

Siendo i el tipo de interés y n el número de cuotas. Siendo normal el pago mensual, debe considerarse i como tipo de interés mensual y n el número de meses.

Se puede realizar una tabla que sería algo parecido a:

| | | |
|----------------------------|-----------------|--|
| Interés pagado | Amortización | Capital restante |
| Capital restante $\cdot i$ | Cuota - Interés | Capital restante anterior - Amortización |

Hay que tener en cuenta múltiples situaciones:

- El capital inicial se puede incrementar con la comisión de apertura.
- La cuota final se deberá incrementar con el coste extra de la vinculación exigida por las entidades financieras. Sin embargo, ese coste no supone amortización alguna.
- Ante una aportación a tipo variable, se debe controlar en qué mes se realiza por la diferente comisión y calcular qué capital pasa directamente a disminuir el capital restante. Se supone que el efecto empieza a surtir efecto el mes siguiente, tal y como hace la aplicación del Banco de España.

Para realizar los cálculos se ha realizado el proceso anterior. Cada cuota ha sido calculada mes a mes ya que los tipos cambian frecuentemente y, a partir de ella, se ha tenido en cuenta el capital restante por pagar y demás valores. Ha sido necesario definir una estructura de datos con clases para el mes y las hipotecas con el fin de almacenar tanto las características de cada mes como de los parámetros de la hipoteca. A su vez, al

tener que realizar las tareas para tantas hipotecas como el usuario desee, ha habido que utilizar varias listas de datos entre las que destacan, una de meses, otras tres para los tipos de Euribor y otra para las hipotecas. Por supuesto, la cuestión de botones y demás elementos gráficos también han conllevado su propia estructura. Las líneas de código del algoritmo de cálculo se pueden ver en el anexo III.

2.4.- COMPROBACIÓN

Es de sobras conocido el fenómeno de los bugs, que viene del inglés y que se podrían traducir como “bichos”. En realidad no es sino un eufemismo para indicar los fallos que tienen frecuentemente las aplicaciones, y que pueden ir desde una pantalla que no muestra lo que debe hacer, fallos de cálculo, botones que no funcionan... Todo esto suele eliminarse conforme se suceden las versiones según los usuarios reportan situaciones donde se han detectado este tipo de fallos.

La aplicación presentada tiene un razonable análisis detrás para evitarlos. Ha sido testada múltiples veces con ayuda de una hoja de cálculo. A continuación se puede comprobar uno de los resultados. Los datos son los de una hipoteca variable del Banco Santander que consta de 200.000 € de capital, los costes de formalización se han fijado en 700€ adjuntables a la primera cuota y los costes de cancelación de 500€ que también se han fijado a la última cuota. Este tipo de hipoteca tiene dos años a tipo fijo y el resto variable a $0.99 + \text{Euribor}$. El perfil que se ha tomado del Euribor ha sido de $-0,07$ durante los 10 primeros años y de $2,3$ en adelante. Los costes de vinculación con el banco suponen 10 € al mes. No hay tipo techo ni tipo suelo.

Los resultados ofrecidos por la aplicación son:

| AÑO: | MES: | PAGO: | Capital restante | Euribor |
|------|-----------|---------|------------------|---------|
| 0 | Enero | 1980.44 | 200022.68 | Suave: |
| 0 | Enero | 1980.44 | 200022.68 | Medio: |
| 0 | Enero | 1980.44 | 200022.68 | Fuerte: |
| 0 | Febrero | 1280.44 | 199043.94 | Suave: |
| 0 | Febrero | 1280.44 | 199043.94 | Medio: |
| 0 | Febrero | 1280.44 | 199043.94 | Fuerte: |
| 2 | Enero | 1215.25 | 176077.31 | Suave: |
| 2 | Enero | 1215.25 | 176077.31 | Medio: |
| 2 | Enero | 1215.25 | 176077.31 | Fuerte: |
| 10 | Enero | 1288.62 | 69565.61 | Suave: |
| 10 | Enero | 1215.25 | 69499.45 | Medio: |
| 10 | Enero | 1375.54 | 69637.65 | Fuerte: |
| 14 | Diciembre | 1788.62 | 0.01 | Suave: |
| 14 | Diciembre | 1715.25 | 0.0 | Medio: |
| 14 | Diciembre | 1875.54 | 0.0 | Fuerte: |

Figura 2.4.1. Representación de resultados en la aplicación.

Y los obtenidos por la hoja de cálculo son:

| Capital | 201000 | Años | 15,00 | Tipo | 1,75 | Cuota inicial | 1270,44 | | |
|---------|---------|----------|---------|-----------|---------|---------------|---------|---------|---------|
| Mes | -200000 | Amortiza | Interes | Capital | Difere | Vincul | | | |
| | | ción | es | restante | Interés | Euribor | ncial | | |
| | | ción | es | restante | Interés | Euribor | ncial | | |
| 1 | 1270,44 | 977,32 | 293,13 | 200022,68 | 1,75 | -0,07 | 710,00 | 1980,44 | |
| 2 | 1270,44 | 978,74 | 291,70 | 199043,94 | 1,75 | -0,07 | 10,00 | 1280,44 | |
| 25 | 1205,25 | 1069,44 | 135,81 | 176077,31 | 0,92 | -0,07 | 0,99 | 10,00 | 1215,25 |
| 121 | 1278,62 | 1084,92 | 193,7 | 69565,6 | 3,29 | 2,30 | 0,99 | 10,00 | 1288,62 |
| 180 | 1278,62 | 1275,13 | 3,50 | 0,00 | 3,29 | 2,30 | 0,99 | 510,00 | 1788,62 |

Tabla 2.4.1. Resultados obtenidos en hoja de cálculo.

Como se puede ver, los resultados son idénticos.

Si se incluyen dos amortizaciones parciales, una en el primer año y otra en el Abril del séptimo año, la aplicación muestra lo siguiente:

| AÑO: | MES: | PAGO: | Capital restante | Euribor Medio: |
|------|-------|---------|------------------|-----------------|
| 0 | Mayo | 1249.98 | 191397.71 | |
| 0 | Mayo | 1249.98 | 191397.71 | Euribor Fuerte: |
| 2 | Enero | 1186.35 | 171855.91 | Euribor Suave: |
| 2 | Enero | 1186.35 | 171855.91 | Euribor Medio: |
| 2 | Enero | 1186.35 | 171855.91 | Euribor Fuerte: |
| 7 | Abril | 1130.77 | 99521.71 | Euribor Suave: |
| 7 | Abril | 1130.77 | 99521.71 | Euribor Medio: |

| | | | |
|------|------|--------|----------|
| 0 | 4 | 5000 | Añadir |
| Año: | Mes: | Valor: | Eliminar |
| 7 | 3 | 5000 | Añadir |

Figura 2.4.2. Resultados obtenidos con amortizaciones parciales en la aplicación.

Que también coincide con lo mostrado por la hoja de cálculo para cada mes:

5,00 1239,98 959,46 280,52 191397,70 1,75 -0,07 10,00 1249,98

88,00 1120,77 1043,67 77,10 99521,71 0,92 -0,07 0,99 10,00 1130,77

Tabla 2.4.2 Resultados obtenidos en la hoja de cálculo.

3.- DESARROLLO

3.1.- REPOSITORIO

La aplicación debe poder estar al alcance de los usuarios de forma simple. Para ello se ha hecho uso de la Play Store de Google pero hay muchos más repositorios. Actualmente es el más popular y supera las 600.000 aplicaciones albergadas. En consecuencia, es un mercado muy competitivo y no todas obtienen un número de descargas suficiente pero, debido a las múltiples finalidades y temáticas de las aplicaciones, quedan muchísimos nichos de mercado.

La aplicación se encuentra situada en la Play Store como versión alfa, es decir, no se ha publicado todavía pero se puede descargar. Es normal en las aplicaciones tener un recorrido más o menos largo por versiones alfa y beta mientras se comprueba que todo funciona correctamente. En el caso de esta aplicación, se puede pasar ya a la primera versión de producción. La dirección es:

<https://play.google.com/store/apps/details?id=simul.hipotecas&hl=es>

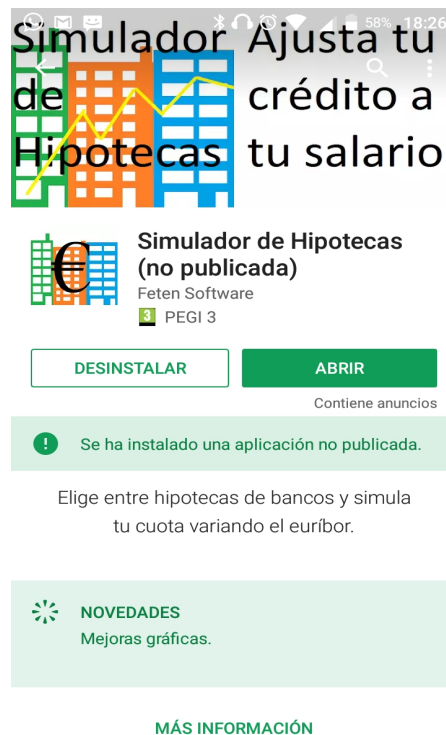


Figura 3.1.1

Las estrategias para monetizar la aplicación comprenden las posibilidades de compra directa, compras dentro de la aplicación y publicidad. Es complicado asegurar qué estrategia es la óptima pero se ha dejado abierta la posibilidad a introducir publicidad.

No existe la posibilidad de hacerla para iPhone debido a no disponer de licencia de desarrollador para Apple. Sin embargo, si en algún momento esta situación cambiase, portarla sería inmediato.

Respecto al estado de la materia, hay muchas aplicaciones que tratan de hipotecas, sin embargo, no ofrecen tanta información. A lo máximo que llegan es a ofrecer el cálculo de la cuota inicial y el resultado de una amortización. A modo de ejemplo, puede observarse la aplicación del Banco de España, especializada en préstamos, cuya dirección es:

<https://play.google.com/store/apps/details?id=es.bde.asb.asbmain>

3.2.- UTILIZANDO LA APLICACIÓN

Una vez descargada la aplicación, es necesario empezar a rellenar los valores de las hipotecas que ofrecen las entidades financieras. Durante el desarrollo de la aplicación, se pensó en mantenerlas en un archivo y por eso hay varias entidades representadas, sin embargo, pronto se descartó esa idea porque cada entidad debe realizar una provisión diferente de dinero por cada hipoteca dependiendo del riesgo que tiene la operación y, por lo tanto, las condiciones que pueden ofrecer son distintas. Además, al introducir cuestiones como los servicios vinculados, resultó completamente imposible. Actualmente el archivo que incluye varias hipotecas actúa sólo de ejemplo pero es ilustrativo. En la próxima versión se incluirá una sola con valores en todos los parámetros.

La idea es que el usuario, una vez tenga toda la documentación, pueda olvidarse de papeles y correos electrónicos y tenga un acceso fácil a la misma. Los parámetros que la aplicación tiene en cuenta y que el usuario debe introducir son:

- Importe: Cantidad en euros del préstamo.

- Años a tipo fijo: Cantidad de años que la hipoteca tiene a tipo fijo. Este parámetro no es únicamente propio de las hipotecas a tipo fijo, hay algunas entidades que, para salvar el euribor actual, incluyen plazos de varios años a tipo fijo en sus hipotecas a tipo variable.

- Tipo de interés fijo: Tipo de interés fijo que regirá en los años marcados por el parámetro anterior.

- Años a tipo variable: Cantidad de años que la hipoteca tiene a tipo variable.

- Diferencial con Euríbor: Es el tipo de interés variable que va a tener la hipoteca. Al tener tres formas de evolución del Euríbor, se generan tres escenarios que la aplicación calcula.

- Meses entre revisiones: En el mercado hipotecario español es normal que sean 6, sin embargo, la aplicación permite seleccionar cualquier valor. En el momento que pasen los meses indicados, la aplicación actualiza el préstamo con el nuevo tipo según cada uno de los tres escenarios.

- Coste vinculación bancaria extra (anual): En muchos casos, las entidades financieras ofrecen servicios como seguros, tarjetas, etc. para mantener ciertas condiciones del préstamo. Como en ocasiones estos servicios pueden tener precios mayores que los que el usuario podría obtener en otras entidades, se ha añadido este parámetro para poder calcular cuánto varía la TIR. El hecho de que sea un valor anual es porque la mayor parte de seguros y comisiones por tarjetas suelen ser de pago anual.

- Comisión apertura (en porcentaje): Es el porcentaje que la entidad financiera cobra por prestar el dinero en el momento. En esta aplicación se considera que la entidad financiera también esta cantidad, es decir, que se suma al coste total del préstamo. Esta práctica es común en las entidades para rebajar la cantidad inicial a pagar por el usuario.

- Costes de formalización: Es la cantidad que se paga inicialmente y debe incluir servicios como impuestos, tasación, gastos notariales y la comisión de apertura si no se financia.

- Comisión cancelación parcial < 5 años: Es la comisión que cobra la entidad cuando no han pasado cinco años desde la formalización de la hipoteca y el usuario decide realizar una cancelación de parte del préstamo. La ley permite que sea hasta del 0.5%. Véase la Ley 41/2007 Capítulo IV Artículo 8.

- Comisión cancelación parcial > 5 años: Es la comisión que cobra la entidad cuando han pasado más de cinco años desde la formalización del préstamo. La ley permite que sea del 0.25%.

- Comisión riesgo tipo: Es una comisión que tiene dos modalidades, como indica la ley 41/2007 Capítulo IV Artículo 9: bien se puede elegir entre señalar el lucro cesante (con el consecuente riesgo de no cobrar si no existe o incluso devolver dinero al usuario) o bien un porcentaje del capital pendiente sean cuales sean las condiciones existentes en el momento de la cancelación. Las entidades financieras han optado por esta última, no sólo por la facilidad de cálculo sino por la ausencia de incertidumbre. La aplicación, en esta versión, sólo posibilita el cálculo de esta última.

- Gastos de cancelación: Es la suma de los costes que se generan al cancelar la hipoteca y que hay que añadir a la comisión por amortización anticipada. Se trata de gastos como gestoría y notaría, aunque en este último caso es un “Documento sin cuantía” como señala la ley 41/2007 Capítulo V. Artículo 10.1. Aunque se prevé que en los gastos registrales se tenga en cuenta el capital pendiente reducido un 90%, al incluir ciertos gastos fijos y no poder realizar un cálculo adecuado por faltar datos de la gestoría, se deja introducir al usuario como un gasto total. Los valores de los aranceles notariales y de los registradores de la propiedad se encuentran regulados por los Reales Decretos 1426 /1989 y 1427/1989

- Tipo suelo: Actualmente, las sentencias están en contra de dicha práctica pero la aplicación la mantiene para preservar la posibilidad de que vuelva u otras sentencias la avalen. Se puede afirmar que hay mucha turbulencia normativa motivada por sentencias judiciales.

- Tipo techo: Esta práctica ha caído en desuso pero, dada su existencia, la aplicación permite utilizarla. En el caso de estos dos parámetros, si no son

pertinentes en el préstamo que se va a analizar, un valor 0 o inferior implica que no se tienen en cuenta.

Todo esto se debe introducir en la tabla que se muestra en las tres imágenes a continuación:

| Entidad | Nombre | Años tipo fijo | Tipo fijo | Años tipo variable | Diferencial | Meses revisión |
|-----------|----------|----------------|-----------|--------------------|-------------|----------------|
| Santander | Fija15 | 15.0 | 1.75 | 0.0 | 0.0 | 0 |
| Santander | Fija20 | 20.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0 |
| Santander | Fija25 | 25.0 | 2.25 | 0.0 | 0.0 | 0 |
| Santander | Fija30 | 30.0 | 2.5 | 0.0 | 0.0 | 0 |
| Santander | Variable | 2.0 | 1.75 | 28.0 | 0.99 | 6 |
| Santander | Mixta | 10.0 | 1.75 | 20.0 | 0.99 | 6 |

Guardar y Salir

Figura 3.2.1

| Meses entre revisiones | Coste vinculación | Comisión apertura | Costes de formalización | comisión cancelación parcial < 5 años | Comisión cancelación parcial > 5 años | Corries |
|------------------------|-------------------|-------------------|-------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------|
| 0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.5 | 0.25 | 5 |
| 0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.5 | 0.25 | 5 |
| 0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.5 | 0.25 | 5 |
| 0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.5 | 0.25 | 5 |
| 6 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | 0.5 | 0.25 | 5 |
| 6 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | 0.5 | 0.25 | 5 |

Guardar y Salir

Figura 3.2.2

| Comisión cancelación | Comisión riesgo tipo | Gastos de cancelación | Tipo suelo | Tipo techo | |
|----------------------|----------------------|-----------------------|------------|------------|----------|
| 0.25 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | Eliminar |
| 0.25 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | Eliminar |
| 0.25 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | Eliminar |
| 0.25 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | Eliminar |
| 0.25 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | Eliminar |
| 0.25 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | Eliminar |

Guardar y Salir

Figura 3.2.3

Existe la posibilidad tanto de eliminar cualquier fila como de añadir más, como se ve en la siguiente imagen:

| Comisión cancelación | Comisión riesgo tipo | Gastos de cancelación | Tipo suelo | Tipo techo | Comisión cancelación | |
|----------------------|----------------------|-----------------------|------------|------------|----------------------|----------|
| 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | Eliminar |
| 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | Eliminar |
| 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | Eliminar |
| 0.99 | 6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | Eliminar |
| 0.99 | 6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | Eliminar |

Añadir una hipoteca más

Guardar y Salir

Figura 3.2.4

El siguiente paso a realizar por el usuario es imaginar tres escenarios donde la evolución del Euribor sea diferente. Debido a que la serie del mismo ha variado de manera importante, puede representar un quebranto económico que recuerde al de muchas familias en 2008, cuando hubo que añadirle el efecto de la última crisis. Los valores deberían estar comprendidos entre el 6% y el 0%, si bien se prevé que en los

próximos años se sitúe al alza. Una vez introducido un valor en una determinada fecha, la aplicación lo considerará constante hasta que otra fecha posterior lo cambie. Una posible configuración se muestra en la siguiente imagen:



Figura 3.2.5

Una vez completados los pasos anteriores, es el momento de simular las hipotecas guardadas. Antes de simular, es necesario indicar el capital y el máximo número de años de vida del préstamo. Los dos valores restantes (año y mes) se pueden dejar con el valor por defecto que es 0 y 1 pero no podrá indicar las fechas con precisión. En la siguiente imagen se muestra un ejemplo:



Figura 3.2.6

Una vez pasada esa pantalla, se accede a la tabla de simulación. Los datos a mostrar son la cuota inicial a pagar, la cuota máxima alcanzada a lo largo de la vida del préstamo y la TIR según los tres perfiles de Euribor. En las siguientes imágenes se puede ver un resultado.

| Entidad | Nombre | Años | Gastos iniciales | Cuota inicial | Cuota máxima (euribor suave) | TIR (euribor suave) |
|-----------|----------|------|------------------|---------------|------------------------------|---------------------|
| Santander | Fija15 | 15.0 | 0.0 | 1276.76 | 1276.76 | |
| Santander | Fija20 | 17.0 | 0.0 | 1168.87 | 1168.87 | |
| Santander | Fija25 | 17.0 | 0.0 | 1192.53 | 1192.53 | |
| Santander | Fija30 | 17.0 | 0.0 | 1216.49 | 1216.49 | |
| Santander | Variable | 17.0 | 0.0 | 1139.83 | 1294.77 | |

Salir

Figura 3.2.7

| Cuota máxima (euribor suave) | TIR (euribor suave) | Cuota máxima (euribor medio) | TIR (euribor medio) | Cuota máxima (euribor fuerte) | TIR (euribor fuerte) | |
|------------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|-------------------------------|----------------------|---------|
| 1276.76 | 1.89 | 1276.76 | 1.89 | 1276.76 | 1.89 | Simular |
| 1168.87 | 2.12 | 1168.87 | 2.12 | 1168.87 | 2.12 | Simular |
| 1192.53 | 2.38 | 1192.53 | 2.38 | 1192.53 | 2.38 | Simular |
| 1216.49 | 2.62 | 1216.49 | 2.62 | 1216.49 | 2.62 | Simular |
| 1139.83 | 2.79 | 1294.77 | 1.17 | 1139.83 | 1.17 | Simular |

Salir

Figura 3.2.8

Si se selecciona una de ellas y se simula, los datos a mostrar son los diferentes cambios de cuota, el capital restante y el tipo que estaría en vigor en ese momento. Hay

que decir que se ha optado por esta información porque representar todos los meses no sólo es engorroso en una pantalla tan pequeña sino que no tiene ningún interés por ser una información harto repetitiva. Se puede ver en las siguientes imágenes:



Figura 3.2.9



Figura 3.2.10

Por último, la aplicación permite realizar amortizaciones en cuota. Es necesario introducir los datos del año, mes y la aportación y la aplicación se encargará de recalculer la cuota, que empezará al mes siguiente, como se puede ver en la imagen:

| Año: | Mes: | Aportación: | Calcular |
|--------|------------|---------------|----------------------------|
| 4 | 2 | 3000 | Añadir |
| AÑO: 4 | MES: Marzo | PAGO: 1132.14 | Capital restante 152877.05 |
| AÑO: 4 | MES: Marzo | PAGO: 1052.4 | Capital restante 151877.83 |
| AÑO: 4 | MES: Marzo | PAGO: 1052.4 | Capital restante 151877.83 |
| AÑO: 4 | MES: Julio | PAGO: 1208.7 | Capital restante 149415.0 |

Figura 3.2.11

Como se puede ver, empieza en marzo, una mensualidad después de realizar la aportación.

4.- CONCLUSIONES Y ROADMAP

Entre las conclusiones que se han obtenido al realizar este trabajo se debe destacar la necesidad de la participación de los economistas en la revolución digital, no sólo realizando cálculos a nivel usuario sino realizando simulaciones y generando contenido, como ponen de manifiesto las aplicaciones que hay realizadas hasta la fecha en la materia. No se deben dejar los aspectos propios de la titulación en manos de personas que pueden no disponer de la comprensión necesaria de los asuntos económicos y el mundo digital no queda ajeno a esta aseveración. Además, si las aplicaciones aumentan su importancia en un futuro, es muy probable que los conocimientos en esta rama sean importantes como facilitadores del acceso al mundo laboral.

Las dificultades a lo largo del desarrollo de la aplicación no han venido especialmente por la parte de programación sino por la profundización en la normativa, no carente de aspectos poco claros, y del lenguaje propio de las entidades financieras, siendo necesario leer mucho más allá del gancho publicitario de las primeras condiciones anunciadas.

Como se ha comentado a lo largo de este trabajo, la aplicación tendrá su desarrollo posterior a esta presentación y, como hoja de ruta (Roadmap en programación) cabría destacar que queda por implementar en posteriores versiones:

- Interfaz gráfica más atractiva.
- Posibilidad de amortizar no sólo en cuota sino en plazo.
- Posibilidad de realizar el cálculo de la comisión por riesgo de tipo según la primera forma indicada por la ley y no seguida por las entidades financieras.

5.- BIBLIOGRAFÍA

- IVORRA, C. *Las matemáticas de una hipoteca*. <http://www.uv.es/~ivorra/Libros/Hipotecas.pdf>
- RIBERA ESTEVE, G. (2014): *Estudio y desarrollo del modelo estocástico de Vasicek para la predicción de tipos de interés “short term”. Validación y aplicación al tipo de interés*. Universidad de Valencia.
- TAMARIT RAMOS, S. (2013): *El modelo estocástico de Vasicek para la predicción de tipos de interés. Aplicación al tipo de interés interbancario EONIA*. Universidad de Valencia.

WEBGRAFÍA

- Abanca. Disponible en: <https://www.abanca.com/es/>
- Banco de Caja España Duero. Disponible en: www.espanaduero.es
- Banco de España. Disponible en: www.bde.es
- Banco Sabadell. Disponible en: <https://www.bancsabadell.com/es>
- Banco Santander. Disponible en: <https://www.bancosantander.es/es/particulares/hipotecas>
- BBVA. Disponible en: www.bbva.com/es
- Boletín Oficial del Estado. Disponible en: www.boe.es
- Calcular Cuota Hipoteca. Disponible en: www.calcularcuotahipoteca.com
- Calcula tu hipoteca (aplicación). Disponible en: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tpod.mortgagesim>
- Datos Macro. Grupo Expansión. Disponible en: <http://www.datosmacro.com/hipotecas/euribor>
- Euribor al día. Disponible en: <http://euriboraldia.blogspot.com.es/>
- Euribor rates. Disponible en: <http://es.euribor-rates.eu/>

- Fooplot. Disponible en: <http://www.fooplot.com>
- Ibercaja. Disponible en: www.ibercaja.es/particulares/hipotecas/
- Liberbank. Disponible en:
<https://www.liberbank.es/hipotecas-y-prestamos/hipotecas>
- Openbank. Disponible en:
<https://www.openbank.es/es/hipotecas-prestamos/hipoteca-open>
- Simulador del Banco de España (aplicación). Disponible en:
<https://play.google.com/store/apps/details?id=es.bde.asb.asbmain>

6.- ANEXOS

6.1.- ANEXO I: PROGRAMACIÓN DEL ALGORITMO DE NEWTON-RAPHSON

Sub calculatir

Dim TIR As Double

Dim diferencia As Double

diferencia=4

Dim puntocero As Double

puntocero=1

Do While diferencia>0.000001 Or diferencia<-0.000001

Dim puntouno As Double

Dim funcion As Double

Dim derivada As Double

funcion=calculapunto(puntocero)

derivada=calculaderivada(puntocero)

puntouno=puntocero-funcion/derivada

diferencia=puntouno-puntocero

puntocero=puntouno

Loop

TIR=puntouno-1

End Sub

Sub calculapunto (punto As Double) As Double

Dim resultado As Double

resultado=Intrdatos.datos.Get(0)*Power(punto,plazos)

For z=1 To plazos

Dim month As mes

month.Initialize

```

        month=meses.Get(z-1)
        resultado=resultado-month.cuota*Power(punto,plazos-z)
    Next
Return resultado
End Sub

Sub calculaderivada (punto As Double) As Double
    Dim resultado As Double
    resultado=Intrdatos.datos.Get(0)*plazos*Power(punto,plazos-1)
    For z=1 To plazos
        Dim month As mes
            month.Initialize
            month=meses.Get(z-1)
            resultado=resultado-(plazos-z)*month.cuota*Power(punto,plazos-z)
        Next
    Return resultado
End Sub

```

6.2.- ANEXO II: PROGRAMACIÓN DEL ALGORITMO SIMPLE DEL TEOREMA DE BOLZANO

```
Sub CALCTIR (mesesur As List) As Double

Dim TIR As Double

Dim diferencia As Double

Dim puntocero As Double

Dim puntoinicial As Double

Dim puntomedio As Double

puntocero=0

puntoinicial=4

diferencia=puntoinicial-puntocero

If calculapunto(puntoinicial,mesesur)/calculapunto(puntocero,mesesur)<0 Then

    Do While diferencia>0.000005 Or diferencia<-0.000005

        puntomedio=(puntoinicial+puntocero)/2

    If calculapunto(puntocero,mesesur)/calculapunto(puntomedio,mesesur)<0 Then

        puntoinicial=puntomedio

    Else

        puntocero=puntomedio

    End If

    diferencia=puntoinicial-puntocero

Loop

TIR=(puntomedio-1)*1200

TIR=Round2(TIR,2)

Else

TIR=0

End If
```

Return TIR

End Sub

Sub **calculapunto** (punto As Double, meseseur As List) As Double

Dim resultado As Double

Dim plazoshipoteca As Int

plazoshipoteca=meseseur.Size

resultado=Introducirdatos.capital*Power(punto,plazoshipoteca)

resultado=resultado-gastosiniciales*Power(punto,plazoshipoteca) 'para tener en
cuenta los gastos de formalización

For z=1 To plazoshipoteca

Dim month As mes

month.Initialize

month=meseseur.Get(z-1)

If z=plazoshipoteca Then 'para tener en cuenta los
gastos de cancelación

month.cuota=month.cuota+cancel

End If

resultado=resultado-month.cuota*Power(punto,plazoshipoteca-z)

Next

Return resultado

End Sub

6.3.- ANEXO III: PROGRAMACIÓN DEL ALGORITMO DE CÁLCULO

Sub **calcular** (euribor As List) As List

Dim aportacionrealizada As Double

Dim comisionamortanticipada As Double

Dim meses As List

 meses.Initialize

Dim capitalrestante As Double

Dim interes As Double

Dim amortizacionacumulada As Double

Dim compriesgotipo As Double

Dim cuota As Double 'Es la cuota calculada, cada mes se amplía con lo que la entidad cobra con servicios a precio mayor que el de mercado.

 anio=tablasimulada.anio

 capitalrestante=tablasimulada.capital*(1+tablasimulada.apertura/100)

 amortizacionacumulada=0

 If plazosfijo>0 Then

 interes=tablasimulada.tipofijo

 Else

 interes=euribor.Get(0)+tablasimulada.tipovariable

 End If

 For i=0 To plazos-1

 Dim month As mes

 month.Initialize

 'Pongo la fecha

 month.fecha=mois((tablasimulada.mes+i-1) mod 12)

```

If month.fecha="Enero" And i>0 Then
    anio=anio+1
End If

month.anio=anio

If tablasimulada.mesesrev>0 Then

If i=plazosfijo Or (i>plazosfijo And (i mod tablasimulada.mesesrev=0)) Then
    interes=euribor.Get(i)+tablasimulada.tipovvariable

If interes<tablasimulada.suelo And tablasimulada.suelo>0 Then
    interes=tablasimulada.suelo
    End If

If interes>tablasimulada.techo And tablasimulada.techo>0 Then
    interes=tablasimulada.techo
    End If

    End If

    End If

cuota=capitalrestante*(interes/1200)/(1-Power(1+interes/1200,i-plazos))
month.Intereses=Round2(capitalrestante*interes/1200,2)
month.amor= Round2(cuota-month.Intereses,2)
month.Capitalrest=Round2(capitalrestante-month.amor,2)
aportacionrealizada=aportacionesparacalculos.Get(i+1)

If i>59 Then      ' compruebo si estoy en los primeros 5 años del préstamo para coger
una amortización u otra

    comisionamortanticipada=tablasimulada.aportmascinco

Else

comisionamortanticipada=tablasimulada.aportmenos5

```

End If

If $i > \text{plazosfijo}$ And $\text{tablasimulada.mesesrev} < 13$ Then

$\text{compriesgotipo} = 0$

Else

$\text{compriesgotipo} = \text{tablasimulada.riesgotipo}$

End If

If $\text{aportacionrealizada} * (1 - \text{compriesgotipo} / 100 - \text{comisionamortanticipada} / 100) \geq \text{capitalrestante}$ Then

$\text{month.cuota} = \text{Round2}(\text{capitalrestante} / (1 - \text{compriesgotipo} / 100 - \text{comisionamortanticipada} / 100) + \text{tablasimulada.cancel}, 2)$

$\text{month.tipo} = \text{compriesgotipo} + \text{comisionamortanticipada}$

$\text{month.amoracumul} = \text{tablasimulada.capital} * (1 + \text{tablasimulada.apertura} / 100)$

$\text{month.Capitalrest} = 0$

$\text{plazosfin} = i + 1$

$\text{meses.Add}(\text{month})$

Exit

Else

$\text{aportacionrealizada} = \text{aportacionrealizada} * (1 - \text{comisionamortanticipada} / 100 - \text{compriesgotipo} / 100)$

$\text{capitalrestante} = \text{capitalrestante} - \text{cuota} + \text{capitalrestante} * \text{interes} / 1200$

$\text{amortizacionacumulada} = \text{amortizacionacumulada} + \text{cuota} - \text{capitalrestante} * \text{interes} / 1200 + \text{aportacionrealizada}$

$\text{capitalrestante} = \text{capitalrestante} - \text{aportacionrealizada}$

$\text{month.amoracumul} = \text{Round2}(\text{amortizacionacumulada}, 2)$

$\text{month.cuota} = \text{Round2}(\text{cuota} + \text{tablasimulada.vinculacion} / 12, 2)$

$\text{month.tipo} = \text{Round2}(\text{interes}, 2)$

```
End If
If i=plazos-1 Then
    month.cuota=month.cuota+tablasimulada.cancel
End If
If i=0 Then
    month.cuota=month.cuota+tablasimulada.costesformalizacion
End If
meses.Add(month)
Next
Return meses
End Sub
```