



El método RDF (Risk Dynamics into the Future)

*El nuevo estándar de stress
testing de riesgo de crédito*

Octubre 2008

Copyright ©2008 AIS, S.A.. All rights reserved.

RDF, *Risk Dynamics into the future*, es una marca de AIS, S.A en los países en uso.

RDF, como se describe en este documento, es un método de gestión del riesgo de crédito introducido por AIS, S.A.

Primera Edición: Octubre 2008

Copyright (c) AIS

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.2 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts. A copy of the license is included in the section entitled "GNUFree Documentation License".

© Autores: Ramon Trias Capella, Ferran Carrascosa Mallafrè, David Fernández, Lluïsa Parés y Guillermo Nebot.

Colaboradores: Cristina Rata y Perla Ibarlucea.

Si desea recibir más información sobre el método y su implantación se puede poner en contacto con:

Ramon Trias
Presidente, Director General
rtrias@ais-int.com

Nausica Trias
Directora General Adjunta
ntrias@ais-int.com

José Manuel Aguirre
Director Comercial
jmanuel.aguirre@ais-int.com

Lluisa Parés
Directora I+D
lluisap@ais-int.com

Ferran Carrascosa
Consultor I+D
ferran.carrascosa@ais-int.com

David Fernández
Consultor
dfernandez@ais-int.com

Julio Gondolo
Director Oficina Argentina
julio.gondolo@ais-int.com

Eduardo Laguna
Director Oficina México
eduardo.laguna@ais-int.com

Claudio Ugarte
Director Oficina Chile
claudio.ugarte@ais-int.com

Ricardo Morais
Director Oficina Portugal
ricardo.morais@ais-int.com

Se inicia con esta publicación un conjunto de publicaciones sobre el nuevo método RDF creado por AIS. Cada nueva publicación añadirá un nuevo capítulo a lo publicado hasta el momento, permitiéndose descargarse de la web cada vez el nuevo capítulo.

CAPITULO 1.
INTRODUCCIÓN

Índice

1	AIS, S.A.	7
2	Introducción al RDF	8
	Criterios de calidad del método RDF	8
	Principales criterios metodológicos de RDF	8
	Módulos del método RDF	10
	<i>Inputs y outputs de RDF</i>	10
	<i>Configuración de carteras</i>	10
	<i>Escenarios</i>	11
	Modelos VARMA	11
	Modelos PD, LGD y EAD.....	11
	Distribución conjunta de variables	11
	<i>La función de pérdidas condicionada</i>	11
	<i>Cálculo de la distribución de pérdidas</i>	11
	Algunas indicaciones para la implementación	11
3	Glosario	14
4	Bibliografía	16
5	Apéndice A. GNU Free Documentation License	17
6	Apéndice B. Cómo usar esta licencia en tus documentos	21

1 AIS, S.A.

AIS, Aplicaciones de Inteligencia Artificial, S.A. es una multinacional, con más de 20 años de historia, especializada en el desarrollo de sistemas automáticos de ayuda a la toma de decisiones en la empresa, sistemas que permiten tomar la mejor de las decisiones al mínimo coste.

La actividad de AIS confiere a la empresa una triple vertiente: el de consultora, el de diseñadora de herramientas informáticas y el de creadora de modelos estadísticos y de optimización.

Entre sus soluciones destacan: evaluación cuantitativa del riesgo de crédito, aplicación de técnicas cuantitativas en marketing, control de riesgo en el sector asegurador, optimización del corte de papel, monitorización de la producción, previsión de consumo y distribución óptima de energía, dinero y diarios. Además, ofrece consultoría experta en las diferentes áreas.

AIS cuenta con clientes en más de 22 países y delegaciones en Portugal, Argentina, Chile y México.

Las actividades de AIS en el análisis de riesgo de crédito en el sector financiero han sido siempre su “*core business*”. Gracias a las nuevas propuestas realizadas por el Comité de Basilea (BIS), sus actividades han cobrado nuevo impulso. De acuerdo con el Nuevo Acuerdo del Capital, aprobado en junio de 2004, la política de control de riesgos llevada a cabo por las entidades financieras está cambiando profundamente para adaptarse a la realidad económica y necesidades del momento presente.

Ramon Trias, presidente y director general de AIS, es uno de los expertos en Basilea II de la compañía. En los últimos años, ha dado más de 20 conferencias sobre el tema por todo el mundo. Bolivia, Colombia, Panamá, República Dominicana, España, México, Chile y Portugal han sido algunos de sus destinos.

Datos de contacto:

AIS - APLICACIONES DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL, S.A.

Domicilio social:
C/ Castillejos, 365, 2ª planta
08025 Barcelona (España)

Correo electrónico:
research@ais-int.com

Inscrita en el Registro Mercantil de Barcelona
T.8.675, L.7.917, Secc. 2ª, F.113, H.101882, Inscrip. 1ª

C.I.F. A-58-417759

2 Introducción al RDF

La implantación de modelos avanzados para la gestión del riesgo está empezando a ser una realidad para un número cada vez mayor de entidades financieras. Sus aplicaciones van en aumento por dos motivos convergentes: el proceso de auto-evaluación del capital iniciado por los distintos bancos centrales supervisores de los países que siguen las directrices de Basilea II y las ventajas competitivas que aporta (capital económico, *stress testing*, *RAROC*, *pricing*,...).

AIS ha capitalizado su experiencia en el sector financiero, lanzando al mercado un nuevo método para el cálculo del ***stress testing*** sobre el **capital económico** de riesgo de crédito. Este método llamado **RDF** (*Risk Dynamics into the Future*) pretende convertirse en un nuevo estándar de *stress testing* en el área de la gestión de riesgos.

Las “**pruebas de tensión**” (o *stress testing*) consisten en un conjunto de análisis, técnicas y acciones encaminadas a medir la **vulnerabilidad** de entidades, sistemas y modelos en el caso de sucesión de circunstancias **excepcionales**. La sensibilidad del sector financiero a los efectos de la crisis económica, incluso con su protagonismo en el control y mitigación (o difusión) ha hecho **imprescindible esta herramienta** para el buen gobierno de las entidades del sector, los reguladores y el sistema como un todo.

La **regulación** avala este criterio en su más alto exponente del “*International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards (Junio 2004)*”:

- *Part 2.III.H.4. Stress tests used in assessment of capital adequacy- Minimum requirements for IRB Approach-The first Pillar*
- *Part 3.III.B.1. Stress tests under the IRB approaches-The second Pillar*

RDF combina un conjunto de modelos convenientemente seleccionados por AIS, permitiendo, mediante sofisticados modelos econométricos, simular escenarios económicos desfavorables, calcular la distribución de pérdidas en esos escenarios y dar soporte a la planificación estratégica y al desarrollo de negocio.

La documentación metodológica se publicará bajo licencias de tipo GNU Free Documentation License. En términos generales: amplia transparencia a cambio de la declaración de la autoría. El ámbito de esta licencia será únicamente el método, reservándose AIS la comercialización del software desarrollado por AIS.

El nuevo estándar

Todos estos elementos configuran RDF como un candidato de primer orden para convertirse en un nuevo estándar en el área de gestión de riesgos. Este nuevo método supera en gran medida las carencias propias de otros sistemas clásicos presentes actualmente en el mercado: métodos no completos, imprecisión, hipótesis poco creíbles para *stress testing*, etc.

CRITERIOS DE CALIDAD DEL MÉTODO RDF

Se han seguido dos criterios de calidad principales en el desarrollo de la metodología. En primer lugar, debe adaptarse perfectamente a los acuerdos de **Basilea II**. En este sentido, para el desarrollo de RDF se han usado los mismos elementos que definen la pérdida esperada (PD, LGD, EAD) y sólo se han utilizado aquellos modelos e hipótesis plausibles en un contexto de riesgo de crédito.

En segundo lugar, el método debe ser útil para el desarrollo de negocio de la entidad financiera. En este sentido se ha procurado dar una visión global del riesgo asumido a través del cálculo completo de la distribución de pérdidas con el fin de disponer de medidas de riesgo directamente aplicables (VAR, *shortfall*). También se ha pretendido dotar a RDF de simplicidad en la exploración de escenarios de stress a través de indicadores económicos próximos al lenguaje habitual de los economistas, de ejecutivos de riesgos y de dirección general (PIB, IPC, PARO, EURIBOR,...) y de gran rapidez en la obtención de los informes de riesgo para permitir agilizar la fase de exploración de escenarios.

PRINCIPALES CRITERIOS METODOLÓGICOS DE RDF

Los principales **criterios** utilizados en la construcción de **RDF** son:

- Las **fuentes de variabilidad** que originan el riesgo, proceden esencialmente de la situación macroeconómica. Un modelo

econométrico, llamado **modelo macro**, permite el gobierno de este dominio. Se ha elegido para este método modelos tipo **VARMA**.

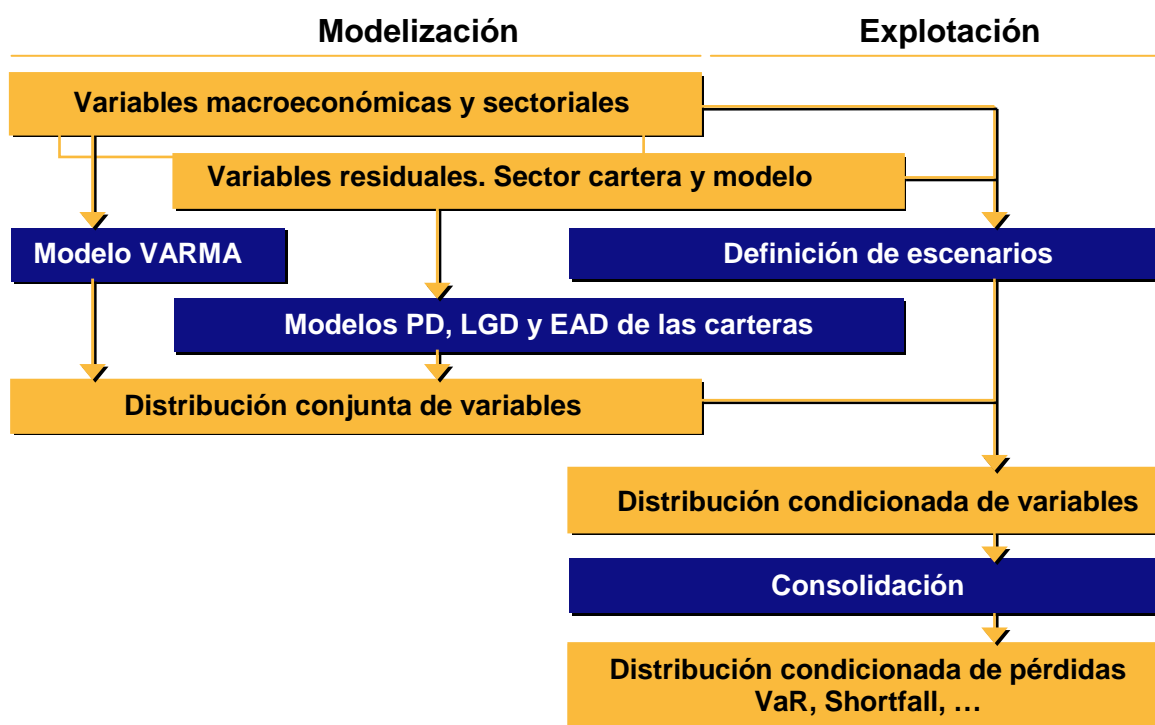
- Las **empresas** y **particulares** de la cartera soportarán o no el efecto de las posibles crisis. La modelización de su capacidad de respuesta combinará las **variables macroeconómicas** y las características del **instrumento** y de los **datos específicos** de cada **subcartera**, en los llamados **modelos micro**. El modelo podría desarrollarse a nivel de contrato, aunque el tratamiento de **subcarteras** parece el más indicado.
- Los **modelos micro** que relacionan la situación macroeconómica con las pérdidas en cada subcartera incorporan sus propias variables residuales. Estas variables aleatorias tendrán la categoría de generadores de riesgo (*Risk drivers*) y se concatenarán en una sola **distribución multivariante** (en este caso como variables independientes) junto con las variables del modelo macroeconómico.
- El **modelo macroeconómico (modelo macro)** enriquecido con las variables

residuales de los modelos, opcionalmente multiperíodo, se integra en una única **distribución multivariante** de dimensión (número de períodos x número de variables macro y micro). Así se controlan tanto el efecto indirecto como las interacciones.

- Las **medidas del riesgo** utilizan la distribución de pérdidas originada por los modelos **micro** y **macro**, a través de la distribución multivariante indicada. *VaR*, *Shortfall* o Pérdida inesperada condicionados a escena pueden ser calculados.
- Se entiende como **definición de escenarios** la instanciación de algunas variables en algunos períodos. El sistema debe ser capaz de calcular la probabilidad de suceso de esta instanciación y generar la distribución marginal resultante.
- Se dota al método con una novedosa **solución analítica** para la integración de la función de pérdidas, que complementa a la solución más tradicional de *Montecarlo*.

MÓDULOS DEL MÉTODO RDF

El método RDF se compone de los siguientes módulos:



Inputs y outputs de RDF

Los **inputs** del modelo son:

- Una segmentación de las carteras de crédito
- Series de probabilidades de incumplimiento (PD) y de LGD's históricas por segmento
- Las exposiciones esperadas para el periodo analizado por segmento
- Escenarios a simular

y los **outputs** son:

- La distribución de pérdidas de una cartera condicionadas a escenario (actual y extremo)
- La pérdida esperada
- Capital económico
- Proyección de los indicadores económicos condicionados a escenarios extremos

Configuración de carteras

La segmentación de las carteras se construye ad-hoc a las carteras de créditos de cada entidad. En la fase de implantación se realiza un estudio preliminar de segmentación de las carteras de la entidad financiera. Esta segmentación debe cumplir con un doble objetivo. Por un lado, debe separar las carteras con baja correlación de pérdidas con el objetivo de minimizar el capital económico final. Por el otro, debe coincidir con las unidades de negocio que se tratarán en el cálculo de capital regulatorio.

Los modelos de los componentes de la pérdida esperada (PD y LGD) deben ser ad-hoc a la entidad. En la fase de implantación deben desarrollarse los modelos de predicción de la PD y la LGD utilizando los indicadores económicos que forman parte del modelo VARMA. Así, se puede proyectar estos componentes e incorporar sus fluctuaciones a la distribución de las pérdidas.

Escenarios

Los escenarios de stress son estados posibles del futuro e identifican situaciones extremas de la economía. Se definen a partir de valores de variables macroeconómicas en un periodo futuro. Posteriormente, se puede analizar el impacto de estos escenarios sobre las medidas de riesgo.

Se pueden definir escenarios de diferentes tipos: históricos, hipotéticos o sistemáticos.

Modelos macro: VARMA

Todos los escenarios se calculan mediante un único modelo general del entorno macroeconómico de tipo VARMA. Este modelo es común para todo el sistema bancario y tiene la función de proyectar a futuro los indicadores económicos seleccionados y calcular su distribución conjunta en esos periodos futuros.

Los valores futuros de los indicadores económicos introducidos por el analista condicionan el modelo VARMA en una nueva proyección de los indicadores y de su distribución. Este sistema tiene la virtud de romper con limitaciones derivadas de las hipótesis clásicas de *ceteris paribus* computando efectos directos e indirectos de escenarios hipotéticos, pero plausibles.

Modelos micro: PD, LGD y EAD

La determinación de los cambios en las medidas de riesgo de interés en cada escenario depende del modelo que relacione las medidas de riesgo de crédito con las variables macroeconómicas. Esto requiere identificar las variables macroeconómicas que influyen en la estructura de comportamiento del riesgo de crédito de cada cartera y cuantificar el impacto de estas variables en el riesgo de estas carteras.

Se realiza a partir de modelos econométricos, como por ejemplo la regresión, que relaciona las variables macroeconómicas con alguna medida de riesgo de cada cartera, como la probabilidad de *default* (PD) y la LGD. Los modelos deben tener en cuenta la complejidad que representa la concentración y la correlación en la integración de las medidas de riesgo de varias carteras.

Distribución conjunta de variables

Una vez definidos los escenarios, a partir de la distribución *MultiNormal* de transformadas de las variables macroeconómicas conjuntamente con las variables aleatorias de modelos micro, se puede generar la distribución residual condicionada a la instanciación de alguna o algunas variables en determinados momentos del tiempo.

Como consecuencia, se dispondrá de una distribución marginal, también multinormal, con una dimensión menor a la del modelo VARMA original. Aplicando un cálculo matricial llamado complemento de *Schur*, se puede determinar la matriz de covarianzas condicionada a la instanciación de las variables que definen una escena.

Este nuevo concepto de escenario ofrece 2 ventajas fundamentales: primero, rebaja las limitaciones del *ceteris paribus* (los efectos indirectos también se tienen en cuenta) y, segundo, no se limita al valor esperado condicionado a ciertos valores, sino se opera sobre la distribución marginal de pérdidas condicionada a estos valores.

La función de pérdidas condicionada

Dados unos valores de las variables macroeconómicas, se obtienen la PD y LGD asociadas a cada segmento/cartera, que a su vez nos dan las pérdidas multiplicando estos valores por la exposición. El total de pérdidas condicionadas a dichos valores, se calculará mediante la agregación de las pérdidas asociadas a cada segmento/cartera.

Cálculo de la distribución de pérdidas

La distribución de pérdidas se calcula a través de la estimación de probabilidad de pérdidas expresada como una integral de superficie:

$$P(Y = y) = \iiint_{x \in R^n} \delta(y - L(x)) \Omega(x) d^n x = \iiint_{X: L(X) = y} \frac{\Omega(X)}{|\nabla L(x)|} d^{(n-1)} X$$

$P(\cdot)$	Función de probabilidad pérdidas
Y	Pérdidas
$L(X)$	Función de pérdidas, condicionada a los valores de X
$\Omega(X)$	Función de distribución de probabilidad conjunta de X
$ \nabla L(x) $	Valor absoluto del gradiente
$\delta(y)$	delta de Dirac

Esta integral múltiple se resuelve mediante aproximación numérica a través de un método original de expansiones asintóticas en puntos estacionarios.

ALGUNAS INDICACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN

Para implementar RDF se proponen definir tres elementos principales: ensayos, escenarios y carteras.

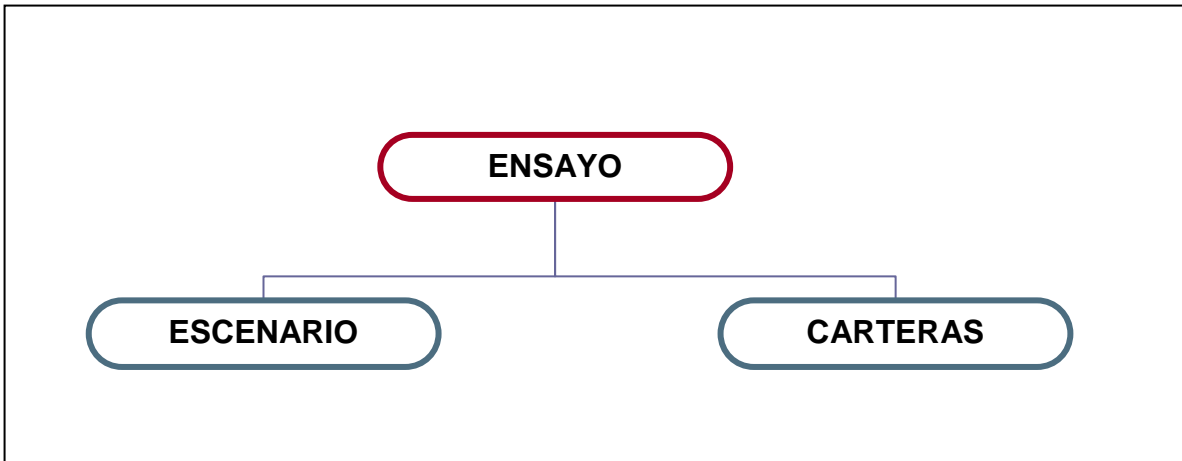


Gráfico 1: Elementos de un ensayo

El ensayo es la unidad de análisis principal. En un ensayo se calcula la distribución de pérdidas de las carteras condicionadas a un escenario económico de stress. A partir del ensayo se deben obtener los informes que contienen indicadores de las pérdidas (Pérdida esperada, VaR, capital económico, *Expected Shortfall*,...).

Para definir un escenario es necesario fijar inicialmente la ventana temporal sobre la que se va a calcular la distribución de las pérdidas (p.e. el

siguiente año). La aplicación debería mostrar a continuación la proyección de los indicadores económicos (PIB, IPC, paro, euríbor, etc.) no condicionados. Tras esto, el analista podría crear un escenario de stress modificando o fijando estos indicadores en uno o más periodos, o bien, especificar un patrón de escenario de stress conocido (p.e. crisis del 93). Finalmente, la aplicación debería mostrar la proyección de los indicadores económicos condicionados a los valores hipotéticos del escenario especificado.

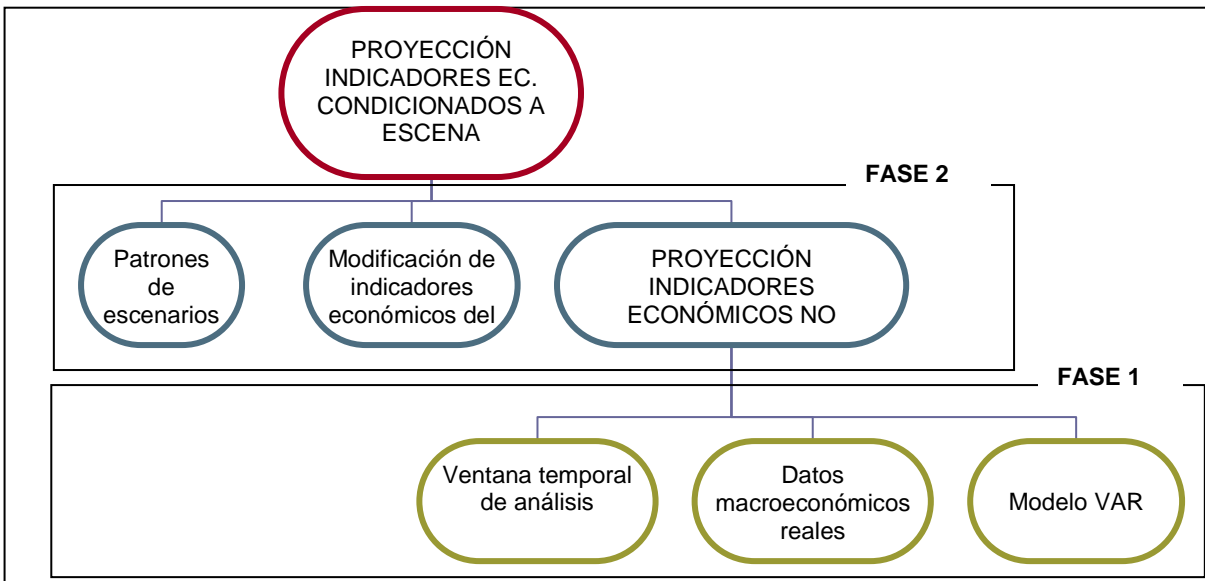


Gráfico 2: Creación de un escenario

Por último, la **configuración de carteras** consistiría en la selección de aquellas carteras que formarían parte del ensayo y en la decisión por parte del analista del nivel de EAD que se

asumiría en cada cartera. De esta forma, el analista podría realizar distintos ensayos y definir el nivel de exposición previsible en cada una de las unidades de negocio.

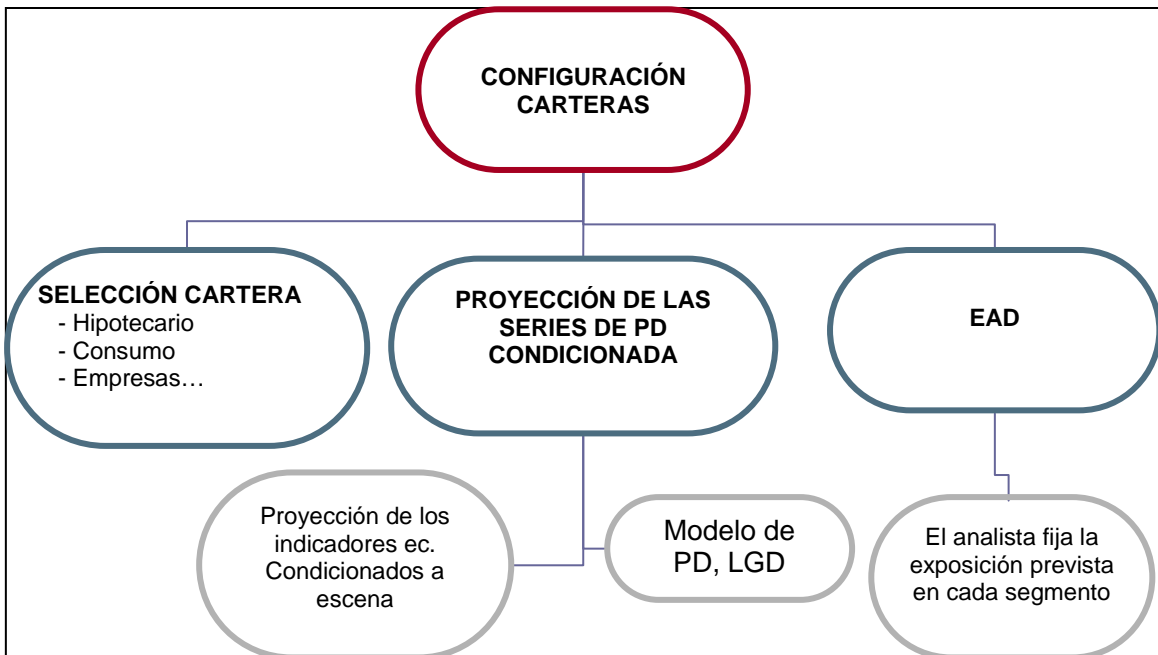


Gráfico 3: Configuración de carteras

La aplicación requiere de la carga trimestral de las series de indicadores económicos (PIB, IPC, euríbor, paro,...). De esta forma, se pueden actualizar las previsiones teniendo en cuenta la situación actual.

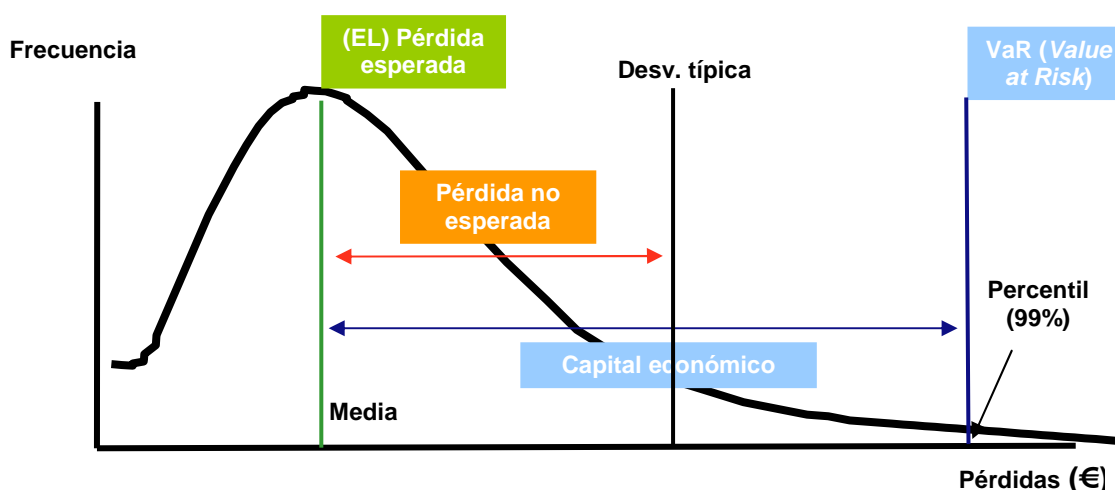
Anualmente debería realizarse un seguimiento de los modelos internos (VAR, PD, LGD). Este

seguimiento consistiría en analizar la estabilidad de los parámetros y su nivel de predicción. De este análisis se determinará la vigencia o la necesidad de reestimación de cada modelo. La aplicación debería estar organizada de tal manera que permitiera reemplazar los modelos nuevos por los antiguos con suma facilidad.

3 Glosario

Basilea II: Normativa internacional aprobada el 2004, elaborada por el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea a lo largo de los últimos años en aras de garantizar la convergencia internacional en el proceso de revisión de las normas supervisoras para la suficiencia de capital en bancos con actividad internacional. El documento de Basilea II recoge el Marco acordado para estimar la suficiencia de capital, así como los estándares mínimos que deben alcanzarse, que las autoridades supervisoras de los países representados en el Comité están presentando para su adopción en sus respectivos países. En el Comité se contó con el respaldo de los Gobernadores de los Bancos Centrales y de los Jefes de Supervisión Bancaria del Grupo de los Diez.

Capital Económico: Es el nivel de capital por encima de la pérdida esperada que una entidad financiera debería tener para garantizar la solvencia. Se suele expresar como la diferencia entre el VaR y la pérdida esperada.



Distribución de pérdidas: Indica la probabilidad de que se incurra en un nivel de pérdidas dado.

EAD (Exposure at Default / exposición en caso de impago): Es el importe total estimado en el momento del incumplimiento de un crédito o préstamo.

Escenarios históricos: Son sucesos pasados, normalmente de crisis que podrían afectar profundamente a la entidad. La base de este tipo de análisis es el supuesto de que el pasado se puede repetir. La limitación es que el futuro puede ser diferente.

Escenarios hipotéticos: cubren situaciones no recogidas por la historia. Se trata de diseñar sucesos posibles en el futuro que pudieran causar pérdidas importantes en la cartera de la entidad. En el caso del riesgo de crédito, por ejemplo, se podría considerar el efecto de una hipotética crisis política en un país determinado; la modificación del régimen cambiario de una divisa o la simulación de los efectos de cambios en los tipos de interés u otros precios sobre la calidad crediticia de las contrapartidas.

Escenarios sistemáticos: consisten en la selección de un amplio rango de escenarios que contemplen una serie de variaciones en los factores de riesgo para evaluar su impacto. Se contempla el mayor número de escenarios posibles, independientemente de su probabilidad de ocurrencia, para determinar los principales factores de riesgo a los que está expuesta la entidad.

Expected Shortfall: se define como el valor esperado de las pérdidas más allá de un percentil especificado de la distribución. Midiendo el área bajo la cola de la distribución, el *expected shortfall* proporciona una buena medida de las pérdidas extremas que pudieran ocurrir.

Función de pérdidas: Cuantifica el nivel de pérdidas para el siguiente año. Habitualmente no se trata directamente esta función, si no, su distribución y otros estadísticos de resumen.

GNU: La licencia pública general de GNU o más conocida por su nombre en inglés GNU General Public License o simplemente su acrónimo del inglés [GNU GPL](#), es una licencia creada por la Free Software Foundation a mediados de los 80, y está orientada principalmente a proteger la libre distribución, modificación y uso de software. Su propósito es declarar que el software cubierto por esta licencia es software libre y protegerlo de intentos de apropiación que restrinjan esas libertades a los usuarios.

LGD (Losses Given Default / Severidad de las pérdidas): Es el porcentaje de pérdidas en caso de incumplimiento de un crédito o préstamo. Se mide como una proporción de la exposición. Representa el costo neto del incumplimiento del deudor, es decir, la parte no recuperada al incumplir una vez tomados en cuenta todos los costos implicados en dicha recuperación.

Pérdida Esperada. Es la media de la distribución de pérdidas y ganancias, es decir, indica cuánto se puede perder en promedio y normalmente está asociada a la política de reservas preventivas que la institución debe tener contra riesgos crediticios. Se estima como el producto de la probabilidad de incumplimiento (PD), la exposición (EAD) y la pérdida dado incumplimiento (LGD) de deudores.

Pérdida No Esperada. Es la pérdida por encima de la esperada, medida como el VaR – PE, en que puede incurrir el acreedor, por incumplimiento de sus deudores. Se puede expresar como un múltiplo de la desviación estándar de la distribución de probabilidades de pérdidas y ganancias. Estas pérdidas determinan el capital económico requerido por el acreedor para hacer frente a pérdidas no anticipadas.

PD (Probabilidad de Default / Probabilidad de incumplimiento). Es la probabilidad de que una operación de la cartera caiga en incumplimiento, en un plazo de un año, es decir, los incumplimientos totales por cada cliente "sano", medidos en función de la vida equivalente aportada.

Stress testing (pruebas de tensión): designa las diversas técnicas para evaluar la vulnerabilidad a eventos excepcionales y posibles en un horizonte verosímil para las instituciones financieras. El stress testing consiste en especificar una serie de escenarios de movimientos extremos pero plausibles en el entorno macroeconómico que puedan afectar el riesgo de una cartera y, después, analizar el comportamiento esperado de la cartera con respeto a estos escenarios.

Valor a Riesgo (VaR): Es un nivel de pérdidas tal que la probabilidad "α" de que la pérdida exceda esta cantidad en un periodo de tiempo corresponda a un cierto nivel de confianza escogido por el analista. Así, el analista fija de antemano el nivel de confianza con el que quiere trabajar y el periodo de tiempo en el que puede ocurrir la pérdida de los activos financieros a los que se les quiera medir su riesgo. A partir de estos dos parámetros, el VaR se corresponde con el percentil asociado al nivel de confianza fijado, de la distribución de probabilidades de pérdidas en el horizonte de tiempo dado, considerando las condiciones de incertidumbre del mercado.

VARMA (Vector Autoregressive Moving Average): Modelo mutiecuacional que modela la evolución de un vector de variables a través del tiempo, estimando los parámetros a partir de datos históricos. Se presenta en dos formas: estructural y reducido. En el modelo estructural, una variable endógena depende de los valores contemporáneos de las otras variables exógenas, y depende también de valores del pasado, de sí misma y de otras variables. En el modelo reducido, cada variable depende solamente de valores del pasado de las otras variables endógenas.

4 Bibliografía

- Altman, E.I, Caouette, J.B., Narayanan, P., “*Managing Credit Risk*” John Wiley, N. Cork, 1998
- Arvanitis, A., Gregory, J., “*Credit The complete Guide to Pricing, Hedging and Risk Management*”, Risk Books, London, 2001
- Ávila, Márquez y Romero, “*Implantación del modelo CyRCE.*”, Banco de México, Abril 2002
- Bessis, Joel, “*Risk management in Banking*”, John Wiley, N. York, 1998
- Cossin,D., Pirotte, H., “*Advanced Credit Risk Analysis – Financial Approaches and Mathematical Models to assess, Price and manage credit risk*”, John Wiley & Sons, Ltd., London – N. York, 2000
- Credit Suisse Financial Products, “*CreditRisk+: A Credit Risk Management Framework*”, Credit Suisse Financial Products, London 1997. Technical document, available online at www.csfb.com/creditrisk
- Gordy, M.B., “*A Risk-Factor Model Foundation for Rating-Based Bank Capital Rules*”, 2002
- Gordy, M, “*Saddlepoint approximation of CreditRisk+*”. Journal os Banking and Finance, 26, 1335-1353, 2002
- Gunlach Matthias; Lehrbass Frank, “*CreditRisk+ in the banking industry*”, Springer, 2004
- Márquez y Fabrizio, “*Un modelo de análisis del riesgo de crédito y su aplicación para realizar una prueba de estrés del sistema financiero mexicano*”, Estabilidad financiera, N° 10, 25-54, 2006
- JP Morgan, “*CreditMetrics Technical Documentation*”, available online at www.creditmetrics.com, London, 1997
- Ong, Michael K., “*Internal Credit Risk Models. Capital Allocation and Performance Measurement.*”, Risk Books, London, 1999
- Reiss, O, “*Fourier inversion algorithms for Generalized CreditRisk+*”, WIAS-Preprint N° 817, 2003
- Saunders, Anthony, “*Credit Risk Measurement. New Approaches to Value at Risk and other paradigms*”, John Wiley & Sons, N. York, 1999
- Shimko, D., “*Credit Risk – Models and Management*”, Risk Books, London 19991-904339-21-2
- Wilson, T. C., “*Portfolio Credit Risk*”, Risk Magazine, London, 1997

5 Apéndice A. GNU Free Documentation License

Version 1.2, November 2002

Copyright (C) 2000, 2001, 2002 Free Software Foundation, Inc.
51 Franklin St, Fifth Floor, Boston, MA 02110-1301 USA
Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies
of this license document, but changing it is not allowed.

0. PREAMBLE

The purpose of this License is to make a manual, textbook, or other functional and useful document "free" in the sense of freedom: to assure everyone the effective freedom to copy and redistribute it, with or without modifying it, either commercially or non-commercially. Secondly, this License preserves for the author and publisher a way to get credit for their work, while not being considered responsible for modifications made by others.

This License is a kind of "copyleft", which means that derivative works of the document must themselves be free in the same sense. It complements the GNU General Public License, which is a copyleft license designed for free software.

We have designed this License in order to use it for manuals for free software, because free software needs free documentation: a free program should come with manuals providing the same freedoms that the software does. But this License is not limited to software manuals; it can be used for any textual work, regardless of subject matter or whether it is published as a printed book. We recommend this License principally for works whose purpose is instruction or reference.

1. APPLICABILITY AND DEFINITIONS

This License applies to any manual or other work, in any medium, that contains a notice placed by the copyright holder saying it can be distributed under the terms of this License. Such a notice grants a world-wide, royalty-free license, unlimited in duration, to use that work under the conditions stated herein. The "Document", below, refers to any such manual or work. Any member of the public is a licensee, and is addressed as "you". You accept the license if you copy, modify or distribute the work in a way requiring permission under copyright law.

A "Modified Version" of the Document means any work containing the Document or a portion of it, either copied verbatim, or with modifications and/or translated into another language.

A "Secondary Section" is a named appendix or a front-matter section of the Document that deals exclusively with the relationship of the publishers or authors of the Document to the Document's overall subject (or to related matters) and contains nothing that could fall directly within that overall subject. (Thus, if the Document is in part a textbook of mathematics, a Secondary Section may not explain any mathematics.) The relationship could be a matter of historical connection with the subject or with related matters, or of legal, commercial, philosophical, ethical or political position regarding them.

The "Invariant Sections" are certain Secondary Sections whose titles are designated, as being those of Invariant Sections, in the notice that says that the Document is released under this License. If a section does not fit the above definition of Secondary then it is not allowed to be designated as Invariant. The Document may contain zero Invariant Sections. If the Document does not identify any Invariant Sections then there are none.

The "Cover Texts" are certain short passages of text that are listed, as Front-Cover Texts or Back-Cover Texts, in the notice that says that the Document is released under this License. A Front-Cover Text may be at most 5 words, and a Back-Cover Text may be at most 25 words.

A "Transparent" copy of the Document means a machine-readable copy, represented in a format whose specification is available to the general public, that is suitable for revising the document straightforwardly with generic text editors or (for images composed of pixels) generic paint programs or (for drawings) some widely available drawing editor, and that is suitable for input to text formatters or for automatic translation to a variety of formats suitable for input to text formatters. A copy made in an otherwise Transparent file format whose markup, or absence of markup, has been arranged to thwart or discourage subsequent modification by readers is not Transparent. An image format is not Transparent if used for any substantial amount of text. A copy that is not "Transparent" is called "Opaque".

Examples of suitable formats for Transparent copies include plain ASCII without markup, Texinfo input format, LaTeX input format, SGML or XML using a publicly available DTD, and standard-conforming simple HTML, PostScript or PDF designed for human modification. Examples of transparent image formats include PNG, XCF and JPG. Opaque formats include proprietary formats that can be read and edited only by proprietary word processors, SGML or XML for which the DTD and/or processing tools are not generally available, and the machine-generated HTML, PostScript or PDF produced by some word processors for output purposes only.

The "Title Page" means, for a printed book, the title page itself, plus such following pages as are needed to hold, legibly, the material this License requires to appear in the title page. For works in formats which do not have any title page as such,

"Title Page" means the text near the most prominent appearance of the work's title, preceding the beginning of the body of the text.

A section "Entitled XYZ" means a named subunit of the Document whose title either is precisely XYZ or contains XYZ in parentheses following text that translates XYZ in another language. (Here XYZ stands for a specific section name mentioned below, such as "Acknowledgements", "Dedications", "Endorsements", or "History".) To "Preserve the Title" of such a section when you modify the Document means that it remains a section "Entitled XYZ" according to this definition.

The Document may include Warranty Disclaimers next to the notice which states that this License applies to the Document. These Warranty Disclaimers are considered to be included by reference in this License, but only as regards disclaiming warranties: any other implication that these Warranty Disclaimers may have is void and has no effect on the meaning of this License.

2. VERBATIM COPYING

You may copy and distribute the Document in any medium, either commercially or noncommercially, provided that this License, the copyright notices, and the license notice saying this License applies to the Document are reproduced in all copies, and that you add no other conditions whatsoever to those of this License. You may not use technical measures to obstruct or control the reading or further copying of the copies you make or distribute. However, you may accept compensation in exchange for copies. If you distribute a large enough number of copies you must also follow the conditions in section 3.

You may also lend copies, under the same conditions stated above, and you may publicly display copies.

3. COPYING IN QUANTITY

If you publish printed copies (or copies in media that commonly have printed covers) of the Document, numbering more than 100, and the Document's license notice requires Cover Texts, you must enclose the copies in covers that carry, clearly and legibly, all these Cover Texts: Front-Cover Texts on the front cover, and Back-Cover Texts on the back cover. Both covers must also clearly and legibly identify you as the publisher of these copies. The front cover must present the full title with all words of the title equally prominent and visible. You may add other material on the covers in addition. Copying with changes limited to the covers, as long as they preserve the title of the Document and satisfy these conditions, can be treated as verbatim copying in other respects.

If the required texts for either cover are too voluminous to fit legibly, you should put the first ones listed (as many as fit reasonably) on the actual cover, and continue the rest onto adjacent pages.

If you publish or distribute Opaque copies of the Document numbering more than 100, you must either include a machine-readable Transparent copy along with each Opaque copy, or state in or with each Opaque copy a computer-network location from which the general network-using public has access to download using public-standard network protocols a complete Transparent copy of the Document, free of added material. If you use the latter option, you must take reasonably prudent steps, when you begin distribution of Opaque copies in quantity, to ensure that this Transparent copy will remain thus accessible at the stated location until at least one year after the last time you distribute an Opaque copy (directly or through your agents or retailers) of that edition to the public.

It is requested, but not required, that you contact the authors of the Document well before redistributing any large number of copies, to give them a chance to provide you with an updated version of the Document.

4. MODIFICATIONS

You may copy and distribute a Modified Version of the Document under the conditions of sections 2 and 3 above, provided that you release the Modified Version under precisely this License, with the Modified Version filling the role of the Document, thus licensing distribution and modification of the Modified Version to whoever possesses a copy of it. In addition, you must do these things in the Modified Version:

- A.** Use in the Title Page (and on the covers, if any) a title distinct from that of the Document, and from those of previous versions (which should, if there were any, be listed in the History section of the Document). You may use the same title as a previous version if the original publisher of that version gives permission.
- B.** List on the Title Page, as authors, one or more persons or entities responsible for authorship of the modifications in the Modified Version, together with at least five of the principal authors of the Document (all of its principal authors, if it has fewer than five), unless they release you from this requirement.
- C.** State on the Title page the name of the publisher of the Modified Version, as the publisher.
- D.** Preserve all the copyright notices of the Document.
- E.** Add an appropriate copyright notice for your modifications adjacent to the other copyright notices.
- F.** Include, immediately after the copyright notices, a license notice giving the public permission to use the Modified Version under the terms of this License, in the form shown in the Addendum below.
- G.** Preserve in that license notice the full lists of Invariant Sections and required Cover Texts given in the Document's license notice.
- H.** Include an unaltered copy of this License.
- I.** Preserve the section Entitled "History", Preserve its Title, and add to it an item stating at least the title, year, new authors, and publisher of the Modified Version as given on the Title Page. If there is no section Entitled "History" in the Document, create one stating the title, year, authors, and publisher of the Document as given on its Title Page, then add an item describing the Modified Version as stated in the previous sentence.
- J.** Preserve the network location, if any, given in the Document for public access to a Transparent copy of the Document, and likewise the network locations given in the Document for previous versions it was based on. These may be placed in the "History" section. You may omit a network location for a work that was published at least four years before the Document itself, or if the original publisher of the version it refers to gives permission.
- K.** For any section Entitled "Acknowledgements" or "Dedications", Preserve the Title of the section, and preserve in the section all the substance and tone of each of the contributor acknowledgements and/or dedications given therein.

- L. Preserve all the Invariant Sections of the Document, unaltered in their text and in their titles. Section numbers or the equivalent are not considered part of the section titles.
- M. Delete any section Entitled "Endorsements". Such a section may not be included in the Modified Version.
- N. Do not retitle any existing section to be Entitled "Endorsements" or to conflict in title with any Invariant Section.
- O. Preserve any Warranty Disclaimers.

If the Modified Version includes new front-matter sections or appendices that qualify as Secondary Sections and contain no material copied from the Document, you may at your option designate some or all of these sections as invariant. To do this, add their titles to the list of Invariant Sections in the Modified Version's license notice. These titles must be distinct from any other section titles.

You may add a section Entitled "Endorsements", provided it contains nothing but endorsements of your Modified Version by various parties--for example, statements of peer review or that the text has been approved by an organization as the authoritative definition of a standard.

You may add a passage of up to five words as a Front-Cover Text, and a passage of up to 25 words as a Back-Cover Text, to the end of the list of Cover Texts in the Modified Version. Only one passage of Front-Cover Text and one of Back-Cover Text may be added by (or through arrangements made by) any one entity. If the Document already includes a cover text for the same cover, previously added by you or by arrangement made by the same entity you are acting on behalf of, you may not add another; but you may replace the old one, on explicit permission from the previous publisher that added the old one.

The author(s) and publisher(s) of the Document do not by this License give permission to use their names for publicity for or to assert or imply endorsement of any Modified Version.

5. COMBINING DOCUMENTS

You may combine the Document with other documents released under this License, under the terms defined in section 4 above for modified versions, provided that you include in the combination all of the Invariant Sections of all of the original documents, unmodified, and list them all as Invariant Sections of your combined work in its license notice, and that you preserve all their Warranty Disclaimers.

The combined work need only contain one copy of this License, and multiple identical Invariant Sections may be replaced with a single copy. If there are multiple Invariant Sections with the same name but different contents, make the title of each such section unique by adding at the end of it, in parentheses, the name of the original author or publisher of that section if known, or else a unique number. Make the same adjustment to the section titles in the list of Invariant Sections in the license notice of the combined work.

In the combination, you must combine any sections Entitled "History" in the various original documents, forming one section Entitled "History"; likewise combine any sections Entitled "Acknowledgements", and any sections Entitled "Dedications". You must delete all sections Entitled "Endorsements."

6. COLLECTIONS OF DOCUMENTS

You may make a collection consisting of the Document and other documents released under this License, and replace the individual copies of this License in the various documents with a single copy that is included in the collection, provided that you follow the rules of this License for verbatim copying of each of the documents in all other respects.

You may extract a single document from such a collection, and distribute it individually under this License, provided you insert a copy of this License into the extracted document, and follow this License in all other respects regarding verbatim copying of that document.

7. AGGREGATION WITH INDEPENDENT WORKS

A compilation of the Document or its derivatives with other separate and independent documents or works, in or on a volume of a storage or distribution medium, is called an "aggregate" if the copyright resulting from the compilation is not used to limit the legal rights of the compilation's users beyond what the individual works permit. When the Document is included in an aggregate, this License does not apply to the other works in the aggregate which are not themselves derivative works of the Document.

If the Cover Text requirement of section 3 is applicable to these copies of the Document, then if the Document is less than one half of the entire aggregate, the Document's Cover Texts may be placed on covers that bracket the Document within the aggregate, or the electronic equivalent of covers if the Document is in electronic form. Otherwise they must appear on printed covers that bracket the whole aggregate.

8. TRANSLATION

Translation is considered a kind of modification, so you may distribute translations of the Document under the terms of section 4. Replacing Invariant Sections with translations requires special permission from their copyright holders, but you may include translations of some or all Invariant Sections in addition to the original versions of these Invariant Sections. You may include a translation of this License, and all the license notices in the Document, and any Warranty Disclaimers, provided that you also include the original English version of this License and the original versions of those notices and disclaimers. In case of a disagreement between the translation and the original version of this License or a notice or disclaimer, the original version will prevail.

If a section in the Document is Entitled "Acknowledgements", "Dedications", or "History", the requirement (section 4) to Preserve its Title (section 1) will typically require changing the actual title.

9. TERMINATION

You may not copy, modify, sublicense, or distribute the Document except as expressly provided for under this License. Any other attempt to copy, modify, sublicense or distribute the Document is void, and will automatically terminate your rights

under this License. However, parties who have received copies, or rights, from you under this License will not have their licenses terminated so long as such parties remain in full compliance.

10. FUTURE REVISIONS OF THIS LICENSE

The Free Software Foundation may publish new, revised versions of the GNU Free Documentation License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns. See <http://www.gnu.org/copyleft/>.

Each version of the License is given a distinguishing version number. If the Document specifies that a particular numbered version of this License "or any later version" applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that specified version or of any later version that has been published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document does not specify a version number of this License, you may choose any version ever published (not as a draft) by the Free Software Foundation.

6 Apéndice B. Cómo usar esta licencia en tus documentos

To use this License in a document you have written, include a copy of the License in the document and put the following copyright and license notices just after the title page:

```
Copyright (c) YEAR YOUR NAME.  
Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document  
under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.2  
or any later version published by the Free Software Foundation;  
with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover  
Texts. A copy of the license is included in the section entitled "GNU  
Free Documentation License".
```

If you have Invariant Sections, Front-Cover Texts and Back-Cover Texts, replace the "with...Texts." line with this:

```
with the Invariant Sections being LIST THEIR TITLES, with the  
Front-Cover Texts being LIST, and with the Back-Cover Texts being LIST.
```

If you have Invariant Sections without Cover Texts, or some other combination of the three, merge those two alternatives to suit the situation.

If your document contains nontrivial examples of program code, we recommend releasing these examples in parallel under your choice of free software license, such as the GNU General Public License, to permit their use in free software.