



# Solvencia II

---

***Nuevos retos para la profesión actuarial***

Francisco Muñoz Murgui  
Departament d'Economia Financera i Actuarial  
Universitat de València  
16 de Febrer de 2007

# Iniciativas regulatorias

## Banca



1974 G 10  
 1980 SEC VaR Measure  
 1988 BASILEA I  
 1993 VaR Risk-Metrics  
 1996 Market Risk Enmienda  
 1999 Empieza Basilea II  
 2006 BASILEA II

## Seguros



1947 1957 1961 1973 1979 1997 2001 2002 2007

CAMPAGNE: Artículos sobre Solvencia en Vida y No Vida

1ª Directiva UE Vida

1ª Directiva UE No Vida

Informe MULLER

Empieza Solvencia II

Informe KPMG

Informe SHARMA

CEIOPS

QIS1 ...QIS2...QIS3

SOLVENCIA II



## Internacional



1953 Finlandia RBC

1985 Canada RBC System

1992 US Life RBC

1996 Canada Life DST

1996 **Joint Forum**

1998 Canada P&C DST

2000 Australia RBC

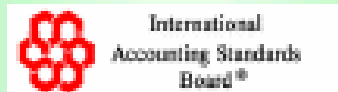
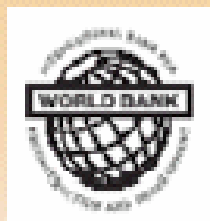
2004 Singapore RBC

2004 FSA Realistic Balance Sheet

2005 UK ICA, NL DST

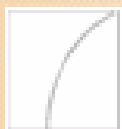
Swiss SST

# Principales organizaciones involucradas



**IFRIC**

International Financial Reporting Interpretations Committee



# Principales organizaciones involucradas

---

- **CEIOPS:** Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisors
- **CEA:** Comité Européen des Assurances
- **IAA:** International Actuarial Association
- **IAIS:** International Association of Insurance Supervisors
- **IASB:** International Accounting Standards Board
- **CRO Forum:** Chief Risk Officers
- **CFO Forum:** Chief Financial Officers
- **Grup Consultatif Actuariel Europeen**

# El enfoque de los “tres Pilares”

| <h2>Pilar I</h2> <p>Requirimientos financieros mínimos</p>   | <h2>Pilar II</h2> <p>Proceso de revisión del Supervisor</p>   | <h2>Pilar III</h2> <p>Disciplina de mercado</p>  |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>● <b>RCS</b> (<i>Solvency Capital Requirement</i>)</li><li>● <b>RCM</b> (<i>Minimum Capital Requirement</i>)</li><li>● <b>Provisiones Técnicas</b><br/><i>Armonización</i></li><li>● <b>Riesgos</b><br/>Clasificación del IAA</li><li>● <b>Modelos internos vs standard approach</b></li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>● <b>Armonización de métodos y herramientas de supervisión</b></li><li>● <b>Identificación de perfiles de riesgo más elevados</b></li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>● <b>Transparencia informativa sobre métodos y modelos</b></li><li>● <b>Incentivar las “<i>mejores prácticas</i>” en el Sector</b></li></ul> |

# El enfoque de los “tres Pilares”

- **OBJETIVO GLOBAL:** Garantizar que en todo momento el Asegurador mantiene los recursos financieros adecuados, en cantidad y calidad, para que pueda hacer frente a todos sus compromisos en la medida que se le presenten y sin riesgo significativo.
- Se reconoce la necesidad y el valor de los requerimientos adicionales del Pilar II sobre el Pilar I.
- Sin embargo, el Pilar I y el Pilar II sirven a propósitos diferentes y deben abordarse por separado.
- Los requerimientos del Pilar I son los que se están tratando en la actualidad y a ellos se dedicará esta presentación.

| <b>Pilar I</b><br><b>Requirimientos financieros mínimos</b>   | <b>Pilar II</b><br><b>Proceso de revisión del Supervisor</b>  |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>● Enfoque basado en el “<b>economic value</b>”.</li><li>● Incluye el impacto de todos los <b>compromisos futuros</b></li><li>● Considera los efectos de la <b>diversificación y mitigación de riesgos</b></li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>● Requerimientos adicionales</li><li>● Verificaciones continuas multiperiodo</li><li>● Análisis de sensibilidad <i>run-off</i> a lo largo de la vida del producto</li></ul> |

# El Pilar I: requerimientos cuantitativos

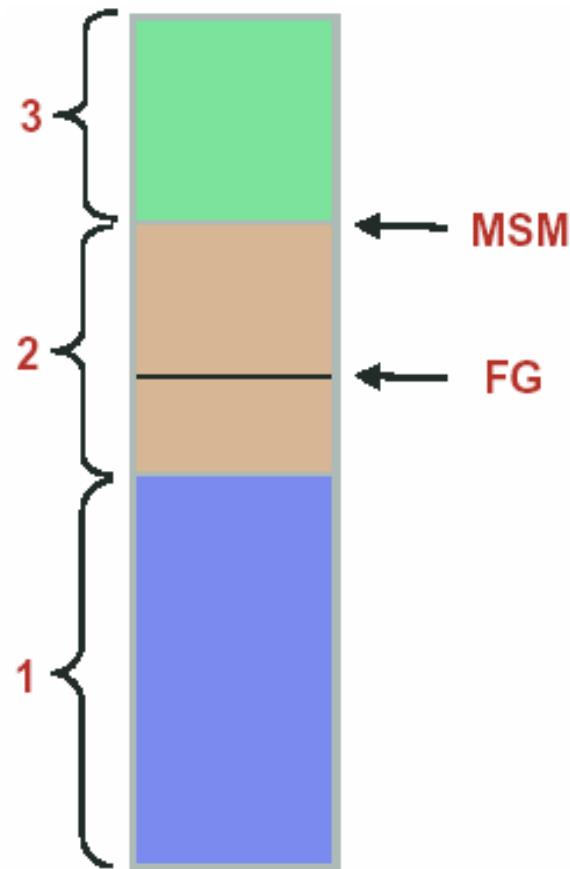
1 - Provisiones técnicas

1 a – Mejor estimación de los compromisos

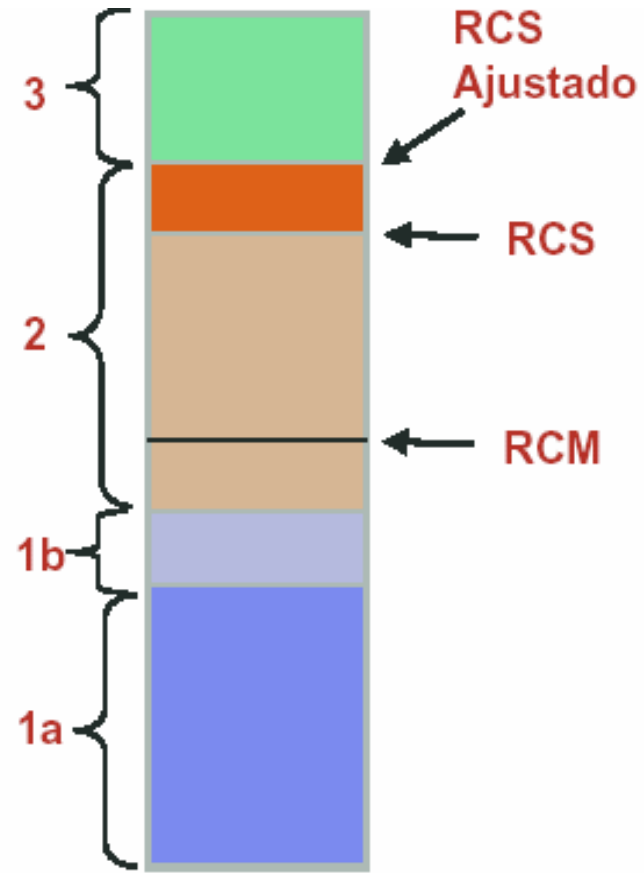
1 b – Margen establecido en las provisiones técnicas

2 – Requisitos de Capital

3 – Fondos propios en exceso

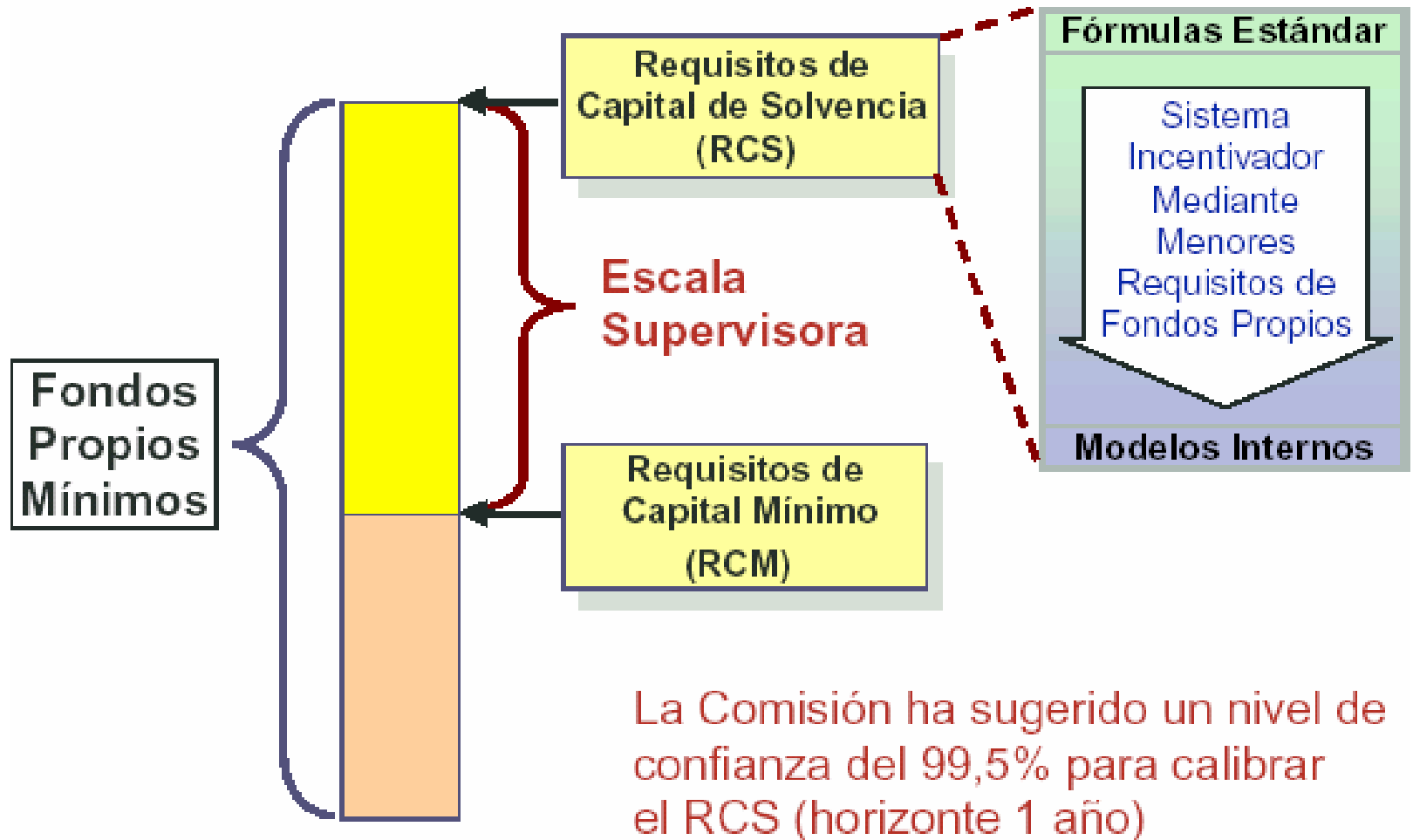


Solvencia I



Solvencia II

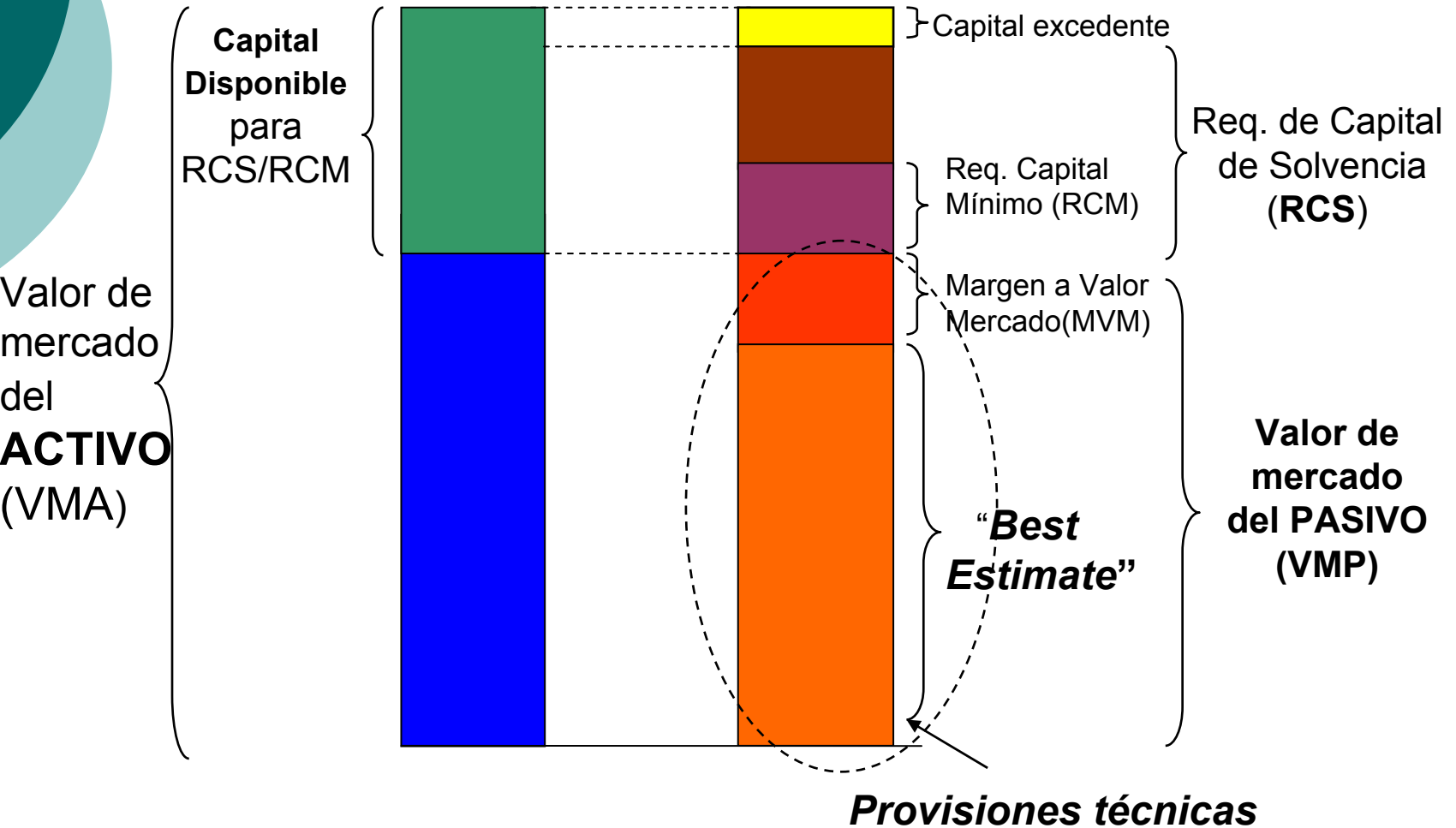
# El Pilar I: requerimientos cuantitativos





# El Balance Económico (o “realista”)

*market-consistent value based approach*



# El Balance Económico (o “*realista*”)

## *Chief Risk Officer Forum & CEA' principles*

---

- 1. All assets and liabilities are valued based on a market value** where one exists and, where not, on projected best estimate cash flows valued using market-consistent techniques.
- 2. Available Solvency Capital is defined as:**  
**Market Value of Assets (MVA)**  
*minus*  
**Market Value of Liabilities (MVL)**
- 3. Solvency Capital Required (SCR) is defined as the value at risk** over one year to a 1 in 200 confidence level, taking into account diversification across the risks and risk mitigation in place. In other words, it represents the amount of assets needed on top of technical provisions calculated on a market-consistent basis (and therefore including Best estimate + MVM) to ensure that there will be sufficient assets to cover projected technical provisions (BEL + MVM) in one year's time in 99.5% of the cases.

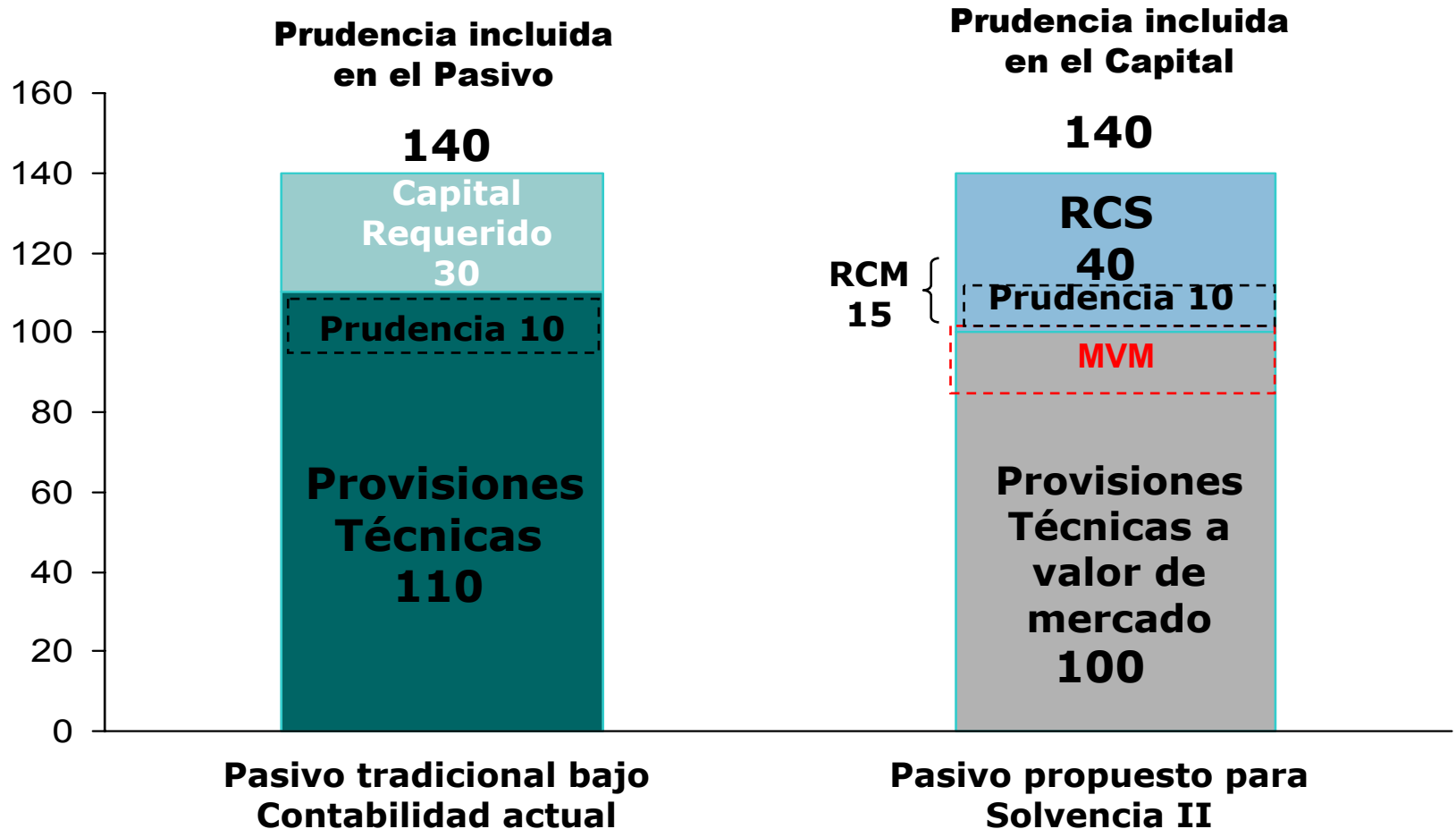
# El Balance Económico (o “*realista*”)

## *Chief Risk Officer Forum & CEA’ principles*

---

- 4. There should be no prudence included on top of the market value of liabilities** to cover the risk that the actual values over time vary from the current market value estimates – **it is the purpose of the solvency capital requirement to cover this risk – a mixed approach where some risk is put within the valuation of liabilities or assets and some within the solvency requirement will not work** for an industry as complex and varied as the insurance industry and is likely to have a range of unintended and inappropriate consequences including reducing transparency, creating excess capital burden and encouraging solvency arbitrage.
- 5.** We recognise that for regulatory intervention in extreme situations there is a need for absolute legal certainty and prudence. However, we believe these issues are covered by the role of the MCR rather than impacting the valuation of economic liabilities.
- 6.** While it is important that the accounting definition of liabilities and that used for solvency are consistent and reconcilable it should be recognised that they may not be the same: **accounting considerations should not affect the definition used for solvency calculations.**

# La valoración del Pasivo Asegurador: las Provisiones Técnicas



# La valoración del Pasivo Asegurador: las Provisiones Técnicas

---

- Se constituyen para satisfacer los compromisos con los asegurados y beneficiarios, incluyendo gastos. Han de ser prudentes, fiables, objetivas y permitir su comparación entre aseguradores.
- Se basan en un enfoque “current exit value”: cuantía que el asegurador tendría que pagar hoy si transfiriera todas sus obligaciones y derechos contractuales remanentes de manera inmediata a otra entidad.
- Son igual a la suma de la “mejor estimación” y un “margen de riesgo”, haciendo un uso óptimo y en consistencia con la información proporcionada por los mercados financieros y los datos disponibles sobre los riesgos técnicos del seguro.
- La *mejor estimación (best estimate)* es igual al valor actual esperado de los flujos de caja futuros, utilizando la curva pertinente de tipos de interés libres de riesgo, hipótesis adecuadas sobre inflación, impuestos, reaseguro, opciones y garantías, etc.

# La valoración del Pasivo Asegurador: las Provisiones Técnicas

---

- El **margen de riesgo** (*market value margin, MVM*) cubre los riesgos vinculados a los flujos de caja futuros a lo largo del horizonte temporal (enfoque “*shock absorber*”) y, además, refleja el nivel de incertidumbre asociada al cálculo de la mejor estimación (enfoque de “prudencia” o “intervalo de confianza”).
- Debe determinarse de manera que permita que las obligaciones del asegurador se puedan transferir o liquidar.
- Posibles **métodos de cálculo**:
  - El **enfoque de los percentiles**, (el 75) de la distribución de probabilidad subyacente, sujeto a un mínimo de  $\frac{1}{2}\sigma$  para tener en cuenta fuertes asimetrías.
  - El enfoque **Cost of Capital** basado en el coste del capital de solvencia que se necesitaría para financiar el negocio en vigor hasta su liquidación.
  - **Técnicas de escenario**, sólo o en combinación con el *coste de capital*.

# La valoración del Pasivo Asegurador: las Provisiones Técnicas

Incluido en el  
RCM/RCS

***Margen de riesgo  
adicional x  
por prudencia***

Esta cantidad debe incluirse en el RCS para protegerse frente a resultados adversos

Provisiones  
Técnicas

***Valor actual ✓  
esperado de los  
flujos de caja  
futuros del pasivo:***

1. Utilizando precios de mercado (ya incluye MVM).

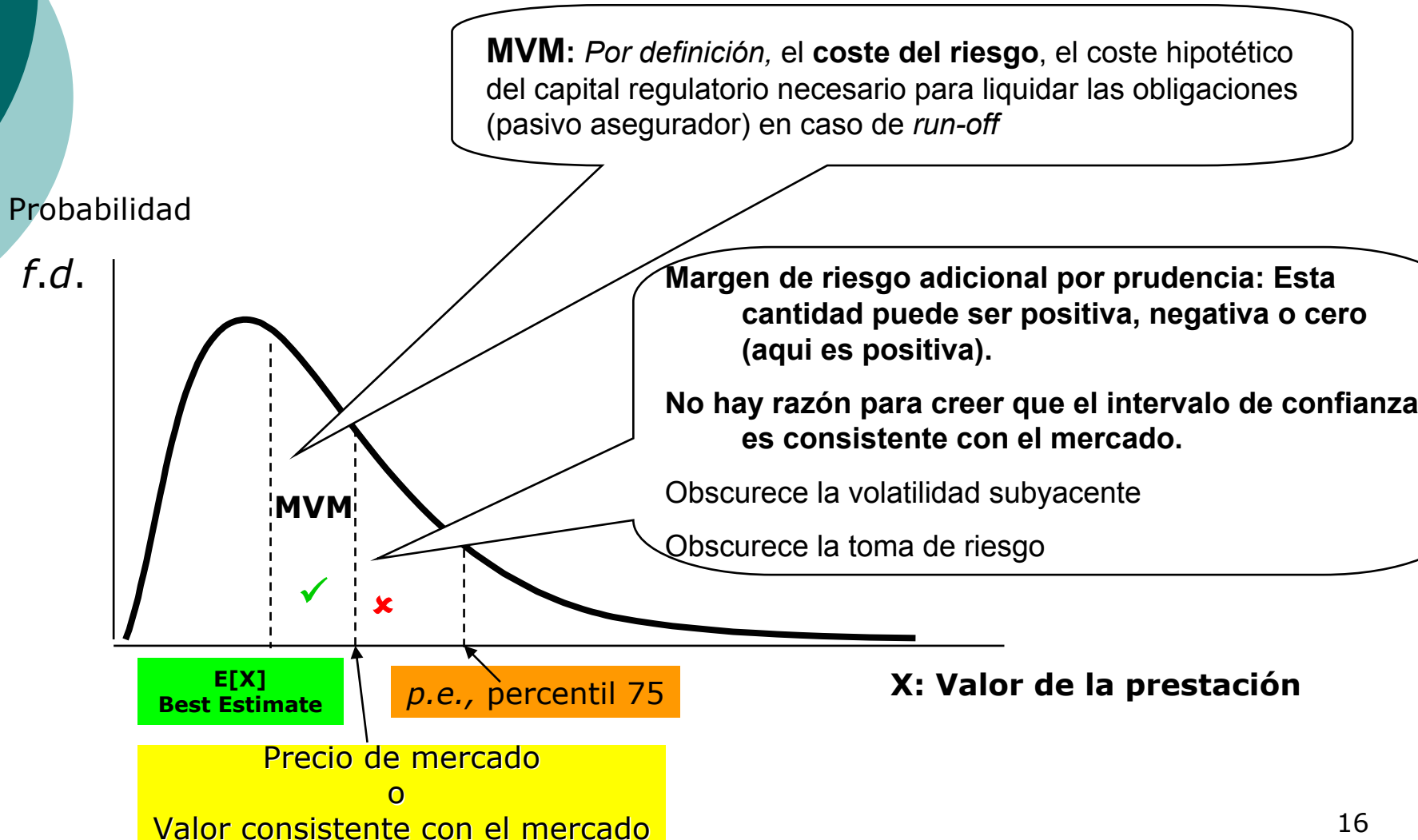
2. Utilizando un modelo para la "mejor estimación" y otro para el MVM.

Sirven para cumplir con las obligaciones frente a los asegurados y los beneficiarios, incluyendo gastos.

Son la suma de la "**mejor estimación**" y un "**margen de riesgo**".

Incluyen el valor de las opciones y garantías implícitas.

# Las Provisiones Técnicas: el *best estimate* y el *market value margin*





# La valoración del Pasivo Asegurador: Cálculo ajustado a la naturaleza del riesgo

|                 |   |  |  |  |   |  |
|-----------------|---|--|--|--|---|--|
| <b>TEORÍA</b>   | <b>Valor de Mercado del PASIVO (VMP)</b>          | = <i>Mejor Estimación Flujos de Caja</i> | + MVM Riesgos Fcieros. <i>Hedgeable</i>  | + MVM Riesgos No-Fcieros. <i>Hedgeable</i> | + MVM Riesgos Fcieros. No- <i>Hedgeable</i> | + MVM Riesgos No-Fcieros. No- <i>Hedgeable</i> |
| <b>Práctica</b> | <b>VMP sólo <i>hedgeable</i></b>                  | = Precios de mercado                     |  |  |   |  |
|                 | <b>VMP sólo <i>No-hedgeable</i></b>               | = <i>Mejor Estimación Flujos de Caja</i> | + MVM Riesgos Fcieros. No- <i>Hedgeable</i> + MVM Riesgos No-Fcieros. No- <i>Hedgeable</i> |  |   |  |
|                 | <b>VMP <i>hedgeable</i> y <i>No-hedgeable</i></b> | = Precios de mercado                     |  |  |   |  |
|                 | <b>VMP otros casos</b>                            | = <i>Mejor Estimación Flujos Caja</i>    | + MVM Riesgos Fcieros. No- <i>Hedgeable</i> + MVM Riesgos No-Fcieros. No- <i>Hedgeable</i> |  |   |  |

# La valoración del Pasivo Asegurador: Cálculo ajustado a la naturaleza del riesgo

| <b>Opciones de gestión:</b>  |                       | <b>Con cobertura<br/><i>Hedgeable</i></b>  | <b>Sin cobertura<br/><i>Non Hedgeable</i></b>  |
|------------------------------|-----------------------|--|--|
| <b>Definiciones</b>          |                       | Su exposición puede reducirse mediante la compra de un instrumento de cobertura o mediante su transferencia a una contraparte voluntaria, racional y diversificada en condiciones normales de mercado (p.e., titulización, instrumentos financieros derivados, carteras réplica,...) | No puede cubrirse o transferirse fácilmente a un tercero debido a la ausencia de un mercado interesado, transparente y líquido   |
| <b>Fuentes de Exposición</b> | <b>Financieras</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>*Flujos de caja a 10 años, USD, EUR, Yen, u opciones sobre tipos de interés</li> <li>*Opciones sobre acciones a 10 años</li> <li>*Comportamiento racional de "caída de cartera"</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>*Flujos de caja a 60 años, USD, EUR, Yen, u opciones sobre tipos de interés</li> <li>*Flujos de caja mercados emergentes a 15 años</li> <li>*Opciones sobre acciones a 30 años</li> </ul> |
|                              | <b>No Financieras</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>*Screen o exchange riesgos CAT negociados</li> <li>*Riesgos titulizados activamente negociados</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>*La mayoría de los riesgos de seguros: mortalidad, daños, responsabilidad, etc.</li> <li>*Comportamiento irracional de "caída de cartera"</li> </ul>                                      |
| <b>Valoración del MVM</b>    |                       | Implícita en los precios de mercado observados   | <b>Requiere cálculo explícito</b>  |

# Estimación del *Market Value Margin*: el enfoque del *Cost of Capital*

---

1. Un "**Margen de Riesgo a Valor de Mercado**" explícito, **MVM**, no se aplica en el caso de los pasivos con cobertura, ya que siempre está incluido en el precio de mercado. Un **MVM** explícito sólo es aplicable a los riesgos no financieros sin cobertura y, posiblemente, a los riesgos financieros sin cobertura.
2. El enfoque del "**Coste de Capital**" (adoptado por el *Swiss Solvency Test*) asume que una compañía en dificultades financieras al final de su horizonte de capitalización (un año), puede necesitar transferir su activo y pasivo remanente a otro asegurador, a un organismo o pool sectorial o a una entidad liquidadora.
3. Para los **riesgos sin cobertura**, incluidos riesgos no financieros tales como la mortalidad y los riesgos financieros tales como el desajuste (*mismatch*) por no disponibilidad de activos que "casen" con los pasivos, la entidad receptora no puede, por definición, construir una cartera de activos que replique perfectamente los flujos de caja del pasivo.
4. En consecuencia, debe mantener un **capital mínimo** (por RCM o RCS) para protegerse frente a resultados adversos. La entidad exigirá un rendimiento para este capital. El coste de este capital futuro formará parte del precio del pasivo que se transfiere. El **margen de riesgo** es el valor descontado de esos costes futuros.

# Estimación del *Market Value Margin*: el enfoque del *Cost of Capital*

---

5. Se supone una **tasa,  $r$** , de “Coste del Capital” del 6% (adicional a la tasa de libre de riesgo), considerada como una estimación razonable para una compañía BBB.
6. **Implementación práctica:** ¿Cómo determinar los requerimientos futuros de capital,  $RCS(t)$ , durante el periodo de liquidación de la cartera de activos y pasivos (suponiendo que no entra negocio nuevo y está referido sólo a los riesgos “sin cobertura”)?
  - **Enfoque sofisticado:** Basado en un modelo de proyección de flujos de caja tanto de activos como de pasivos, para obtener el Requerimiento de Capital de Solvencia proyectado para cada año futuro hasta que la cartera sea liquidada,  $RCS(t)$ . Entonces, se obtiene el margen de riesgo,  $MVM$ , aplicando la tasa al valor actual del  $RCS$  futuro descontado con la curva libre de riesgo.
  - **Enfoque simplificado:** Cada componente de riesgo del  $RCS$  futuro se supone proporcional a una medida de exposición al riesgo adecuada y que sea fácil de calcular (p.e., la mejor estimación de las provisiones, la suma asegurada, etc.), una proxy  $p(t)$ .
7. **Otros aspectos:** Liquidez del activo, vida-riesgo, vida-ahorro, *stress-testing*.

# Estimación del *Market Value Margin*: el enfoque del *Cost of Capital*

**Ejemplo:** Supongamos que la mejor estimación del pasivo,  $ME(t)$ , es una buena proxy para el  $RCS(t)$  futuro:

1. Calculamos  $RCS(0)'$  sin el riesgo de primas.
2. Obtenemos cada  $RCS(t) = [RCS(0)'/ME(0)] \cdot ME(t)$ , para  $t = 1, 2, \dots, T$
3. Aplicamos un coste de capital,  $r$ , fijo, p.e. del 6%, sobre  $RCS(t)$ .
4. Deflactamos y descontamos a la curva de tipos de interés libres de riesgo.

$$MVM = \sum_{t=1}^T r \cdot RCS(t) \cdot (1 + \alpha)^t \cdot \prod_{h=1}^t (1 + i_h)^{-1}$$

| Año $t$        | 0           | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6     |
|----------------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| $ME(t)$        | 200         | 150    | 110    | 70     | 40     | 20     | 10    |
| $RCS(t)$       | 20          | 15     | 11     | 7      | 4      | 2      | 1     |
| Tasa $r$ al 6% | 1'20        | 0'90   | 0'66   | 0'42   | 0'24   | 0'12   | 0'06  |
| Inflación 3%   | 1'00        | 0'97   | 0'94   | 0'92   | 0'89   | 0'86   | 0'84  |
| Curva de tipos |             | 2'363% | 2'610% | 2'824% | 3'008% | 3'171% | 3'33% |
| <b>MVM</b>     | <b>1'54</b> |        |        |        |        |        |       |

# El Requerimiento de Capital de Solvencia (RCS)

## *Solvency Capital Requirement (SCR)*

---

### ○ Objetivos:

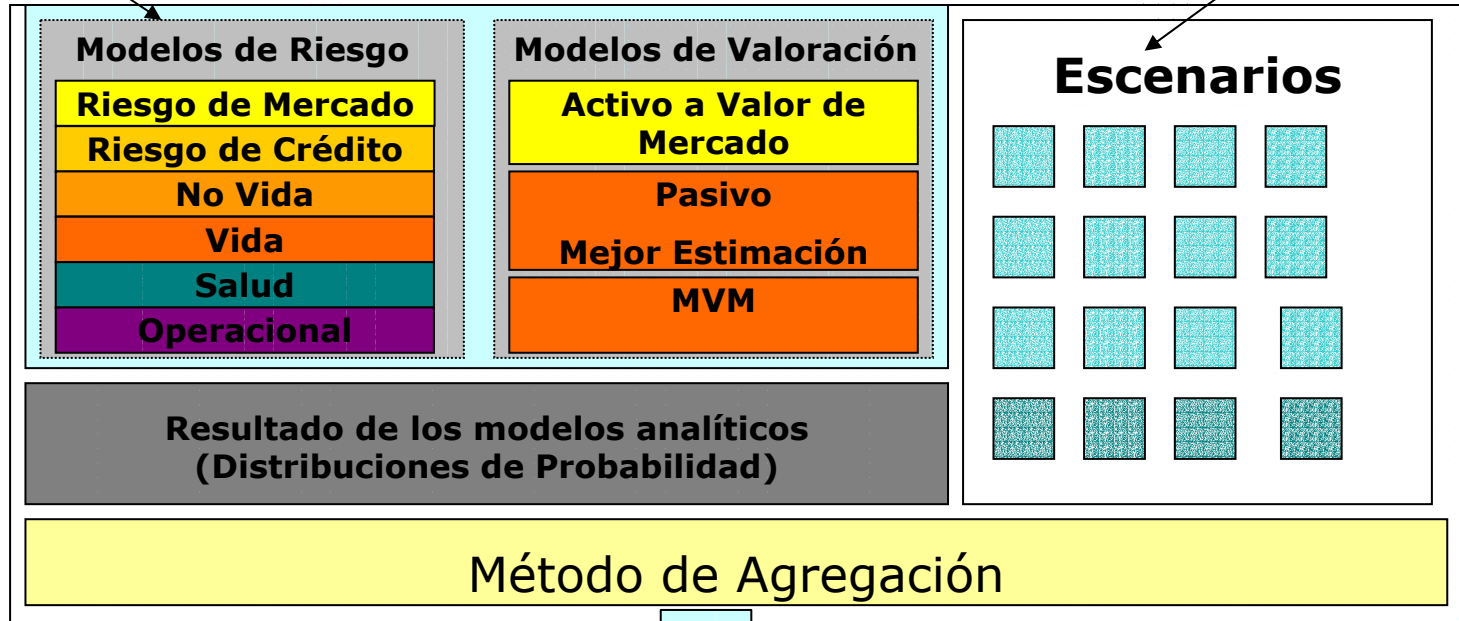
- Nivel de capital necesario para que un asegurador pueda absorber pérdidas imprevistas e importantes.
- Limita el riesgo, dado un **nivel de confianza** (99'5%), de que la cuantía de capital disponible se deteriore hasta un punto inaceptable (**ruina**) a lo largo de un **horizonte temporal** determinado (1 año).
- En caso de que se agote el *RCS*, en algún punto del horizonte temporal, el margen de riesgo de las provisiones técnicas debe garantizar que la cartera pueda ser transferida a un tercero.
- Estos objetivos deben mantenerse tanto si el *RCS* se calcula mediante fórmulas estándar, modelos internos parciales o modelos internos completos.

# El Requerimiento de Capital de Solvencia: esquema general

**Datos consistentes con el Mercado**

Modelos Estándar  
o  
Modelos Internos

Mix de escenarios  
predefinidos y  
específicos por  
compañía



**Capital Disponible y Capital Requerido**

# El Requerimiento de Capital de Solvencia: esquema general

**La mayoría de los modelos de capital y de solvencia se construyen con dos componentes principales:**

- ◆ Una valoración  $V(\cdot)$  como una aplicación del espacio  $A*L$  de todos los activos y pasivos en  $R$ :

$$V: A*L \rightarrow R$$

- ◆ Una medida de riesgo,  $\rho(\cdot)$ , de una variable aleatoria:

$$\rho: G \rightarrow R$$

El capital necesario **CN** se cuantifica por la medida de riesgo de la evolución del capital que soporta el riesgo a lo largo de un horizonte temporal dado (p.e., 1 año).

El capital que soporta el riesgo, **CR**, se define como el valor del activo,  $V(A)$ , menos el valor del pasivo,  $V(L)$ , donde "valor" es, generalmente, el valor de mercado. Sea  $CR(t) = V[A(t)] - V[L(t)]$ , el capital que soporta el riesgo en el momento  $t$ . Entonces,

$$CN = \rho[CR(1) - CR(0)]$$

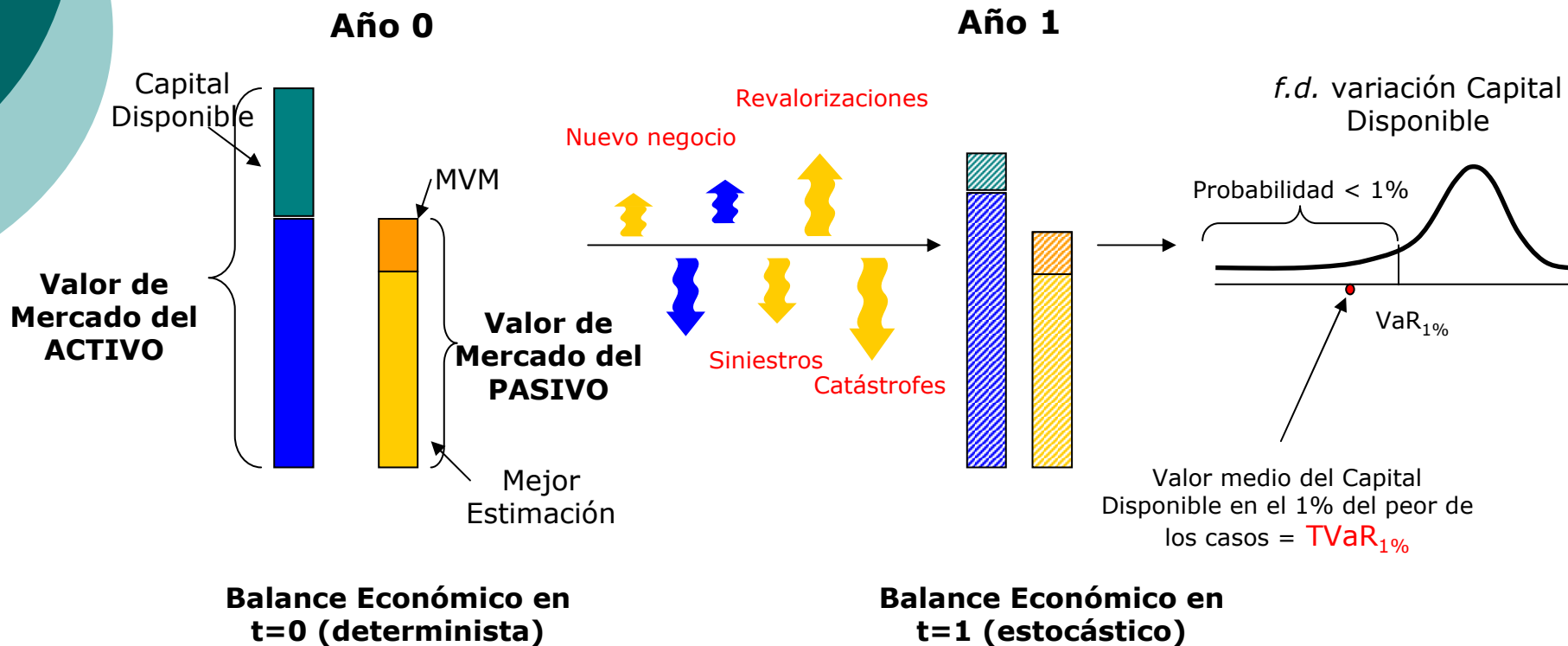
Variable aleatoria

Conocido



# El Requerimiento de Capital de Solvencia: esquema general

El riesgo como variación del capital disponible:



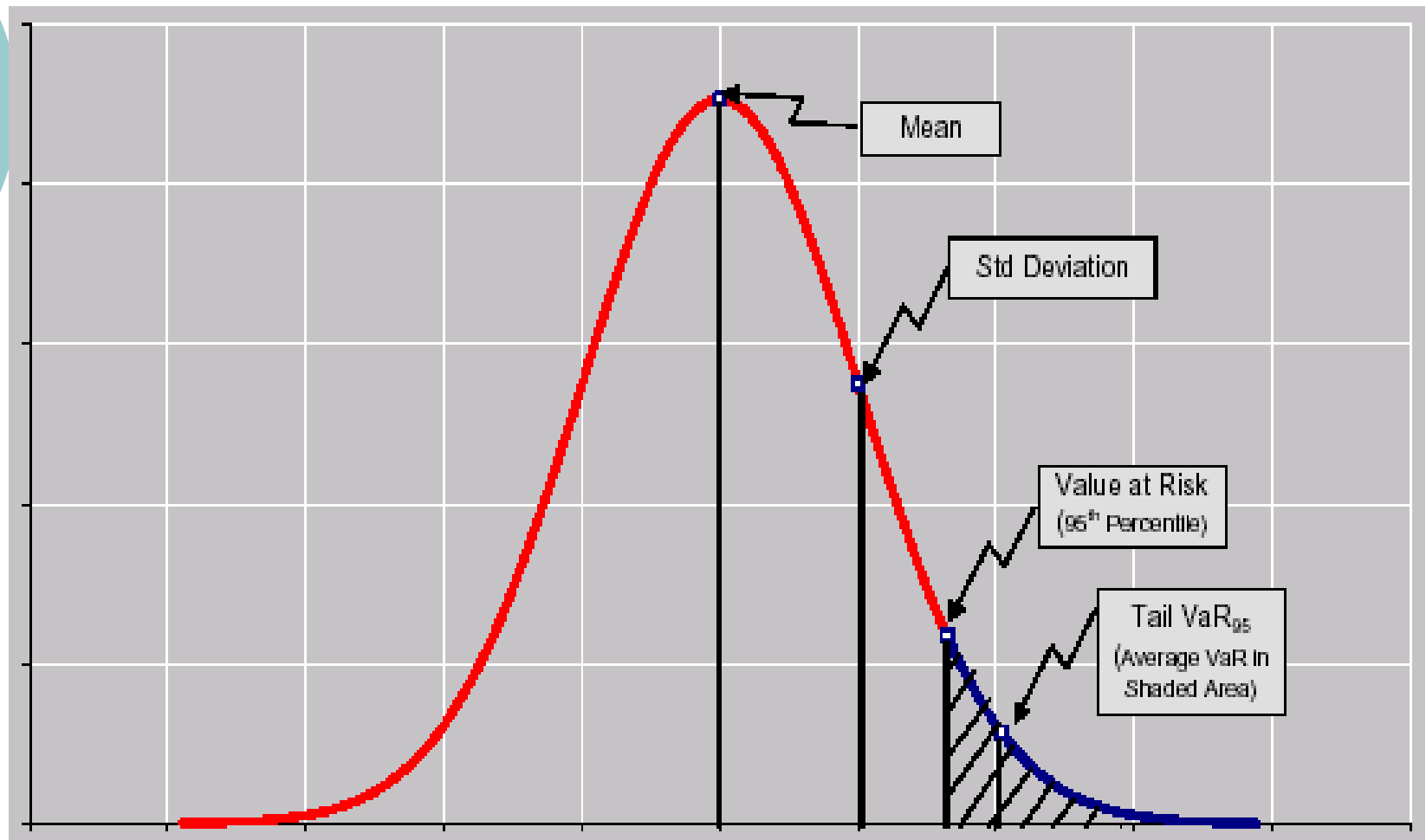
# El Requerimiento de Capital de Solvencia:

## *Medidas de riesgo*

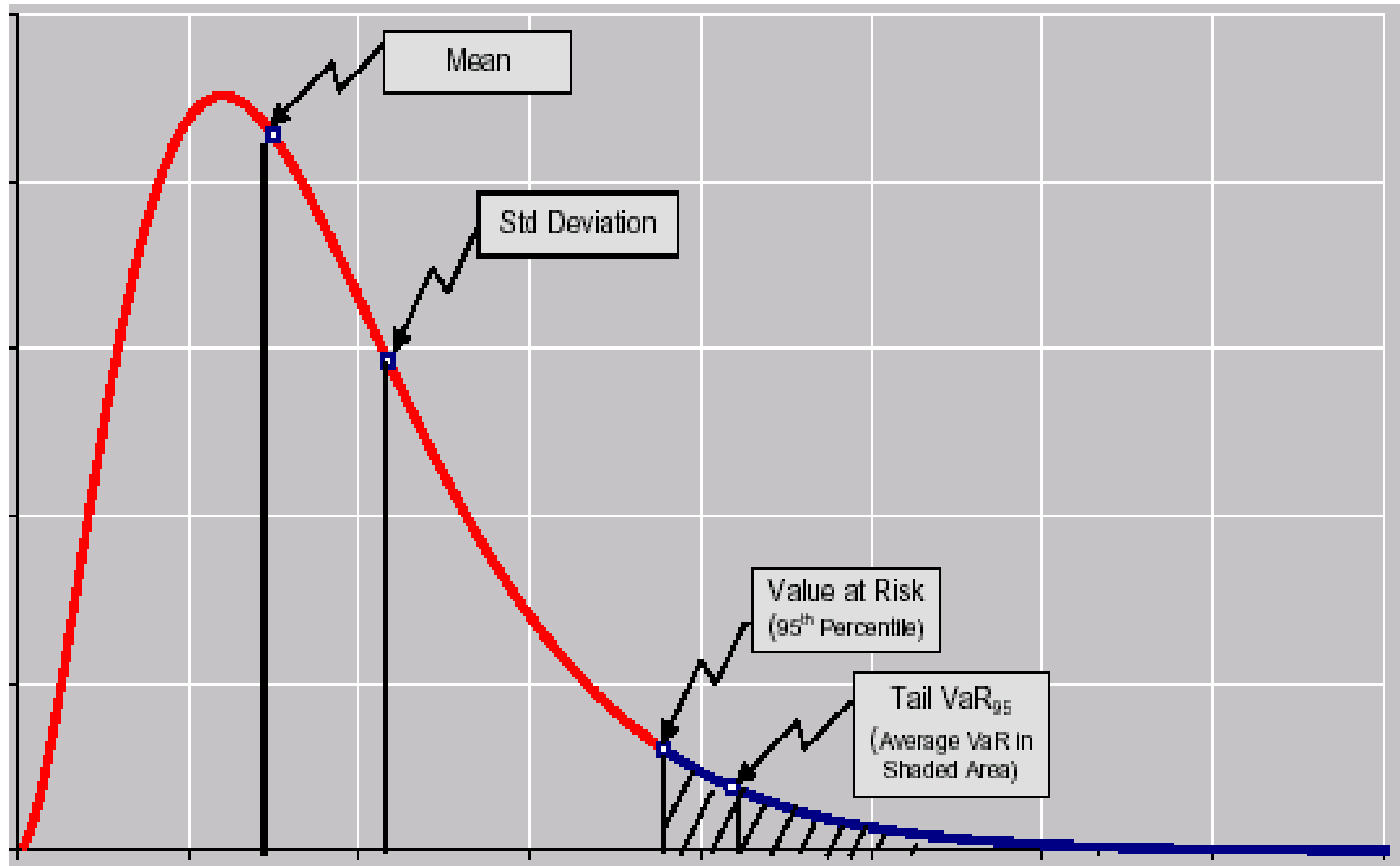
---

- La medida de riesgo propuesta es el **TailVaR**.
- Conceptualmente tiene las siguientes **ventajas** sobre el **VaR**:
  - Tiene en cuenta no sólo la probabilidad de insolvencia,  **$1-q$** , sino también la pérdida esperada a partir de la insolvencia (**Conditional Tail Expectation**) y, por tanto, anima a los aseguradores y a los supervisores a considerar las consecuencias de una posible quiebra (**Policyholders' Expected Shortfall**).
  - En muchos ramos, los aseguradores pueden estar sometidos a pérdidas de gran impacto y poca frecuencia. Con el VaR, una pérdida asegurada con probabilidad más allá del umbral de confianza recibiría un cargo de capital nulo. Con el TVaR, tales pérdidas se verían reflejadas y supondría un incentivo para su mitigación.
  - Es **subaditiva** de manera que el requerimiento de capital para dos o más riesgos combinados es menor que la suma de los requerimientos para los riesgos individuales. En cambio, el VaR, especialmente en los riesgos asociados a los seguros no vida, bajo ciertas circunstancias no cumple la propiedad subaditiva → **Medidas coherentes de riesgo**

# El Requerimiento de Capital de Solvencia: *Medidas de riesgo*



# El Requerimiento de Capital de Solvencia: *Medidas de riesgo*



# El Requerimiento de Capital de Solvencia: *Medidas de riesgo*

---

$$VaR_q = \inf \{x / P[X \leq x] > q\} = F^{-1}(q)$$

$$TVaR_q = \frac{1}{1-q} \int_q^1 VaR_t dt$$

$$L(M) = E(\min(X, M)) = E[X \wedge M] = \int_{-\infty}^M X dF(X) + M \cdot (1 - F(M))$$

$$TVaR_q = VaR_q + \frac{E[X] - E[X \wedge VaR_q]}{1-q} = VaR_q + \frac{EPD_q}{1-q}$$

# El Requerimiento de Capital de Solvencia: *Medidas de riesgo*

El **Expected Shortfall** (**Déficit esperado**) de una v.a.  $X$  a un nivel de confianza  $1-\alpha$  ( $ES_\alpha$ ) también lo podemos encontrar como

$$ES_\alpha[X] = 1/\alpha \cdot E[\max(X - VaR_\alpha[X], 0)] + VaR_\alpha[X]$$

Nótese que  $\alpha = 1 - q$  y que

$$E[\max(X - VaR_\alpha, 0)] = \int_{VaR_\alpha}^{\infty} (X - VaR_\alpha) dF(X) = E[X] - E[X \wedge VaR_\alpha]$$

**Accionista:** Si dispone de una opción *put* sobre el asegurador sólo le interesa la situación de solvencia o ruina y, no tanto, el tamaño de la quiebra. El VaR puede ser apropiado.

**Asegurado:** En caso de insolvencia si que le importa cuánto capital disponible queda. El **ES** es más apropiado.

**Directivos:** Permite la asignación y gestión del riesgo por subcarteras (es una medida coherente), e incluso una mejor comprensión:

$ES_{1\%}$  = pérdida media 1 vez cada 100 años

$VaR_{1\%}$  = pérdida que no se superará en 99 de cada 100 años

**Supervisor:** Equilibrio óptimo asegurado/asegurador.

# El Requerimiento de Capital de Solvencia:

## *Medidas de riesgo*

---

- Nivel de confianza:
  - Un  $\text{VaR}_{99,5\%}$  (1 ruina cada 200 años) corresponde aproximadamente a un *rating* “BBB”.
  - Puesto que el TVaR es una medida más conservadora, en media, podría exigirse al 99%.
  - Ciertas observaciones (bajo una distribución LogNormal) sugieren que el VaR se sitúa, aproximadamente, entre  $\frac{1}{2}$  y  $\frac{2}{3}$  de la distancia entre el umbral del TVaR y el 100%.
  - En cualquier caso, hay que reconocer que el nivel de capital exigido efectivamente se lo pueda permitir la industria aseguradora en su totalidad.

# El Requerimiento de Capital de Solvencia:

## *Clases de riesgo*

---

- El *RCS* debe incluir todos los riesgos cuantificables y materiales a los que está expuesto un asegurador.
- Para la “**Fórmula estándar**” se ha previsto una clasificación de los riesgos a través de “*módulos*”, con sus respectivos sub-riesgos que facilitarían los cálculos y, a su vez, orientarían el uso de “*modelos internos*”.
- En las últimas versiones, el *módulo de riesgo de crédito* se ha reemplazado por un módulo por “*riesgo de impago de la contraparte*” y un módulo por *sub-riesgo de spread* dentro del *Riesgo de Mercado*.
- Se hace un reconocimiento explícito del “*riesgo de concentración*” de activos que surgen de exposiciones a compañías matrices y grupos empresariales (y posiblemente a grandes patrimonios individuales), también dentro del *Riesgo de Mercado*.
- En el seguro de vida, particularmente, es importante el riesgo de “descuadre” (*mismatch*) del activo y el pasivo (*ALM risk*) que puede manifestarse en cualquier tipo de riesgo.
- Hay previstos ciertos ajustes sobre los *Módulos de Suscripción* (Vida, No Vida, Salud, seguros especiales, ...) y sobre el *Riesgo Operacional*.
- No existe una única forma de clasificar los riesgos en categorías y subriesgos.



# El Requerimiento de Capital de Solvencia:

## *Clases de riesgo*

| Riesgo de <b>MERCADO</b> | Riesgo de <b>CRÉDITO</b> | Riesgo de <b>Suscripción VIDA</b> | Riesgo de <b>Suscripción NO VIDA</b> | Riesgo de <b>Suscripción SALUD</b> | Riesgo <b>OPERA-CIONAL</b>   |
|--------------------------|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------------|
| Tipos de interés         | Impago<br>Contraparte    | Mortalidad                        | Primas                               | Gastos                             | Fallos de sistemas y rutinas |
| Renta Variable           | Migración                | Longevidad                        | Provisiones                          | Mortalidad                         | Faltas de empleados          |
| <i>Spread</i> de crédito | Reaseguro                | Morbilidad                        | Catástrofes                          | Cancelacione<br>s                  | Fraude                       |
| Inmuebles                |                          | Discapacidad                      |                                      | Epidemias                          | Aspectos cualitativos        |
| Divisas                  |                          | Caída de cartera                  |                                      |                                    | Reputación                   |
| Concentraci<br>ones      |                          | Gastos                            |                                      |                                    |                              |

# El Requerimiento de Capital de Solvencia:

## *Clases de riesgo*

---

- **Riesgo de mercado:** Riesgo de un cambio en el valor de una posición financiera debido a cambios en el valor de las componentes subyacentes de las que depende esa posición, tal como precios de los bonos y de las acciones, los tipos de cambio, los precios de las mercancías, etc.
- **Riesgo de crédito:** Riesgo de no recibir los pagos prometidos por las inversiones pendientes, tales como préstamos y bonos, o por otro tipo de contratos en los que mantenemos una posición acreedora, a causa del impago (*default*) del prestatario.
- **Riesgo de suscripción:** Riesgo inherente a la venta de pólizas de seguro (vida, no vida, salud, etc.).
- **Riesgo operacional:** Riesgo de pérdidas resultantes de procesos internos fallidos o inadecuados, por culpa de las personas, los sistemas o sucesos externos.
- **Riesgo de liquidez:** Riesgo resultante de la falta de comerciabilidad de una inversión que no puede ser comprada o vendida con la rapidez suficiente para prevenir o minimizar una pérdida. Puede aflorar en casi todas las categorías de riesgo.
- **Riesgo del modelo:** Especificación incorrecta o inadecuada en la medición del riesgo. Está siempre presente.
- **Enfoque holístico:** Enfoque integrado que tenga en cuenta todos los tipos de riesgo y sus interacciones. Aunque es un objetivo evidente, los modelos actuales todavía no permiten una plataforma satisfactoria.

# El Capital de Solvencia Requerido: Agregación de los riesgos

---

- Las necesidades de capital de solvencia de toda la compañía no son el resultado de la suma de cada uno de los riesgos cuantificados (asunción de independencia entre riesgos).
- Las correlaciones entre riesgos pueden aumentar el *CSR* o disminuirlo según se trate de correlaciones positivas o negativas.
- Nos interesan las correlaciones en el extremo (cola) de la distribución:
  - Dos riesgos normalmente no correlacionados pueden estarlo en el extremo (ej: una epidemia fuerte puede afectar al riesgo de mercado)
- Dos enfoques:
  - **Matriz de correlaciones estándar:** asume normalidad.
    - (+) Más sencillo
    - (-) Asume normalidad que es una simplificación de una realidad más amplia
  - **Cópulas:** Combinar otras distribuciones de probabilidad.
    - (+) Teóricamente correcto
    - (-) Mucho más complejo, especialmente cuando se han de combinar un gran número de distribuciones

# El Capital de Solvencia Requerido: Agregación de los riesgos

---

- **Posible enfoque práctico: matriz de correlaciones "ajustada"**. Sólo se fija en las correlaciones existentes en un punto de la distribución que es el que queremos evaluar (p.e., el 99,5%). Produce mejores resultados para el VaR que para el TailVar ya que para éste último necesitaríamos conocer las correlaciones en "toda" la cola y no sólo en un punto.
- Identificar los factores de correlación claves a través de pruebas de estrés.
- No es muy exacto en los valores del **coeficiente de correlación**  $\rho_{ij}$ :  
 $(0; 0'25; 0'50; 0'75; 1) = (\text{nula, baja, media, alta, total})$
- **Principal limitación: Datos**, es decir, en los extremos nunca va a existir suficiente información para una estimación fiable (por definición situaciones extremas del pasado no son frecuentes). Una posibilidad es el uso de evidencia científica basada en experiencias semi-extremas y en opinión de expertos.

$$RCS_{total} = \sqrt{\sum_{i,j} \rho_{ij} \cdot RCS_i \cdot RCS_j}$$

# El Capital de Solvencia Requerido: Agregación de los riesgos

## Ejemplos de matrices de correlación utilizadas en QIS2

### Riesgos

| <b>CorrRCS</b>             | <i>RCS</i><br><i>Mercado</i> | <i>RCS</i><br><i>Crédito</i> | <i>RCS</i><br><i>Vida</i> | <i>RCS</i><br><i>NoVida</i> |
|----------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| <i>RCS</i> <sub>Mdo</sub>  | 1                            | 0'25                         | 0'25                      | 0'25                        |
| <i>RCS</i> <sub>Cré</sub>  | 0'25                         | 1                            | 0'25                      | 0'5                         |
| <i>RCS</i> <sub>Vida</sub> | 0'25                         | 0'25                         | 1                         | 0                           |
| <i>RCS</i> <sub>NV</sub>   | 0'25                         | 0'5                          | 0                         | 1                           |

### Sub-Riesgos

| <b>CorrMdo</b>            | <i>Mdo</i><br><i>interés</i> | <i>Mdo</i><br><i>Acciones</i> | <i>Mdo</i><br><i>Inmuebl</i> | <i>Mdo</i><br><i>divisa</i> |
|---------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| <i>Mdo</i> <sub>int</sub> | 1                            | 0'75                          | 0'75                         | 0'25                        |
| <i>Mdo</i> <sub>acc</sub> | 0'75                         | 1                             | 1                            | 0'25                        |
| <i>Mdo</i> <sub>inm</sub> | 0'75                         | 1                             | 1                            | 0'25                        |
| <i>Mdo</i> <sub>div</sub> | 0'25                         | 0'25                          | 0'25                         | 1                           |

# El Riesgo de Mercado: Aproximación estándar

---

- **Fuente:** Nivel de volatilidad de los precios de mercado de los instrumentos financieros.
- **Exposición:** Se mide por el impacto de los movimientos en el nivel de las variables financieras, tales como:
  - los tipos de interés,  $Mdo_{int}$
  - los precios de las acciones,  $Mdo_{acc}$
  - los precios de los inmuebles,  $Mdo_{inm}$  y
  - los tipos de cambio,  $Mdo_{div}$
- **Además,** incluye otros dos módulos:
  - por exposición al *Riesgo de concentración*,  $Mdo_{con}$ , y
  - por diferencial de tipo de interés o *Riesgo de "spread"*,  $Mdo_{sp}$ .
- **Calibración:** La elección de parámetros, factores, escenarios, etc. para cada riesgo individual ha de ser consistente con el nivel de confianza (99'5%) y el horizonte temporal (1 año) del  $RCS_{total}$  incluyendo también cualquier error asociado a la técnica particular utilizada para valorar el riesgo.

# El Riesgo de Mercado: Sub-riesgo “tipos de interés”

---

- **$Mdo_{int}$**  : Mide la sensibilidad de los valores del activo y del pasivo a los cambios en la ETTI o volatilidad de tipos de interés (excluyendo aquellos activos y pasivos en los que el asegurado asume el riesgo de la inversión).
- **Enfoque de escenarios** basado en cinco intervalos de vencimientos.
- **Factores de estrés** calibrados con dos fuentes:
  - Datos mensuales desde 1972, bonos cupón cero Gobierno Alemán, para vencimientos entre 1 y 10 años (Bundesbank)
  - Datos diarios desde 1997 tipos swap zona Euro para vencimientos hasta 30 años (Datastream)
- **Modelos de reversión a la media** Black-Karasinski y Cox-Ingersoll-Ross. Sin embargo, los datos observados muestran que, en general, los tipos de interés más altos están asociados a variaciones absolutas más altas. Se utiliza un modelo log-normal que asume que un cambio absoluto en el tipo de interés depende linealmente del tipo de interés.
- La **desviación típica** para los diferentes vencimientos muestra que, para ambas fuentes, las  $\sigma$  para vencimientos cortos son más altas que para vencimientos largos. Se observa el mismo resultado para tres divisas de la zona No-Euro: la corona danesa, la corona sueca y la libra esterlina.

# El Riesgo de Mercado: Sub-riesgo “tipos de interés”

| Factores de estrés para tipos de interés |       |       |       |       |       |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| Vencimientos en $n$ años                 | 1-3   | 4-6   | 7-12  | 13-18 | 18+   |
| Incremento relativo $S_{up}(n)$          | 0'75  | 0'50  | 0'40  | 0'35  | 0'30  |
| Decremento relativo $S_{down}(n)$        | -0'40 | -0'35 | -0'30 | -0'25 | -0'20 |

Valorar por separado los dos shocks, recalculando el valor del activo y del pasivo teniendo en cuenta todos los elementos sensibles a la ETTI.

El  $RCS$  por  $Mdo_{int}$  será el mayor de los dos cambios adversos registrados en el Capital Disponible (o cero si los dos shocks implican una mejora).

## Desarrollos posteriores:

- Posible corrección por **sesgo** en las series temporales utilizadas para calibrar  $S_{up}$  y  $S_{down}$ .
- Considerar un nivel apropiado de **granularidad** para aplicar los dos shocks, en particular el *bucket* de intervalos utilizado o incluso reemplazarlo por una función de transformación continua.



# El Riesgo de Mercado: Sub-riesgo “precio de las acciones”

---

- **$Mdo_{acc}$** : Exposición al riesgo de todos los activos y pasivos cuyo valor es sensible a cambios en el precio de las acciones.

- **Cálculo:** 
$$Mdo_{acc} = [\Delta VME/tc] - [\Delta VME_{link}/tc]$$

*VME: valor de mercado de la exposición total*

*$VME_{link}$ : idem. cuando el riesgo de inversión es a cargo del asegurado*

*tc: tasa de caída inmediata del 40% en el valor de todas las acciones*

- Factor de estrés calibrado con datos trimestrales del **índice MSCI** para Mercados Desarrollados sobre rendimientos totales para el período 1970-2005. La media geométrica es igual al 10'1% y la desviación típica es de 16'9%.
- Si se supone que los rendimientos de las acciones se distribuyen normalmente, el shock correspondiente a un nivel de confianza del 99'5% es del 33'4%. Pero los datos observados presentan asimetría negativa y una cola pesada.
- Hecha la corrección de la cola por diferentes métodos, para el mismo nivel de confianza se obtiene un shock de:
  - Métodos de estimación log-lineal, utilizando regresión lineal para los peores resultados históricos, el 34'3%.
  - Distribución de Gumbel: el 34'6%.
  - Distribución Generalizada de Pareto, por máxima verosimilitud, el 33'3%; por regresión el 37'9%.
- El resultado equivalente para el TVaR al 99%, fue de un shock del 37'5%.

# El Riesgo de Mercado: Sub-riesgo “precio de las acciones”

## *Desarrollos posteriores*

- Si se toma la serie 1900-2000, la media geométrica es del 11'2% y la desviación típica del 16'5%. El shock, dependiendo del método elegido y una vez hecha la corrección por colas pesadas, alcanza aproximadamente el 35%.
- Interacción entre el riesgo de acciones y el riesgo de divisas.
- Shock local frente a shock global:

| Series de Datos                | Región     | Global     | Europa     | Alemania  |
|--------------------------------|------------|------------|------------|-----------|
|                                | Periodo    | 1970-2006  | 1970-2006  | 1970-2006 |
|                                | Frecuencia | Trimestral | Trimestral | Mensual   |
| VaR <sub>99'5%</sub> corregido | GPD ML     | 33%        | 36%        | N/A       |
|                                | GPD R      | 38%        | 41%        | 49%       |

# El Riesgo de Mercado: Sub-riesgo “precio de las acciones”

## Visión alternativa

- A largo plazo, las acciones proporcionan mejores rendimientos que los bonos y protegen mejor frente a la inflación.
- La volatilidad de la renta variable es importante a corto plazo pero no es significativa a largo plazo. Algunos estudios sugieren que podría atribuirse a la renta variable una duración de 25 años.
- La magnitud del shock por renta variable depende del periodo esperado de mantenimiento de la posición en renta variable y de la concentración total de la inversión en acciones:

$$Mdo_{acc} = Eq_{load} \cdot \rho EqVaR$$

siendo  $\rho EqVaR$  una proxy del  $VaR_{99,5\%}$  estimada como el 70% de la volatilidad media anual ponderada de la cartera de renta variable del asegurador, y siendo  $Eq_{load}$  obtenido según la tabla siguiente:

| $Eq_{load}$                       |                 | Renta variable en proporción al pasivo asegurador |        |      |
|-----------------------------------|-----------------|---|--------|------|
|                                   |                 | 15-25%  | 25-40% | 40%+ |
| Periodo de mantenimiento esperado | Menos de 2 años | 1'00  | 1'00   | 1'00 |
|                                   | De 2 a 5 años   | 0'70  | 0'80   | 0'90 |
|                                   | Más de 5 años   | 0'60  | 0'70   | 0'80 |

# El Riesgo de Mercado: Sub-riesgo “precio de los inmuebles”

- ***Mdo<sub>inm</sub>*** : Factor de estrés del 20% sobre los precios de mercado de los inmuebles.
- Los índices utilizados se basan en el rendimiento total anualizado (plusvalías + rentas). Debido a la falta de datos sobre la cola negativa de la distribución se suponen normalmente distribuidos.
- Puesto que las series históricas son de diferente longitud, las covarianzas se estimaron utilizando el subconjunto común de rendimientos más corto, descartando por tanto alguna información de las series más largas.

| País y serie                  | Media | Desviación típica |              | Shock al 99'5% |
|-------------------------------|-------|-------------------|--------------|----------------|
|                               |       | Suavizada         | No suavizada |                |
| <i>Francia, 1998-2005</i>     | 10'5% | 3'4%              | 7'6%         | 8'92%          |
| <i>Alemania, 1996-2005</i>    | 3'6%  | 1'7%              | 9'3%         | 20'36%         |
| <i>Holanda, 1977-2005</i>     | 9'4%  | 5'1%              | 8'4%         | 12'20%         |
| <i>Suecia, 1997-2005</i>      | 9'9%  | 7'2%              | 11'4%        | 19'40%         |
| <i>Reino Unido, 1971-2005</i> | 12'4% | 10'3%             | 16'0%        | 28'87%         |

# El Riesgo de Mercado: Sub-riesgo de “diferencial de crédito (*spread*)”

---

- **$Mdo_{sp}$** : Parte del riesgo que se origina en los activos y que se explica por la volatilidad de los diferenciales de crédito sobre la curva de tipos libre de riesgo.
- **Enfoque**: Primero se supuso incluido dentro del módulo del Riesgo de Crédito, al lado del riesgo de impago. Pero se puede mantener que tal aglomeración de riesgos no es intuitiva. Por ejemplo, el riesgo asociado a un bono clasificado BBB tiene tres componentes:
  - el cambio en el valor debido a un movimiento en la curva de tipos de interés libre de impago →  **$Mdo_{int}$**
  - el cambio en el valor debido a un movimiento de la curva BBB en relación a la curva libre de impago →  **$Mdo_{sp}$**
  - el cambio en el valor debido a cambios en la categoría crediticia del emisor individual →  **$Mdo_{con}$**
- Esta estructura está más en consonancia con las posibilidades de cobertura: para el riesgo de tipos de interés normalmente se utilizan los *swaps* de riesgos de interés y para el riesgo de *diferencial* se utilizan los *swaps* de índices crediticios de impago.

# El Riesgo de Mercado: Sub-riesgo de “diferencial de crédito (*spread*)”

- El requerimiento de capital por este riesgo será:

$$Mdo_{sp} = \sum RW(rating_i) \cdot m(dur_i) \cdot MV_i$$

- ***rating<sub>i</sub>***: calificación externa de la exposición al riesgo de crédito del activo *i*
- ***dur<sub>i</sub>***: duración efectiva de la exposición al riesgo de crédito del activo *i*. La función ***m*** requiere más análisis (dependencia lineal, límite 5 años, etc.)
- ***MV<sub>i</sub>***: magnitud nominal de la exposición al riesgo de crédito del activo *i* determinada en referencia a los valores de mercado (exposición al impago)
- ***RW***: función que produce una ponderación del riesgo según la siguiente tabla:

| <b><i>rating<sub>i</sub></i></b> | Nivel de calidad crediticia | <b><i>RW<sub>i</sub></i></b> |
|----------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| AAA                              | 1                           | 0'04%                        |
| AA                               |                             | 0'28%                        |
| A                                | 2                           | 3'30%                        |
| BBB                              | 3                           | 6'56%                        |
| BB                               | 4                           | 10'16%                       |
| B                                | 5                           | 22'23%                       |
| CCC o inferior                   | 6                           | 34'96%                       |
| No clasificado                   | -                           | 8%                           |

# El Riesgo de Mercado: Sub-riesgo de concentración

---

- ***Mdo<sub>con</sub>*** : Las concentraciones por riesgos de mercado presentan un riesgo adicional para el asegurador a causa de:
  - ***La volatilidad adicional que existe en las carteras de activos concentradas; y,***
  - ***El riesgo adicional de pérdidas de valor permanentes, totales o parciales, a causa del impago de un emisor.***
- ***Exposición neta a una contraparte,  $E_i$*** , es la suma ponderada de todas las exposiciones a todas las clases de activos de la contraparte *i*:
  - ***EAD***: exposición al impago, basada en valores de mercado y calculada igual que en los módulos de  $Mdo_{acc}$ ,  $Mdo_{sp}$  y  $Mdo_{inm}$
  - ***w***: ponderación para cada clase de activo, p.e., 1 para acciones, 0'5 para renta fija y 0'75 para inmuebles

$$E_i = \sum_k w_k \cdot \sum_j EAD_{i,j,k}$$

***Umbral de concentración, UC***, por debajo del mismo se asume diversificación y no habría requerimiento de capital. Diferentes umbrales para diferentes calificaciones crediticias, p.e., AAA a AA, el 7%; A a BBB, el 5%; menos de BBB o sin calificar, el 3%.

# El Riesgo de Mercado: Sub-riesgo de concentración

- **$XS_i$  : Exposición en exceso**, sujeta a requerimiento de capital, excluyendo en los activos aquellos cuyo riesgo de inversión asume el asegurado.

$$XS_i = \max \left\{ 0; \frac{E_i}{Activos_{xl}} - UC \right\}$$

- **$Conc_i$  : Requerimiento de capital por concentración en la exposición  $i$** , siendo

- $f_0$  y  $f_1$  parámetros
- $RW_{con}$  tabla truncada de ponderaciones de riesgo deducidas del módulo  $Mdo_{sp}$

- **$Mdo_{conc}$  : Requerimiento de capital total por concentraciones de riesgo mercado, suponiendo independencia entre los requerimientos para cada contraparte  $i$**

$$Mdo_{conc} = \sqrt{\sum_i Conc_i^2}$$

$$Conc_i = Activos_{xl} \cdot XS_i \cdot RW_{con}(rating_i) \cdot [f_0 + f_1 \cdot XS_i]$$

| <b><math>rating_i</math></b> | <b>Calidad crediticia</b> | <b><math>RW_{con}</math></b> |
|------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| AAA                          | 1                         | 0'04%                        |
| AA                           |                           | 0'28%                        |
| A                            | 2                         | 3'3%                         |
| BBB                          | 3                         | 6'56%                        |
| BB o inferior                | 4-6, -                    | 8%                           |



# El Riesgo de Crédito: Subriesgo de “impago de la contraparte”

- **RCS<sub>def</sub>** “Counterparty default risk”: Es el riesgo de impago de un tercero con el que mantenemos contratos para mitigar el riesgo, tales como el reaseguro y los derivados financieros.
- El impago de la contraparte y el coste de reposición (o sustitución) del instrumento de mitigación del riesgo pueden estar positivamente relacionados (“riesgo de ir a peor”). Habrá que ser conservador en las estimaciones.
- Igual que para la Banca, hay que utilizar información sobre la **probabilidad de impago (PD)** y el **coste de reposición (CR)**, (P.e., mediante una Tabla “Standard and Poor’s” o a partir del modelo de solvencia del reasegurador, o en otro caso riesgo B).
- Una estimación conservadora del CR: Diferencia entre las provisiones técnicas brutas y netas de reaseguro, más cualquier otro crédito frente al reasegurador, menos cualquier deuda compensable, ajustada por el efecto de la disponibilidad de otros mitigantes de riesgo admitidos, tales como **colaterales**.

| <b>Rating<sub>i</sub></b> | Nivel<br>Calidad<br>Crediticia | <b>PD<sub>i</sub></b> |
|---------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| AAA                       | 1                              | 0'004%                |
| AA                        |                                | 0'01%                 |
| A                         | 2                              | 0'05%                 |
| BBB                       | 3                              | 0'26%                 |
| BB                        | 4                              | 1'22%                 |
| B                         | 5                              | 5'78%                 |
| CCC o inferior            | 6, -                           | 16'32%                |

# El Riesgo de Crédito: Subriesgo de “impago de la contraparte”

- **Cálculo:** El requerimiento de capital para una exposición  $i$  podría utilizar la distribución de Vasiceck, que es la base de la fórmula para el riesgo de crédito con el enfoque IRB (“internal ratings based approach”) de Basilea II. Si se utiliza el  $\text{VaR}_{99,5\%}$  para el  $RCS$ , la fórmula sería:

$$Def_i = CR_i \cdot \left[ \Phi \left[ (1-\rho)^{-0,5} \cdot \Phi^{-1}(PD_i) + \sqrt{\frac{\rho}{1-\rho}} \cdot \Phi^{-1}(0,995) \right] \right]$$

**P = Correlación = 0,5 + 0,5 · H**, depende de la distribución de las exposiciones al riesgo de los diferentes reaseguradores, utilizando 0,5 como una correlación base conservadora y siendo **H** el índice de Herfindhal,  $\mathbf{H} = \sum \mathbf{w}_i^2$ , suma de los pesos proporcionales de cada reasegurador.

El riesgo de crédito de la contraparte asociado a los derivados financieros como, por ejemplo, *swaps* de tipos de interés requerirían un tratamiento similar al método EPE “*expected positive exposure*” de la regulación bancaria.

# ¿Cuál puede ser el impacto de Solvencia II?

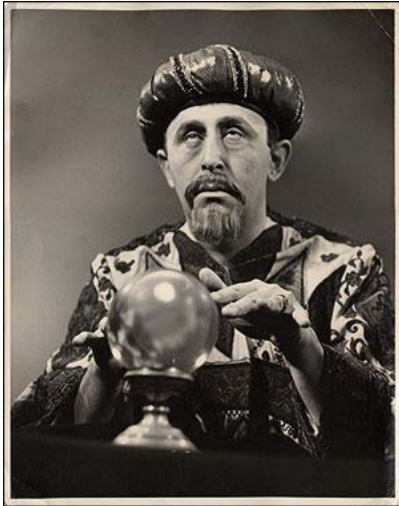
---

- ¿Cómo influirá la valoración explícita de los riesgos financieros en la estructura de los productos y su tarificación?
- ¿Habrá un impacto sobre la constitución de las provisiones técnicas?
- ¿Cómo afectará Solvencia II al mercado del reaseguro y a otras herramientas de transferencia alternativa de riesgos?
- ¿Cambiará el entorno empresarial?

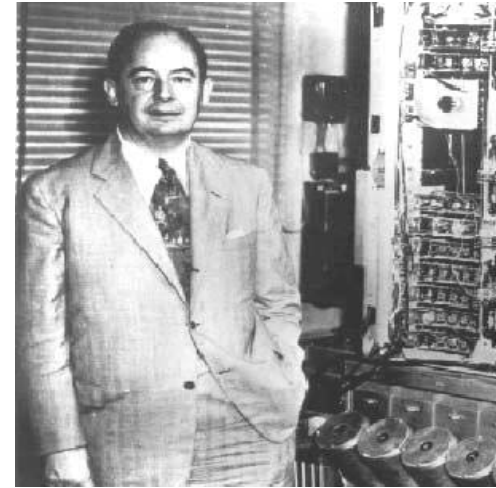
# Evolución

---

## Actuarios del Pasado



## Actuarios del Futuro



John von Neumann

### Definición de la profesión actuarial :

*(Institute of Actuaries y la Faculty of Actuaries)*

**Los actuarios son respetados profesionales cuyo enfoque innovador al éxito de la gestión empresarial está en consonancia con su responsabilidad por el interés público. Los actuarios identifican las soluciones a los problemas financieros. Gestionan activos y pasivos analizando eventos pasados, valorando el riesgo presente y modelizando qué podría ocurrir en el futuro.**