



A TERADATA COMPANY

# Riesgo de Crédito con R

## Desarrollo de Aplicaciones Shiny

Francisco J. Rodríguez Aragón, Senior Data Scientist PhD APRM ORM

17-11-2017

## Corporate Vision

Enabling data-driven business

## Mission

Providing the world's best analytic data solutions to drive competitive advantage for our customers

**TOP 10** public U.S. software company  
✓ Member of  
**S&P 500**



## Agenda



- 1.- Introducción al Riesgo de Crédito
- 2.- Aspectos Regulatorios en Banca y Seguros
- 3.- Introducción a Shiny
- 4.- ThinkBig Analytics: Hacia una Solución de Riesgo de Crédito con R
- 5.- Conclusiones finales

# Agenda



## 1.- Introducción al Riesgo de Crédito

## 2.- Aspectos Regulatorios en Banca y Seguros

## 3.- Introducción a Shiny

## 4.- ThinkBig Analytics: Hacia una Solución de Riesgo de Crédito con R

## 5.- Conclusiones finales

# Introducción al Riesgo de Crédito

## Concepto de Riesgo

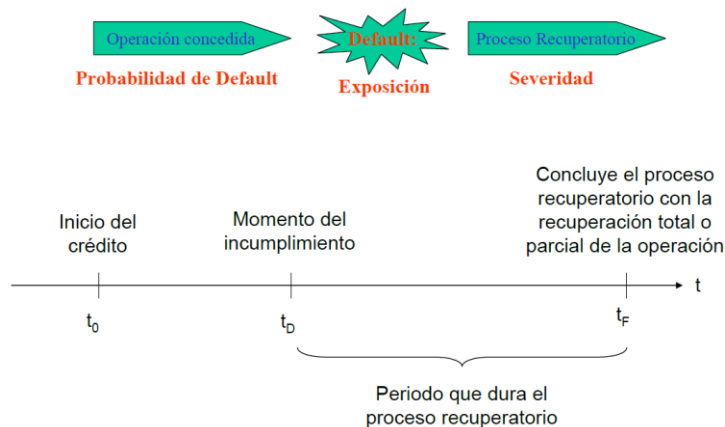


- Definición: Sinónimo de Incertidumbre. Habitualmente se asocia con algo negativo, pero no tiene por qué ser así
- Se dice que algo tiene riesgo cuando no se está seguro del resultado
- Riesgo de Crédito: Es el riesgo de pérdidas derivado de que una contrapartida (cliente) no haga frente a la devolución de su deuda o que se produzca un deterioro significativo de su solvencia
- Caso Especial: Riesgo País que puede ser de dos tipos Riesgo de Transferencia y Riesgo Soberano

# Introducción al Riesgo de Crédito

## Conceptos Básicos en Riesgo de Crédito

- Default: Es un concepto que depende de la normativa que se use, en Basilea II se asociaba con el retraso en el pago a más de 90 días. En IFRS9 se permite adaptar el anterior concepto por entidad
- Exposición: Pérdida máxima a la que se puede llegar en el momento de default, valor total de los derechos que se tiene con una partida en el momento del default (EAD)



# Introducción al Riesgo de Crédito

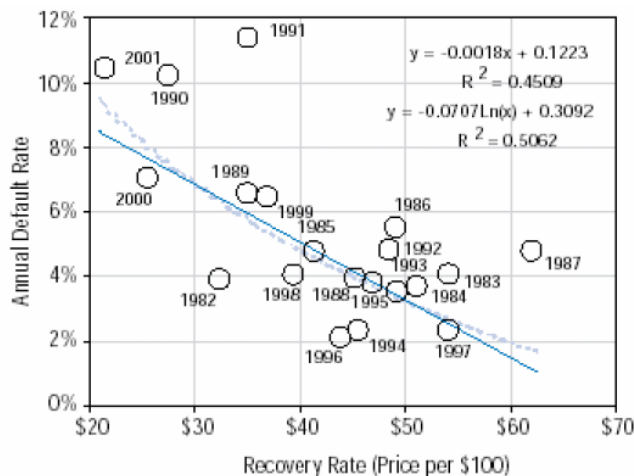
## Conceptos Básicos en Riesgo de Crédito



- Severidad: Porcentaje de pérdida que finalmente se produce. Se suelen incluir los costes del proceso recuperatorio y los costes de oportunidad por retrasos en tiempo de la recuperación. También se denomina LGD (Loss Given Default)

$$S = \frac{M_D + C^* - \frac{R}{(1+r)^T}}{M_D}$$

NOTA: C\* es el valor presente de los costes C de recuperación que se producen durante el periodo T.



# Introducción al Riesgo de Crédito

## Conceptos Básicos en Riesgo de Crédito



- PD o Probabilidad de Default: Es la probabilidad de que una contrapartida no haga frente a sus obligaciones contractuales en un horizonte temporal determinado de tiempo. Se caracteriza por una variable Bernoulli que puede tomar valores 0 (no default) o 1 (default)
- PD PiT: Es una probabilidad condicionada al ciclo, point-in-time que depende del momento económico actual del estado. Esta probabilidad es Pro-Cíclica
- PD TtC: Es una probabilidad incondicional, through-the-cycle (o long-run) que es la requerida para los cálculos de capital y que no depende del estado actual de la economía. Esta probabilidad es Contra-Cíclica

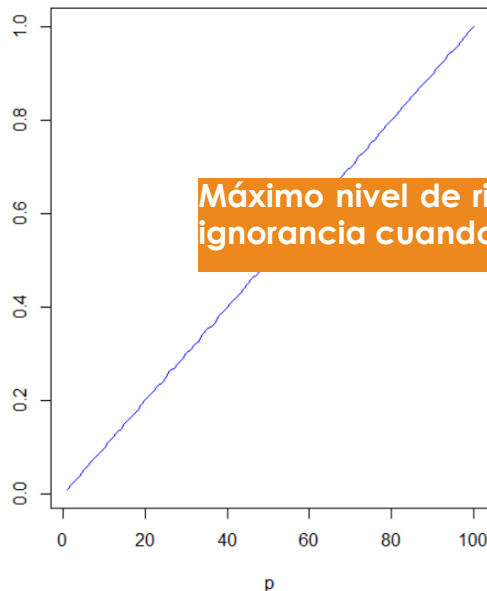
# Introducción al Riesgo de Crédito

## Conceptos Básicos en Riesgo de Crédito

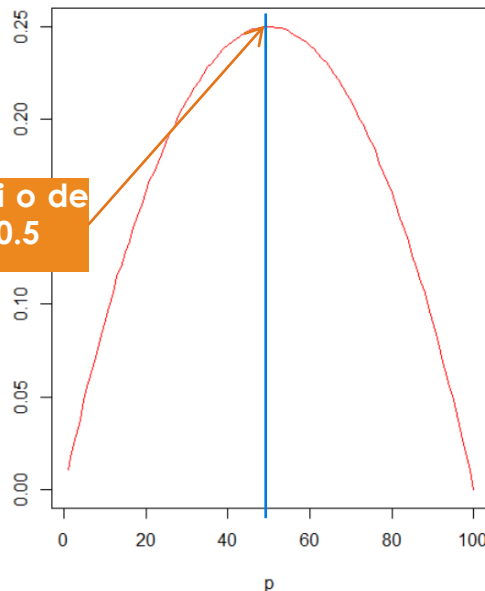
- Pérdida Esperada: es la cantidad en moneda (€, \$, ...) que se espera perder por cada cliente durante un horizonte temporal dado

Ejercicio 01: Se simulan 100 poblaciones con 100.000 individuos cada una. Las poblaciones tienen una PD que va desde 0.01 hasta 1. Se calcula para cada población la media y desviación típica y se representan. Se comprueba empíricamente que en una Bernoulli se verifica que:

$$\mu_x = p$$
$$\sigma_x = \sqrt{p \cdot (1 - p)}$$



Máximo nivel de riesgo o de ignorancia cuando  $p = 0.5$





# Introducción al Riesgo de Crédito

## Conceptos Básicos en Riesgo de Crédito



- Correlación: es una medida del nivel de relación y del sentido de ésta entre dos variables aleatorias. La correlación es un número acotado entre -1 y 1. Se define por la fórmula genérica:

$$\text{Corr}(x, y) = \rho_{x,y} = \frac{\sigma_{x,y}}{\sigma_x \cdot \sigma_y}$$

- En general no será conocida la distribución conjunta de dos sucesos de default de tipo Bernoulli y lo que es peor, tampoco su correlación a lo que se tendrá que hacer distintos supuestos de cálculo. El problema no resulta sencillo salvo en casos muy concretos

# Introducción al Riesgo de Crédito

## Conceptos Básicos en Riesgo de Crédito



A TERADATA COMPANY

Ejercicio 02: Se consideran dos individuos de los que se conoce, dados distintos créditos, su probabilidad conjunta de default acorde a la tabla adjunta, se pide:

		x	
		1	0
y	1	1%	4%
	0	5%	90%

Crear una función general en R que calcule la correlación entre ambos individuos y de dos cualesquiera en general si se conocen los anteriores 4 datos (aunque con 3 de ellos sería suficiente)

¿Cuánto valdría la correlación en el caso 0%, 4%, 5% y 91%?

¿Cuánto valdría la correlación en el caso 2%, 4%, 5% y 89%?

¿Cuál sería la correlación en función de la probabilidad de default conjunta? ¿Qué sucede con el dibujo?

# Introducción al Riesgo de Crédito

## Conceptos Básicos en Riesgo de Crédito



Ejercicio 03: Dos individuos tienen respectivamente probabilidades de default del 6% y del 5%. Si su correlación es del 0.05%

Crear una función general en R que calcule la probabilidad de un default conjunto de ambos individuos

¿Cuál sería la probabilidad del doble default si la correlación es del 0.1%?

¿Y si ésta es de -0.1%? ¿Cómo se interpreta el resultado?

$$\text{corr}(D_1, D_2) = \rho_{D_1, D_2} = \frac{p_{1\&2} - p_1 \cdot p_2}{\sqrt{p_1 \cdot (1 - p_1)} \cdot \sqrt{p_2 \cdot (1 - p_2)}}$$

# Introducción al Riesgo de Crédito

## Conceptos Básicos en Riesgo de Crédito



- Probabilidad de Doble Default: es la probabilidad de que dos exposiciones hagan default simultáneamente. El problema de su estimación es equivalente al de la correlación, conociendo uno de los conceptos se conoce el otro
- Teorema Central del Límite: Si se tienen  $n$  variables aleatorias cualesquiera de igual media y varianza independientes, entonces su suma converge a una distribución normal con las siguientes especificaciones:

$$S = \sum_i^n X_i \xrightarrow{\text{Converge}} N(n \cdot \mu, \sqrt{n} \cdot \sigma)$$

$$\text{Promedio} = \frac{S}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \xrightarrow{\text{Converge}} N\left(\mu, \frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right)$$

# Introducción al Riesgo de Crédito

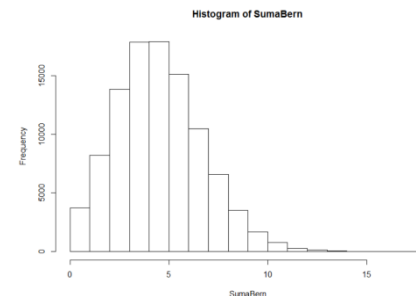
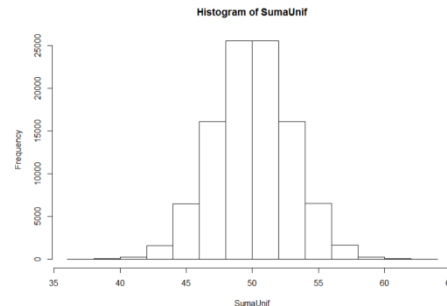
## Conceptos Básicos en Riesgo de Crédito

- Diversificación: Una cartera esta diversificada si las exposiciones son independientes entre sí, es decir, su correlación es 0

Ejercicio 04: Se simulan 100 variables aleatorias de modo independiente con distribución uniforme 0 – 1, y otras 100 variables aleatoria de modo independiente con distribución de Bernoulli de parámetro  $p = 0.05$  con 100.000 elementos en cada caso.

Se considera la variable suma en cada uno de los casos y se pide:

- Dibujar su histograma
- Calcular su media y desviación típica
- Contrastar el ajuste empírico frente al normal teórico



# Introducción al Riesgo de Crédito

## Conceptos Básicos en Riesgo de Crédito



- Concentración: Tiene el sentido opuesto de la diversificación. Se distingue 2 tipos
  - Concentraciones Geográficas/Sectoriales: que tienen que ver con el grado de dependencia de los default de un determinado área geográfica y/o sectorial
  - Concentraciones Individuales: que tienen que ver con el tamaño (EAD) de las exposiciones individuales

# Introducción al Riesgo de Crédito

## Conceptos Básicos en Riesgo de Crédito



- Enfoques para la medición de la Probabilidad de Default:
  - Métodos actuariales: utilizan información histórica para estimar “probabilidades reales”
  - Métodos de Mercado: utilizan precios de mercado de deuda, equities, derivados de crédito, para estimar “probabilidades neutras”

# Introducción al Riesgo de Crédito

## Conceptos Básicos en Riesgo de Crédito



A TERADATA COMPANY

- Rating Crediticio (externo): es una evaluación de la calidad crediticia de que un emisor de obligaciones, vaya a cumplir con éstas
  - En el caso de empresas, se utiliza información financiera-contable para evaluar su calidad crediticia
  - No se evalúan a particulares ni a autónomos, sólo a empresas que publiquen balances ¿Qué hacer en estos casos?
  - Los rating se estiman en función de tasas históricas de incumplimientos

Initial rating	D
AAA	0.00
AA	0.01
A	0.05
BBB	0.27
BB	1.29
B	6.71
CCC	28.76

*S&P*

	Default
Aaa	0.00
Aa1	0.00
Aa2	0.00
Aa3	0.08
A1	0.00
A2	0.02
A3	0.00
Baa1	0.08
Baa2	0.07
Baa3	0.43
Ba1	0.62
Ba2	0.65
Ba3	2.27
B1	3.71
B2	8.04
B3	12.50
Caa-C	26.54

*Moody's*



# Introducción al Riesgo de Crédito

## Conceptos Básicos en Riesgo de Crédito

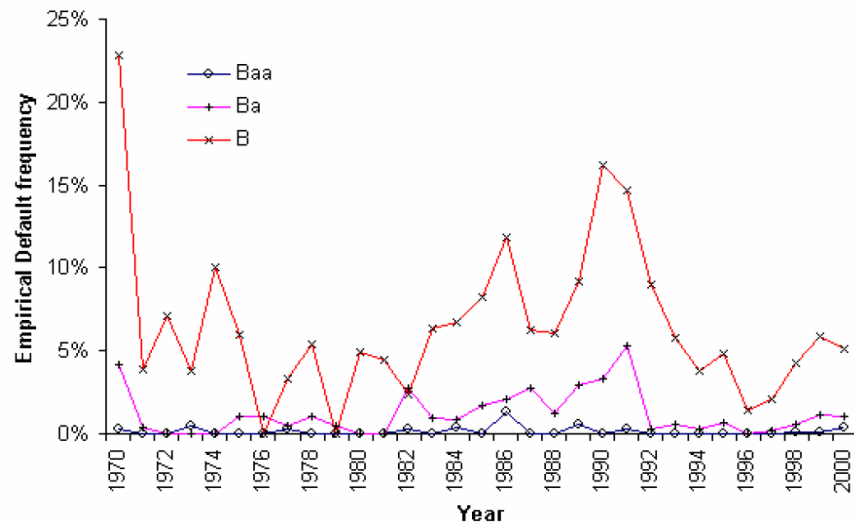


A TERADATA COMPANY

- Ciclos de Riesgo: Se corresponden a períodos temporales completos con niveles bajos y altos de default por lo general de 10 a 15 años. Es interesante observar los niveles de rating en estos períodos

ONE-YEAR DEFAULT RATES BY YEAR AND LETTER RATING, 1970-2000 (EMPIRICAL)

Year	RATING						Investment Grade	Speculative Grade	All Corporates
	Aaa	Aa	A	Baa	Ba	B			
1970	0.00%	0.00%	0.00%	0.27%	4.12%	22.78%	0.14%	9.38%	2.72%
1971	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.42%	3.85%	0.00%	1.14%	0.28%
1972	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	7.14%	0.00%	1.94%	0.45%
1973	0.00%	0.00%	0.00%	0.45%	0.00%	3.77%	0.23%	1.28%	0.45%
1974	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	10.00%	0.00%	1.35%	0.27%
1975	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.02%	5.97%	0.00%	1.79%	0.36%
1976	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.01%	0.00%	0.00%	0.89%	0.17%
1977	0.00%	0.00%	0.00%	0.28%	0.52%	3.28%	0.11%	1.35%	0.35%
1978	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.08%	5.41%	0.00%	1.79%	0.35%
1979	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.49%	0.00%	0.00%	0.42%	0.09%
1980	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	4.94%	0.00%	1.62%	0.34%
1981	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	4.49%	0.00%	0.71%	0.16%
1982	0.00%	0.00%	0.26%	0.31%	2.72%	2.41%	0.21%	3.57%	1.03%
1983	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.91%	6.31%	0.00%	3.88%	0.95%
1984	0.00%	0.00%	0.00%	0.36%	0.83%	6.72%	0.09%	3.39%	0.91%
1985	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.75%	8.22%	0.00%	3.90%	1.06%
1986	0.00%	0.00%	0.00%	1.33%	2.04%	11.80%	0.32%	5.67%	1.89%
1987	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.71%	6.25%	0.00%	4.23%	1.49%
1988	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.24%	6.04%	0.00%	3.47%	1.30%
1989	0.00%	0.61%	0.00%	0.60%	2.98%	9.21%	0.28%	6.03%	2.41%
1990	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	3.34%	16.16%	0.00%	9.85%	3.51%
1991	0.00%	0.00%	0.00%	0.28%	5.30%	14.71%	0.06%	10.52%	3.28%
1992	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.30%	9.03%	0.00%	4.86%	1.33%
1993	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.55%	5.79%	0.00%	3.51%	0.96%
1994	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.24%	3.82%	0.00%	1.93%	0.57%
1995	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.67%	4.80%	0.00%	3.30%	1.06%
1996	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.44%	0.00%	0.00%	1.65%	0.53%
1997	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.19%	2.11%	0.00%	2.03%	0.67%
1998	0.00%	0.00%	0.00%	0.12%	0.61%	4.26%	0.04%	3.41%	1.26%
1999	0.00%	0.00%	0.00%	0.10%	1.14%	5.88%	0.04%	5.63%	2.20%
2000	0.00%	0.00%	0.00%	0.38%	1.05%	5.14%	0.14%	5.71%	2.28%
Average	0.00%	0.02%	0.01%	0.14%	1.20%	6.51%	0.05%	3.55%	1.12%
St. Dev.	0.00%	0.11%	0.05%	0.28%	1.33%	4.76%	0.09%	2.65%	0.94%



# Introducción al Riesgo de Crédito

## Conceptos Básicos en Riesgo de Crédito

- Tipos de Probabilidades de Incumplimiento:
  - Acumulada: Probabilidad de incumplimiento entre el momento actual y un año  $N$  en el futuro
$$p_N^{Acum} = 1 - S_N = 1 - \prod_{i=1}^N (1 - p_i)$$
  - Condicionada: Probabilidad de incumplimiento en un año en el futuro  $i$  condicionado a que no ha incumplido en ningún año anterior
  - Absoluta: Probabilidad de incumplimiento sin condicionar en un determinado año en el futuro  $i$
  - Tasa de Supervivencia: Probabilidad de no incumplir entre el momento actual y un año  $N$  en el futuro
$$S_N = \prod_{i=1}^N (1 - p_i)$$

# Introducción al Riesgo de Crédito

## Conceptos Básicos en Riesgo de Crédito



Ejercicio 05: Con un modelo de Riesgo de Crédito se consigue estimar probabilidades acumuladas de incumplimiento a 5 años según la siguiente tabla:

P. Acum 1	1.00%
P. Acum 2	2.98%
P. Acum 3	5.89%
P. Acum 4	7.77%
P. Acum 5	8.70%

Se pide crear una función que permita:

- Calcular la probabilidad condicionada por cada año
- Calcular la probabilidad absoluta sin condicionar por cada año
- La Tasa de supervivencia anual

	ProbAcum	ProbAbs	ProbCon	ProbSup
[1,]	0.0100	0.0100	0.00000000	0.99000000
[2,]	0.0298	0.0198	0.02000000	0.9703980
[3,]	0.0589	0.0291	0.02998770	0.9421594
[4,]	0.0777	0.0188	0.01995416	0.9244468
[5,]	0.0870	0.0093	0.01006007	0.9158495

# Introducción al Riesgo de Crédito

## Conceptos Básicos en Riesgo de Crédito

- Matrices de Transición: Es la generalización natural del concepto de Bernoulli. Con una matriz de transición lo que se pretende caracterizar son las probabilidades de que una variable aleatoria pase de un estado a otro

**Exhibit 13 — Average One-Year Rating Transition Rates, 1983-2001**

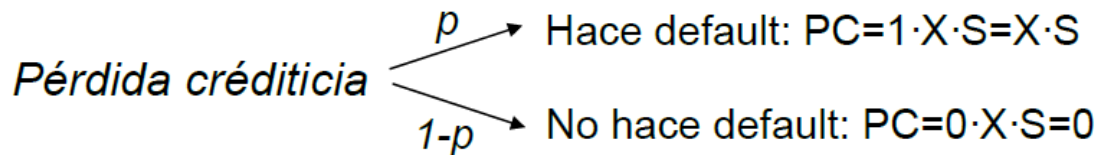
		Rating to:																		
		Aaa	Aa1	Aa2	Aa3	A1	A2	A3	Baa1	Baa2	Baa3	Ba1	Ba2	Ba3	B1	B2	B3	Caa-C	Default	WR
Rating From:	Aaa	85.00	5.88	2.90	0.47	0.71	0.28	0.16	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.56
	Aa1	2.54	76.02	7.87	6.58	2.31	0.32	0.05	0.18	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.04
	Aa2	0.70	2.90	77.00	8.39	3.93	1.35	0.58	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	4.85
	Aa3	0.08	0.61	3.36	77.88	8.89	3.14	0.85	0.24	0.21	0.16	0.00	0.04	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.38
	A1	0.03	0.11	0.60	5.53	77.68	7.20	2.88	0.78	0.27	0.13	0.36	0.25	0.05	0.12	0.01	0.00	0.00	0.00	3.99
	A2	0.05	0.06	0.29	0.77	5.34	77.47	7.18	2.87	0.80	0.39	0.28	0.10	0.11	0.03	0.07	0.00	0.03	0.02	4.13
	A3	0.05	0.10	0.05	0.23	1.48	8.26	71.77	6.69	3.65	1.43	0.54	0.19	0.22	0.33	0.05	0.04	0.01	0.00	4.91
	Baa1	0.08	0.02	0.13	0.18	0.20	2.71	7.67	71.19	7.37	3.14	1.04	0.46	0.35	0.55	0.09	0.00	0.02	0.08	4.73
	Baa2	0.07	0.10	0.12	0.17	0.17	0.87	3.67	6.90	71.50	7.02	1.68	0.52	0.65	0.48	0.45	0.23	0.03	0.07	5.30
	Baa3	0.03	0.00	0.03	0.07	0.18	0.57	0.65	3.22	9.33	67.03	6.38	2.59	1.90	0.80	0.31	0.18	0.16	0.43	6.15
	Ba1	0.08	0.00	0.00	0.03	0.22	0.12	0.67	0.75	2.94	7.68	66.47	4.60	3.88	1.12	1.27	0.81	0.33	0.62	8.39
	Ba2	0.00	0.00	0.00	0.03	0.04	0.15	0.13	0.35	0.70	2.30	8.35	63.96	6.20	1.67	3.70	1.35	0.53	0.65	9.88
Ba3	0.00	0.02	0.00	0.00	0.04	0.16	0.17	0.17	0.26	0.69	2.71	5.04	66.66	4.83	5.16	2.22	0.85	2.27	8.74	
B1	0.02	0.00	0.00	0.00	0.06	0.09	0.15	0.07	0.24	0.30	0.42	2.52	5.70	66.89	5.22	4.58	1.78	3.71	8.23	
B2	0.00	0.00	0.06	0.01	0.11	0.00	0.07	0.17	0.12	0.18	0.29	1.63	2.95	5.75	61.22	7.61	3.69	8.04	8.10	
B3	0.00	0.00	0.06	0.00	0.02	0.04	0.06	0.11	0.12	0.20	0.18	0.35	1.17	4.02	3.36	62.05	6.84	12.50	8.91	
Caa-C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.48	0.48	0.64	0.00	1.36	1.85	1.23	2.87	54.21	26.54	10.36	

# Introducción al Riesgo de Crédito

## Conceptos Básicos en Riesgo de Crédito

- Pérdida Esperada por Riesgo De Crédito: por simplicidad, como se trata más adelante, la regulación permite el siguiente cálculo simplificado del concepto de Pérdida Esperada:

$$EL = E[\tilde{L}] = EAD \times LGD \times \mathbb{P}(D) = EAD \times LGD \times PD$$



# Introducción al Riesgo de Crédito

## Modelos Comerciales de Riesgo de Crédito



- Tipología de Modelos por nivel de análisis:
  - Modelos Top-Down: Agrupaciones homogéneas no se analiza por grado de detalle. Adecuados para carteras Retail
  - Modelos Botton-Up: Tienen en cuenta las características de cada activo. Adecuados para carteras Corporate
- Tipología por concepto de Riesgo:
  - Default mode models: El único evento de riesgo es el default
  - Mark-to-Market models: Se consideran cambios de valores en los mercados, cambios de rating e incumplimientos

# Introducción al Riesgo de Crédito

## Modelos Comerciales de Riesgo de Crédito



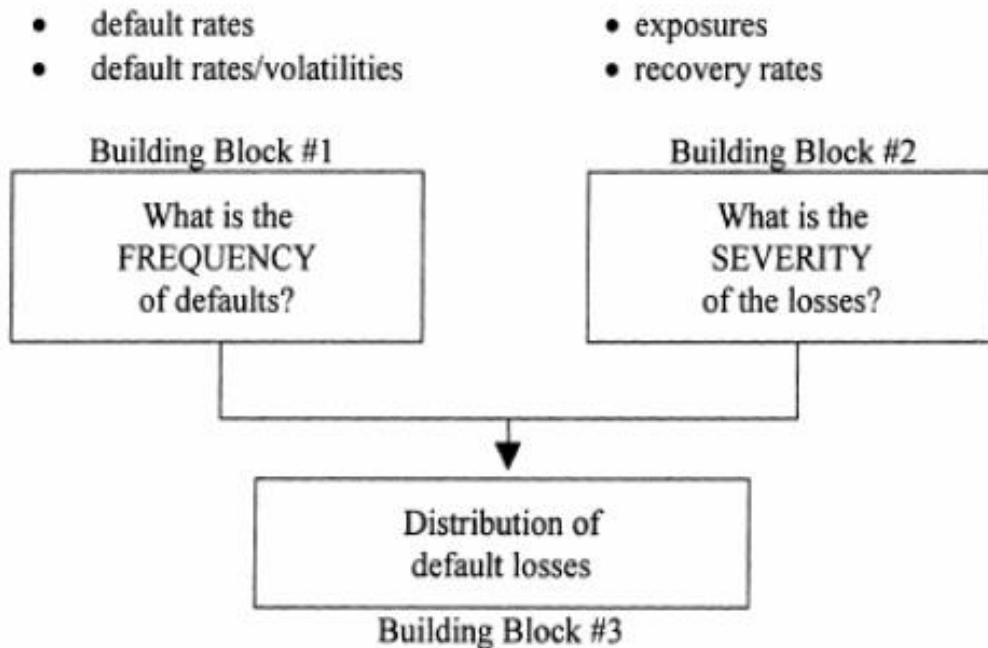
- Tipología por definición de Default:
  - Conditional Models: La probabilidad de default depende de factores económicos
  - Unconditional Models: La probabilidad de default es fija y depende exclusivamente de la información de las contrapartidas
- Tipología por modelo de correlaciones:
  - Structural models: Correlación explicada por movimiento conjunto de los activos
  - Reduced-form models: Se consideran relaciones entre el default y factores subyacentes

# Introducción al Riesgo de Crédito

## Modelos Comerciales de Riesgo de Crédito

- Algunos modelos de crédito comerciales para bonos:

- CreditMetrics
- Moody's KMV
- **CreditRisk+**
- CreditPortfolio View





# Introducción al Riesgo de Crédito

Modelos Comerciales de Riesgo de Crédito: CreditRisk +

- Descripción Teórica del Modelo CreditRisk+:
  - Características Generales:
    - Enfoque actuarial
    - Contrapartida muestra sólo 2 estados, default - no default
    - Solución analítica para la distribución de pérdidas
    - Es posible introducir correlaciones entre sectores

CREDITRISK+				
Credit Risk Measurement		Economic Capital	Applications	
Exposures	Default Rates	Credit Default Loss Distribution	Provisioning	
Recovery Rates	Default Rate Volatilities		Limits	
CREDITRISK+ Model		Scenario Analysis	Portfolio Management	

# Introducción al Riesgo de Crédito

Modelos Comerciales de Riesgo de Crédito: CreditRisk +



- Descripción Teórica del Modelo CreditRisk+:
    - Metodología:
      - Se aproxima la distribución del número de incumplimientos por una distribución de Poisson
- $$X \approx P(\lambda) \Rightarrow E(X) = V(X) = \lambda$$
- El objetivo real es estimar el nivel de pérdida, no su frecuencia, esto se hará por bandas:

Reference	Symbol
Common exposure in Exposure Band j in units of L	$v_j$
Expected loss in Exposure Band j in units of L	$\epsilon_j$
Expected number of defaults in Exposure Band j	$\mu_j$

Band j	Number of obligors	$\epsilon_j$	$\mu_j$
1	30	1.5	1.5
2	40	8	4
3	50	6	2
4	70	25.2	6.3
5	100	35	7
6	60	14.4	2.4
7	50	38.5	5.5
8	40	19.2	2.4
9	40	25.2	2.8
10	20	4	0.4

# Introducción al Riesgo de Crédito

Modelos Comerciales de Riesgo de Crédito: CreditRisk +

- Descripción Teórica del Modelo CreditRisk+:

- Metodología: Cálculo de Pérdidas por banda  $\varepsilon_j = v_j \times \mu_j$  ; hence  $\mu_j = \frac{\varepsilon_j}{v_j} = \sum_{A: v_A = v_j} \frac{\varepsilon_A}{v_A}$

- Se asume igual probabilidad para todas las exposiciones dentro de una banda
- La exposición ajustada se divide en bandas y en cada banda se aproxima la exposición por la media
- La exposiciones en cada banda son independientes
- El resultado va a tener en cuenta tanto la variabilidad de la incidencia como la de las exposiciones en su conjunto

$$G(z) = \sum_{n=0}^{\infty} p(\text{aggregate losses} = n \times L) z^n$$

$$G(z) = \prod_{i=1}^m G_i(z)$$



$$P(z) = \frac{\sum_{j=1}^m \mu_j z^{v_j}}{\mu} = \frac{\sum_{j=1}^m \left( \frac{\varepsilon_j}{v_j} \right) z^{v_j}}{\sum_{j=1}^m \left( \frac{\varepsilon_j}{v_j} \right)}$$

$$G(z) = e^{\mu(P(z)-1)} = F(P(z))$$

# Introducción al Riesgo de Crédito

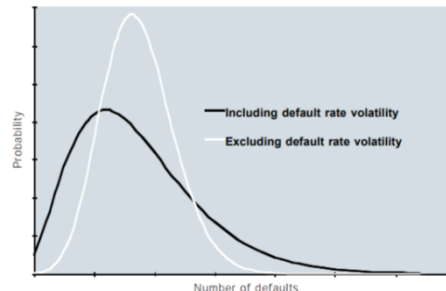
Modelos Comerciales de Riesgo de Crédito: CreditRisk +



A TERADATA COMPANY

- Descripción Teórica del Modelo CreditRisk+:

- Metodología: Cálculo de Pérdidas



- Se requiere incluir una segunda fuente de aleatoriedad constituida por sectores económicos (que se suponen independientes entre sí)
    - Dentro de los sectores la tasa de default se distribuye acorde a una Gamma
    - Las fórmulas que se obtienen se complican mucho más, aunque se llegan a fórmulas cerradas
    - Cuando el número de sectores se incrementa, se vuelve al caso anterior donde las fuentes de variabilidad se limitan a 2

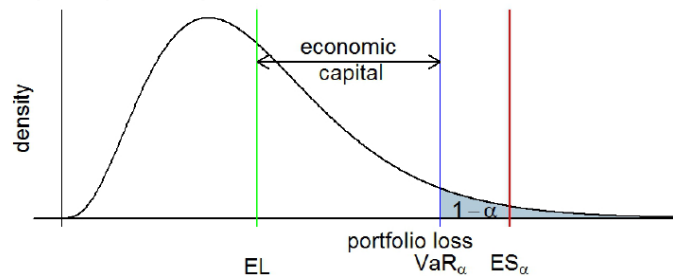
$$F(z) = \prod_{k=1}^n F_k(z) = \prod_{k=1}^n \left( \frac{1-p_k}{1-p_k z} \right)^{\alpha_k}$$

$$G(z) = \prod_{k=1}^n G_k(z) = \prod_{k=1}^n \left( \frac{1-p_k}{1 - \frac{p_k}{\mu_k} \sum_{j=1}^{m(k)} \frac{\varepsilon_j^{(k)}}{v_j^{(k)}} z^{v_j^{(k)}}} \right)^{\alpha_k}$$

# Introducción al Riesgo de Crédito

Modelos Comerciales de Riesgo de Crédito: CreditRisk +

- CreditRisk+ con R: La librería GCPM
  - Este paquete puede tratar con grandes portfolios
  - Se supone portfolios con  $M$  posiciones (préstamos) dadas a distintas contrapartes
  - Trata de predecir la distribución subyacente de pérdidas a un intervalo fijo temporal (que por lo general es 1 año)
  - Información requerida por cada contraparte:
    - Parámetros de: PD, LGD, EAD por contraparte
    - Asignación de las contrapartes a un sector y/o país, y/o industria y/o ...
  - Se requiere el siguiente reporting:



# Introducción al Riesgo de Crédito

Modelos Comerciales de Riesgo de Crédito: CreditRisk +



- CreditRisk+ con R: La librería GCPM
  - Es importante la determinación de la estructura de correlaciones. La asignación de contrapartes a agrupaciones permite su trazabilidad interna y externa (entre grupos)
  - En este caso el paquete hace uso de que se consigue una fórmula analítica cerrada mediante la aplicación de las funciones generatrices, con lo que la aplicación a grandes portfolios no toma un tiempo excesivo

## Demo: Un modelo Simple con la Librería GCPM con R

# Fin Parte 1



# Agenda



1.- Introducción al Riesgo de Crédito

**2.- Aspectos Regulatorios en Banca y Seguros**

3.- Introducción a Shiny

4.- Desarrollo de Aplicaciones para Riesgo de Crédito: Ejemplos prácticos

5.- ThinkBig Analytics: Hacia una Solución de Riesgo de Crédito con R

6.- Conclusiones finales

# Aspectos Regulatorios en Banca y Seguros

Normativa Basilea



A TERADATA COMPANY

## COMITÉ DE SUPERVISIÓN BANCARIA DE BASILEA

- Fue creado a finales de 1974 por los países del G-10 para coordinar la supervisión de los **“bancos internacionalmente activos”**
- España se incorpora al Comité en Febrero 2001<sup>(1)</sup>
- **Principales logros:**
  - Fijación de criterios de colaboración entre supervisores y principios básicos de supervisión
  - Fijación de unos requerimientos mínimos de recursos propios
- **Sus recomendaciones no son normas.** Sin embargo, tienen una gran influencia en las regulaciones y prácticas supervisoras nacionales
- Hay distintos grupos de trabajo

*[www.bis.org](http://www.bis.org)*

<sup>(1)</sup> Composición actual del Comité: EE.UU., Canadá, Japón, UK, Alemania, Francia, Italia, España, Bélgica, Holanda, Luxemburgo, Suecia y Suiza.

# Aspectos Regulatorios en Banca y Seguros

## Normativa Basilea I



- EL PRIMER ACUERDO DE CAPITAL: BASILEA I (en vigor 1988) [www.bis.org](http://www.bis.org)
- Tuvo una gran acogida y más de 130 países lo adoptaron en sus correspondientes regulaciones
- Por primera vez se define un nivel de solvencia mínimo y común, un mínimo de un 8% de todos los activos con riesgo de: Crédito y Mercado
- Establece 5 categorías de activos ponderados entre el 0% y el 100% y 2 niveles de calidad de capital Tier 1 y Tier 2
- Problemas del Acuerdo:
  - No mide adecuadamente el Riesgo de Crédito
  - Arbitraje regulatorio: Igual capital para riesgos muy distintos entre sí
  - No sesga hacia una mejora en la tecnificación de la gestión del riesgo de crédito

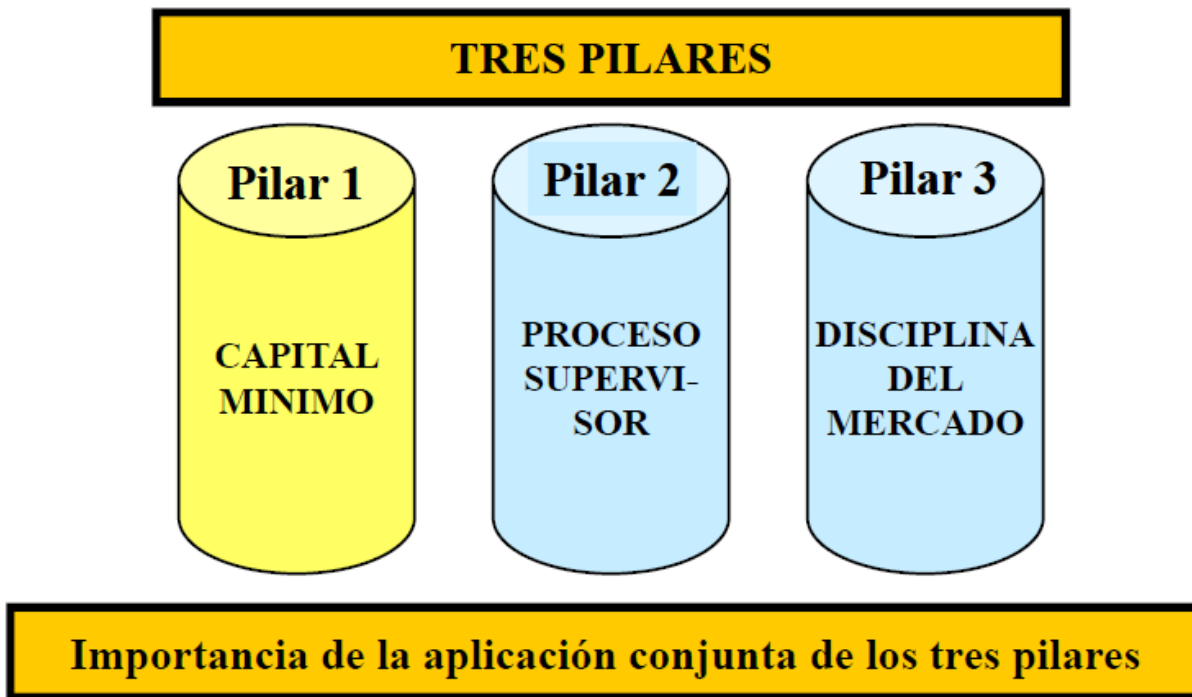
# Aspectos Regulatorios en Banca y Seguros

Normativa Basilea II



A TERADATA COMPANY

## ESTRUCTURA DEL NUEVO ACUERDO (I)



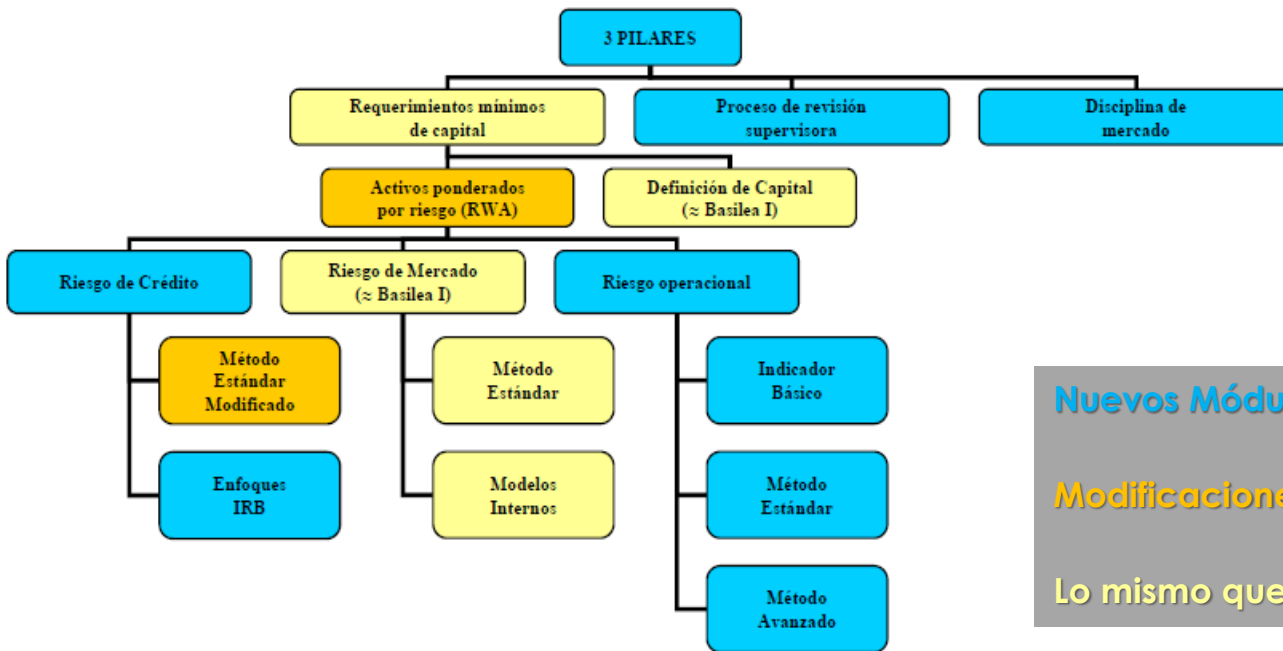
# Aspectos Regulatorios en Banca y Seguros

## Normativa Basilea II



A TERADATA COMPANY

### ESTRUCTURA BASICA BASILEA II



Nuevos Módulos

Modificaciones importantes

Lo mismo que Basilea I

# Aspectos Regulatorios en Banca y Seguros

## Normativa Basilea II



A TERADATA COMPANY

Capital económico es una protección contra las pérdidas inesperada futuras bajo un Nivel de Confianza

Capital Económico es el Best Estimate del capital

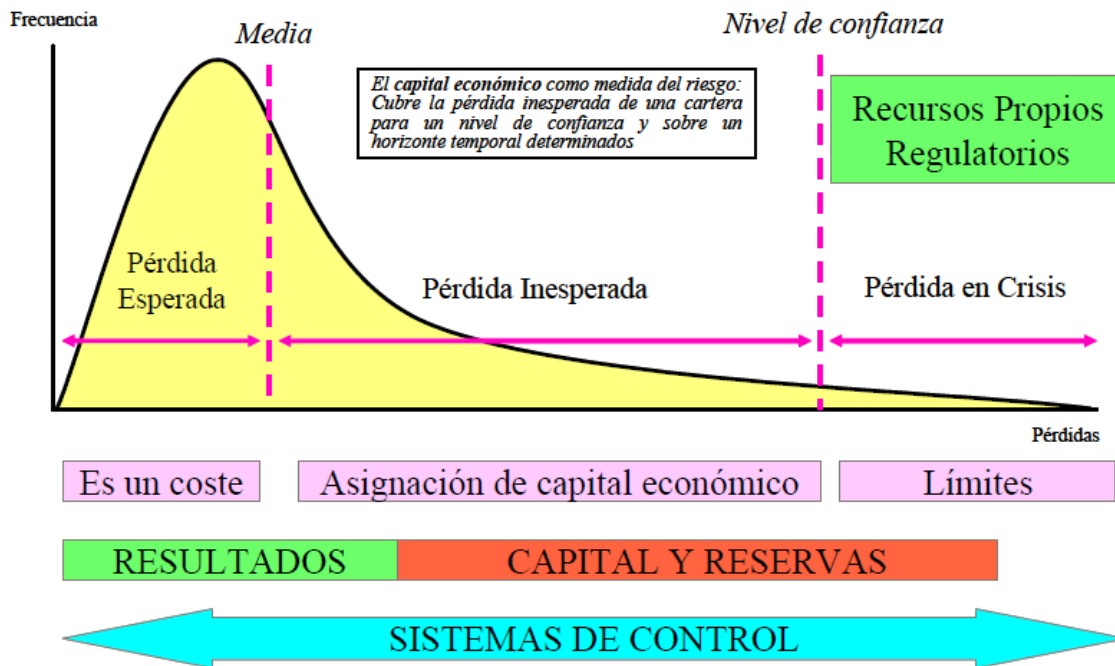
El capital económico considera dos conceptos:

Concentración (concepto -)

Diversificación (concepto +)

Basilea II acerca los dos conceptos de capital

### MARCO CONCEPTUAL



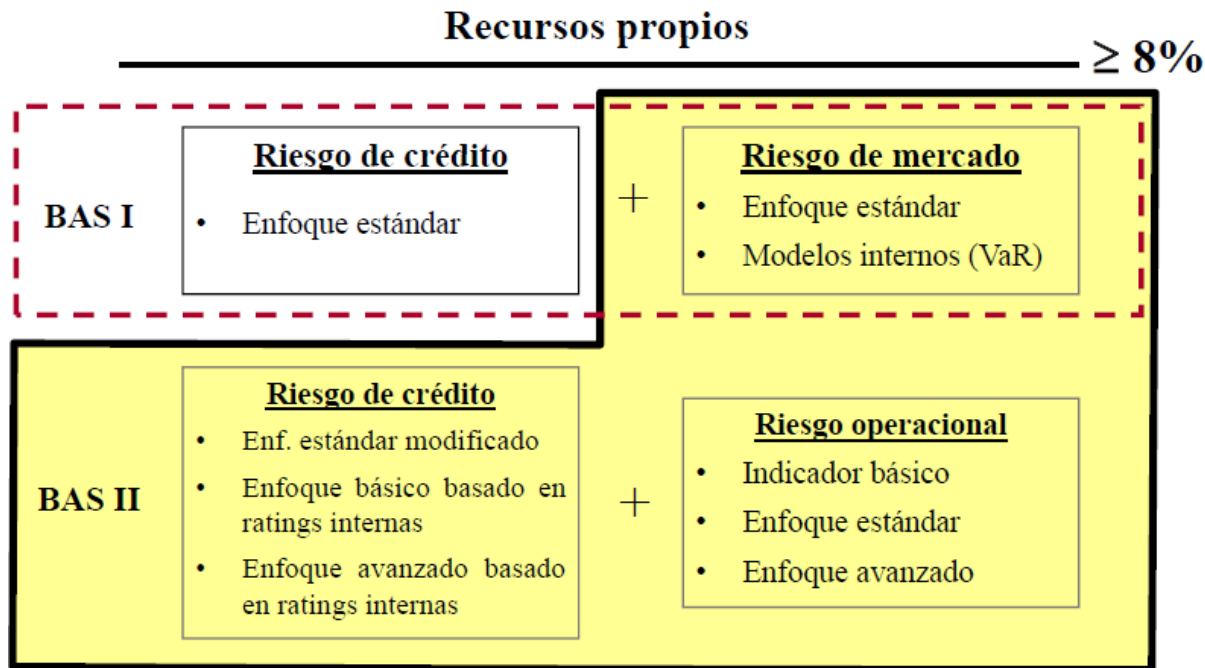
# Aspectos Regulatorios en Banca y Seguros

Normativa Basilea II



A TERADATA COMPANY

## PILAR I: Comparación entre Basilea I y Basilea II



# Aspectos Regulatorios en Banca y Seguros

## Normativa Basilea II



A TERADATA COMPANY

**1) Enfoque estándar:** Sistema basado en ratings externas

**2) Enfoque IRB** (Internal rating based approach): Sistema basado en ratings internas

» Se deben cumplir unos requisitos y requieren la **aprobación del supervisor**

» **Enfoque evolutivo:** A medida que las entidades mejoren sus sistemas de medición y control podrán utilizar mas datos internos para el cálculo del capital



- **La obtención de la PD es el elemento clave en el enfoque IRB**
- Tanto para el enfoque básico como avanzado
- La entidad debe contar con un sistema de calificación que permita calcular la probabilidad de impago para cada categoría de clientes
- Debe ser una medida conservadora de la media a largo plazo de la PD de cada categoría y basarse en la experiencia histórica de la entidad
- PD mínima = 0,03% excepto en soberano
- Horizonte temporal de 1 año
- Periodos mínimos de observación:
  - IRB básico: PD = 5 años
  - IRB avanzado: LGD y EAD = 7 años
  - En “retail” 5 años (PD, LGD y EAD)
- Definición de impago y definición de pérdida

### CONCEPTOS PREVIOS: Modelización Riesgo Crédito

#### FACTORES DE RIESGO

- 1) PROBABILIDAD DE INCUMPLIMIENTO (PD: Probability of default)
- 2) SEVERIDAD (LGD: Loss Given Default)
- 3) EXPOSICION (EAD: Exposure at Default)
- 4) PLAZO DE LAS OPERACIONES (M: Maturity)
- 5) DIVERSIFICACION (G: Granularity)
- 6) CORRELACION entre las pérdidas de una cartera

**PERDIDA ESPERADA: EL** (Expected Loss)

**EL = PD x LGD x EAD**

**PERDIDA INESPERADA: UL** (Unexpected Loss)

**MODELOS**



# Aspectos Regulatorios en Banca y Seguros

## Normativa Basilea II (Circular 2008 del BdE)



A TERADATA COMPANY

3. El valor de las pérdidas esperadas por riesgo de crédito en las categorías de Administraciones centrales y bancos centrales, Instituciones, Empresas y Minoristas se calculará aplicando las siguientes fórmulas:

$$\text{Pérdida esperada, en porcentaje (EL)} = \text{PD} \times \text{LGD}$$

$$\text{Valor de la pérdida esperada} = \text{EL} \times \text{valor de la exposición (EAD)}$$

Si PD = 100%, encontrándose, por tanto, la exposición en situación de incumplimiento, y la entidad de crédito se encuentra autorizada para utilizar estimaciones propias de LGD, EL será igual a ELbe, siendo ELbe la mejor estimación de pérdida esperada de la entidad de crédito para la exposición en situación de incumplimiento a que se refiere el apartado 34 de la NORMA TRIGÉSIMA SEGUNDA

### Tratamiento de las pérdidas esperadas.

9. A efectos de lo dispuesto en el apartado e) de la NORMA OCTAVA, las pérdidas esperadas a que se refieren los apartados 3, 4 y 8 de esta NORMA (y el apartado 6 de la norma VIGÉSIMA NOVENA para el riesgo de dilución, en su caso) se restarán de la suma de los las correcciones de valor por deterioro y de las provisiones relacionadas con las exposiciones a que dichos apartados se refieren.

Los descuentos sobre las exposiciones de elementos del balance adquiridos en situación de incumplimiento con arreglo al apartado 1 de la NORMA VIGÉSIMA OCTAVA recibirán el mismo tratamiento que los ajustes por valoración.

En ningún caso se tendrán en cuenta, a efectos de lo señalado en los párrafos anteriores de este apartado, las pérdidas esperadas de las exposiciones titulizadas, las correcciones de valor por deterioro ni las provisiones relacionadas con estas exposiciones.

### **Exposiciones frente a administraciones centrales y bancos centrales, instituciones y empresas.**

6. El cálculo de las exposiciones ponderadas por riesgo de crédito en las categorías de Administraciones centrales y bancos centrales, Instituciones y Empresas, incluidas las exposiciones de financiación especializada respecto de las que la entidad de crédito pueda demostrar que es capaz de calcular estimaciones propias de la PD que cumplan los requisitos mínimos establecidos en las NORMAS TRIGÉSIMA PRIMERA y TRIGÉSIMA SEGUNDA, es el producto de la ponderación de riesgo (RW) por el valor de la exposición (EAD) y se realizará en función de los parámetros de riesgo que deben utilizarse, en cada caso, de conformidad con lo previsto en los apartados 8 a 11 de esta NORMA y en el apartado 8 de la NORMA VIGÉSIMA TERCERA. A su vez, la ponderación de riesgo (RW), se calculará aplicando la siguiente fórmula <sup>80</sup>:

$$\text{«Ponderación de riesgo (RW)} = [\text{LGD} \times \text{N}[(1 - \text{R})^{0.5} \times \text{G}(\text{PD}) + (\text{R}/(1 - \text{R}))^{0.5} \times \text{G}(0,999)] - (\text{PD} \times \text{LGD})] \times (1 - 1,5 \times \text{b})^{-1} \times (1 + (\text{M} - 2,5) \times \text{b}) \times 12,5 \times 1,06 \text{.»}$$

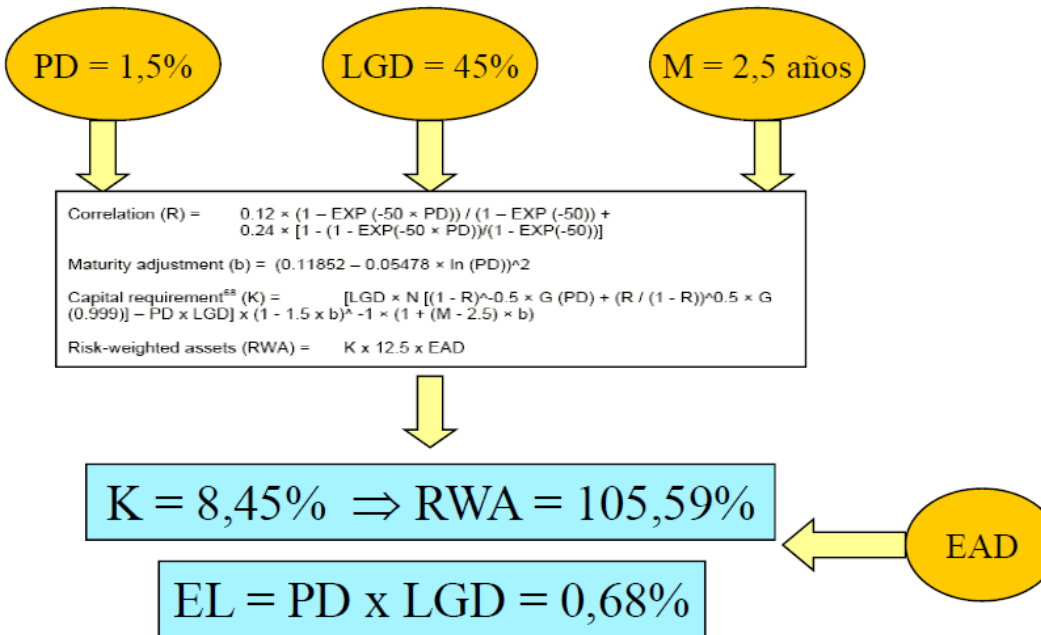
8. En la categoría de Empresas, cuando el volumen de ventas anual del grupo consolidado del que forme parte la empresa frente a la que se tenga la exposición sea inferior a 50 millones de euros, las entidades de crédito podrán utilizar la siguiente fórmula de correlación para el cálculo de las ponderaciones de riesgo prevista en el apartado 6 de esta NORMA:

$$\text{Correlación (R)} = 0,12 \times (1 - \text{EXP}(-50 \times \text{PD})) / (1 - \text{EXP}(-50)) + 0,24 \times [1 - (1 - \text{EXP}(-50 \times \text{PD})) / (1 - \text{EXP}(-50))] - 0,04 \times (1 - (\text{S} - 5) / 45)$$

# Aspectos Regulatorios en Banca y Seguros

Normativa Basilea II (Circular 2008 del BdE)

## Ejemplo: Crédito a una empresa



# Aspectos Regulatorios en Banca y Seguros

## Normativa Basilea III (La redefinición del Capital Regulatorio)



A TERADATA COMPANY

### Basel III: A global regulatory framework for more resilient banks and banking systems

35. During the early "liquidity phase" of the financial crisis, many banks – despite adequate capital levels – still experienced difficulties because they did not manage their liquidity in a prudent manner. The crisis again drove home the importance of liquidity to the proper functioning of financial markets and the banking sector. Prior to the crisis, asset markets were buoyant and funding was readily available at low cost. The rapid reversal in market conditions illustrated how quickly liquidity can evaporate and that illiquidity can last for an extended period of time. The banking system came under severe stress, which necessitated central bank action to support both the functioning of money markets and, in some cases, individual institutions.

#### 1. Liquidity Coverage Ratio

40. The LCR is intended to promote resilience to potential liquidity disruptions over a thirty day horizon. It will help ensure that global banks have sufficient unencumbered, high-

#### 2. Net Stable Funding Ratio

42. The NSFR requires a minimum amount of stable sources of funding at a bank relative to the liquidity profiles of the assets, as well as the potential for contingent liquidity needs arising from off-balance sheet commitments, over a one-year horizon. The NSFR aims to limit over-reliance on short-term wholesale funding during times of buoyant market liquidity and encourage better assessment of liquidity risk across all on- and off-balance sheet items.

#### I. Definition of capital

##### A. Components of capital

##### *Elements of capital*

49. Total regulatory capital will consist of the sum of the following elements:

1. Tier 1 Capital (going-concern capital)
  - a. Common Equity Tier 1
  - b. Additional Tier 1
2. Tier 2 Capital (gone-concern capital)

For each of the three categories above (1a, 1b and 2) there is a single set of criteria that instruments are required to meet before inclusion in the relevant category.<sup>9</sup>

#### *Limits and minima*

50. All elements above are net of the associated regulatory adjustments and are subject to the following restrictions (see also Annex 1):

- Common Equity Tier 1 must be at least 4.5% of risk-weighted assets at all times.
- Tier 1 Capital must be at least 6.0% of risk-weighted assets at all times.
- Total Capital (Tier 1 Capital plus Tier 2 Capital) must be at least 8.0% of risk-weighted assets at all times.

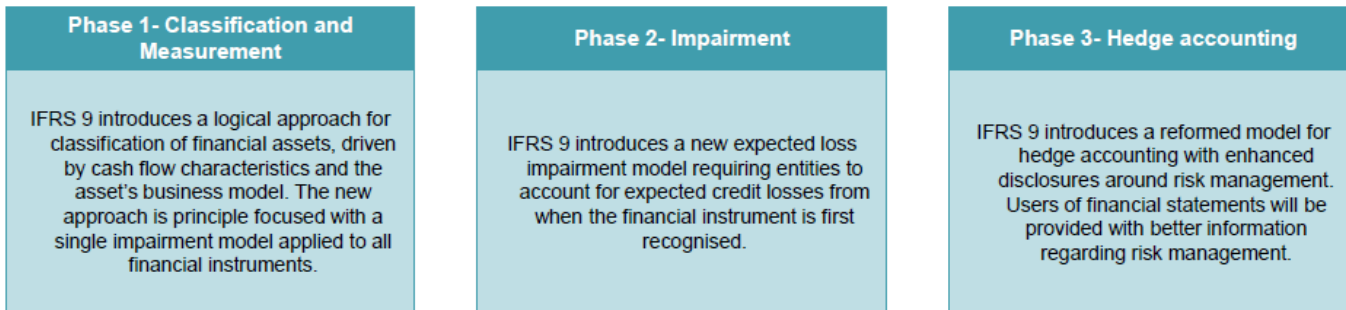
# Aspectos Regulatorios en Banca y Seguros

## Normativa IFRS9: Actuaciones Pro-activas en Riesgo de Crédito

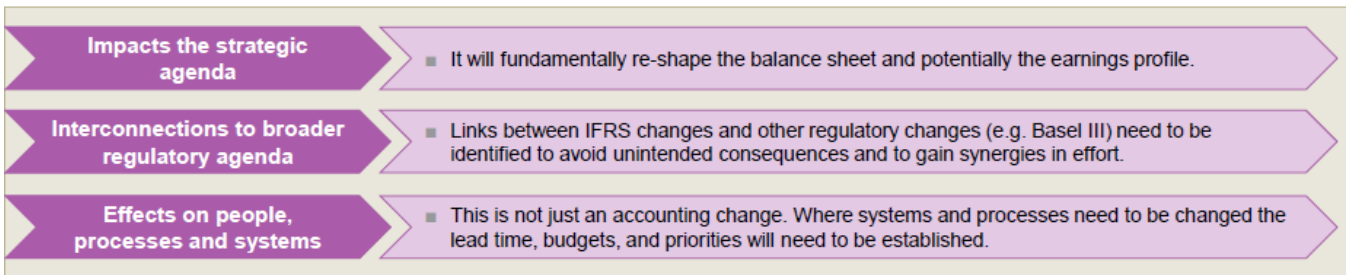


A TERADATA COMPANY

**IFRS 9 consists of three 'Phases' (parts):**



**IFRS 9 is expected to have a large impact on firms:**



# Aspectos Regulatorios en Banca y Seguros

## Normativa IFRS9: Actuaciones Pro-activas en Riesgo de Crédito

**IFRS 9 represents a considerable change to impairment measurement when compared to IAS 39 (the 'incurred loss' model)**

Expected credit losses are an estimate of losses that an entity expects as a result from a credit event, such as a default event.

Under IAS 39, provisions shall cover only incurred losses even if not yet identified.

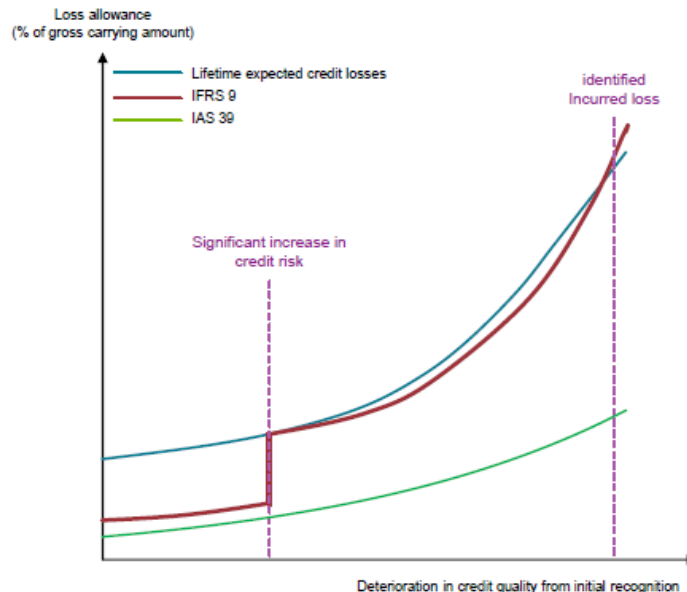
Under IFRS 9,

- 1) Recognize 12-month EL from initial recognition
- 2) Recognize lifetime EL when credit risk has increased significantly since initial recognition.

### Key Impacts

- Significant increase in number and complexity of judgements (what is a 'significant' increase in credit risk?)
- Challenging implementation / operationalisation e.g. resources required to assess, modify and/or build models
- Key performance indicators may be significantly affected
- Potential impact on profit or loss volatility

Loss allowance under IFRS 9 and IAS 39



**Understanding the impact of IFRS 9 stage allocation / transfer criteria on total allowance is a consideration that should begin when evaluating classification and measurement**

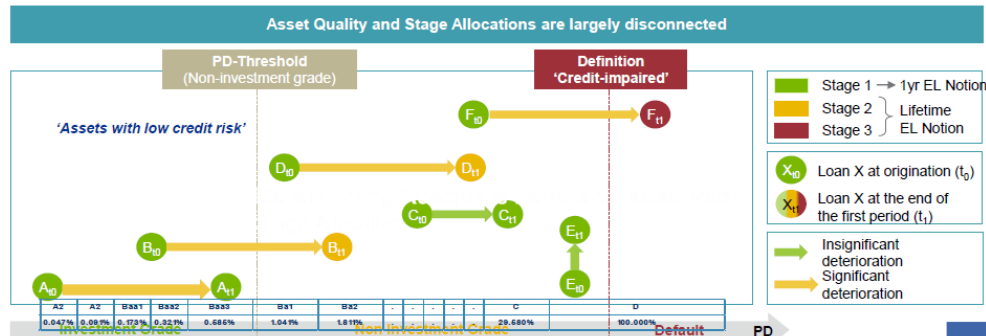
# Aspectos Regulatorios en Banca y Seguros

## Normativa IFRS9: Actuaciones Pro-activas en Riesgo de Crédito

The below example on asset quality and stage allocation is illustrative only.



A TERADATA COMPANY



- IFRS 9 requires different levels of provisioning for different assets depending on whether or not there has been significant deterioration in the past
- Determining the correct stage requires knowledge of the current and original credit risk levels, which is information not readily available in typical front office and risk systems

Allocating the assets to stages and providing historical information for disclosures is a new challenge that is not possible in legacy systems and requires an extended data warehouse

Requirements

- Use of best available (internal and external) information for making forward-looking loss estimations that is reasonably available, including information about:
  - past events
  - current conditions
  - reasonable and supportable forecasts of future events and economic conditions
- ECL is defined as a probability – weighted expected value
- ECL includes losses on both principal and interest on a discounted basis
- Validation/backtesting required
- ECL-estimations may consist of a combination of
  - short-term estimations and
  - extrapolation of projections from available, detailed information for periods far in the future

- Multi-year PDs over the remaining expected life of the asset (marginal PD)
- Consideration of cures
- Point-in-time PD required for first years, then mean reversion
- Estimate of cash flow structure over the lifetime, based on IFRS Book Value
- Cash flow structures includes prepayments (deterministic and stochastic)

$$ECL = \sum_{t=1}^T PD_t \cdot LGD_t \cdot EAD_t \cdot D_t$$

- Consideration of macroeconomic cycles/business forecasts
- Point-in-time analysis required (Through-the-cycle averages not adequate)
- Consider correlations between the parameters PD, LGD and EAD
- All assumptions must be validated (conservative assumptions are not allowed)
- Multi-year LGD over the lifetime of the asset
- marginal LGD required; no downturn scenario, no internal costs
- Effective interest rate
- Adjusted for purchase or originated credit-impaired (POCI) assets

# Aspectos Regulatorios en Banca y Seguros

## Regulación en Seguros: Conceptos Básicos



- **Elementos peculiares en seguros:** En seguros no se entrega un desembolso económico, sino un compromiso de que este tendrá lugar dado un siniestro

- **Normativa Contable:** PGC seguros RD 1317/2008, 1736/2010 y 1318/2008

GRUPOS CONTABLES	
PLAN GENERAL DE CONTABILIDAD	PLAN DE LAS ENTIDADES ASEGURADORAS
	0- Reclasificación de gastos por destino
1- Financiación básica	1- Financiación básica
2- Activo no corriente	2- Inmovilizado e inversiones
3- Existencias	3- Provisiones técnicas
4- Acreedores y deudores por operaciones comerciales	4- Acreedores y deudores por operaciones de tráfico.
5- Cuentas financieras	5- Cuentas financieras
6- Compras y gastos	6- gastos
7- Ventas e ingresos	7- Ingresos
8- Gastos imputados al patrimonio neto	8- Gastos imputados al patrimonio neto
9- Ingresos imputados al patrimonio neto	9- Ingresos imputados al patrimonio neto

- Especial tratamiento merecen las provisiones

Este planteamiento no es exclusivo de las entidades aseguradoras españolas. El mercado europeo único exige que se establezcan unas reglas comunes para todas las entidades aseguradoras que operan dentro de su marco económico, una de las reglas comunes más importante es la cuantificación y constitución de las provisiones técnicas.

Las primeras directivas comunitarias de vida y no vida<sup>2</sup> se limitaron a enunciar la necesidad de la constitución de provisiones técnicas como son:

- De primas no consumidas
- De riesgos en curso
- De seguros de vida
- De siniestros
- De participación en beneficios y para extornos
- De pólizas de seguros de vida cuyo riesgo de inversión lo asume el tomador del seguro.

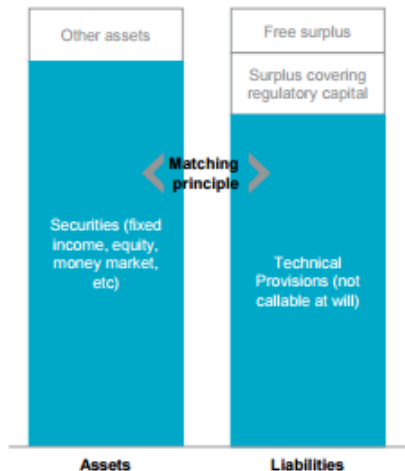
# Aspectos Regulatorios en Banca y Seguros

## Regulación en Seguros: Diferencia Banca - Seguros

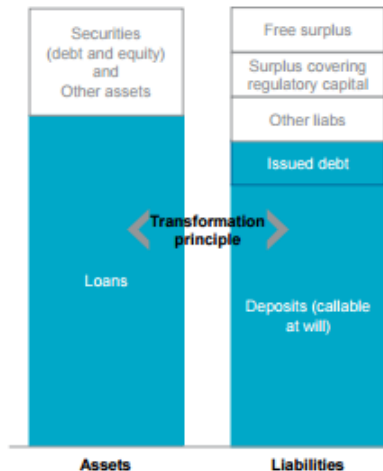


A TERADATA COMPANY

Insurer balance sheet (illustrative, non economic)



Bank balance sheet (illustrative, non economic)



An insurer's liabilities will not normally be accelerated through the wind-down. Policyholders and claimants normally do not have the right to terminate contracts in case of insolvency. Of course, in the interest of efficiency, the administrator may try and commute or novate policies to accelerate settlements; in some jurisdictions, authorities can even assign policies to solvent insurers. Insurers also do not rely on funding through debt instruments to any significant degree or on short-term liquidity that would dry up in case of financial distress.

In contrast, for banks, the funding side of the balance sheet will begin to evaporate as soon as doubts over its solvency emerge—the expectation of financial stress often triggers a run on the bank as customers attempt to recover their funds and short-term investors stop rolling over their investments. In turn, the liquidity position of the bank would deteriorate further, leading to rating downgrades and wider consequences such as termination of important contracts, margin calls on derivatives, etc. While central banks are typically available as lenders of last resort for solvent



# Aspectos Regulatorios en Banca y Seguros

## Regulación en Seguros: Solvencia II (Directiva 2009/138/CE)



A TERADATA COMPANY

### Artículo 44 Gestión de riesgos

1. Las empresas de seguros y de reaseguros dispondrán de un sistema eficaz de gestión de riesgos, que comprenderá las estrategias, los procesos y los procedimientos de información necesarios para identificar, medir, vigilar, gestionar y notificar de forma continua los riesgos a los que, a nivel individual y agregado, estén o puedan estar expuestas, y sus interdependencias.

Ese sistema de gestión de riesgos será eficaz y estará debidamente integrado en la estructura organizativa y en el proceso de toma de decisiones de la empresa de seguros o de reaseguros, y tendrá debidamente en cuenta a las personas que de hecho gestionan la empresa o ejercen otras funciones fundamentales.

2. El sistema de gestión de riesgos abarcará los riesgos que se tendrán en cuenta en el cálculo del capital de solvencia obligatorio, según lo previsto en el artículo 101, apartado 4, así como los riesgos que no se tengan en cuenta o se tengan en cuenta parcialmente en dicho cálculo.

### Artículo 47 Auditoría interna

1. Las empresas de seguros y de reaseguros contarán con una función eficaz de auditoría interna.

La función de auditoría interna abarcará la comprobación de la adecuación y eficacia del sistema de control interno y de otros elementos del sistema de gobernanza.

2. La función de auditoría interna deberá ser objetiva e independiente de las funciones operativas.

3. Las conclusiones y recomendaciones derivadas de la auditoría interna se notificarán al órgano de administración, dirección o supervisión, que determinará qué acciones habrán de adoptarse con respecto a cada una de las conclusiones y recomendaciones de la auditoría interna y garantizará que dichas acciones se lleven a cabo.

- g) pronunciarse sobre la política general de suscripción;
- h) pronunciarse sobre la adecuación de los acuerdos de reaseguro;
- i) contribuir a la aplicación efectiva del sistema de gestión de riesgos a que se refiere el artículo 44, en particular en lo que respecta a la modelización del riesgo en que se basa el cálculo de los requisitos de capital establecidos en el capítulo VI, secciones 4 y 5, y a la evaluación a que se refiere el artículo 45.

### Función actuarial

1. Las empresas de seguros y de reaseguros contarán con una función actuarial eficaz para:

- a) coordinar el cálculo de las provisiones técnicas;
- b) cerciorarse de la adecuación de las metodologías y los modelos de base utilizados, así como de las hipótesis empleadas en el cálculo de las provisiones técnicas;
- c) evaluar la suficiencia y la calidad de los datos utilizados en el cálculo de las provisiones técnicas;
- d) cotejar las mejores estimaciones con la experiencia anterior;
- e) informar al órgano de administración, dirección o supervisión sobre la fiabilidad y la adecuación del cálculo de las provisiones técnicas;
- f) supervisar el cálculo de las provisiones técnicas en los casos contemplados en el artículo 82;
- g) pronunciarse sobre la política general de suscripción;

# Aspectos Regulatorios en Banca y Seguros



A TERADATA COMPANY

## Regulación en Seguros: Solvencia II (Directiva 2009/138/CE)

### Artículo 101

#### Cálculo del capital de solvencia obligatorio

1. El capital de solvencia obligatorio se calculará con arreglo a lo dispuesto en los apartados 2 a 5.
2. El capital de solvencia obligatorio se calculará partiendo del principio de continuidad del negocio de la empresa.

3. El capital de solvencia obligatorio se calibrará de tal modo que se garantice que todos los riesgos cuantificables a los que una empresa de seguros o de reaseguros está expuesta se tengan en cuenta. Cubrirá las actividades existentes y las nuevas actividades que se espere realizar en los siguientes doce meses. En relación con la actividad existente, deberá cubrir exclusivamente las pérdidas inesperadas.

El capital de solvencia obligatorio será igual al valor en riesgo de los fondos propios básicos de una empresa de seguros o de reaseguros, con un nivel de confianza del 99,5 %, a un horizonte de un año.

4. El capital de solvencia obligatorio cubrirá, como mínimo, los siguientes riesgos:

- a) riesgo de suscripción en el seguro distinto del seguro de vida;
- b) riesgo de suscripción en el seguro de vida;
- c) riesgo de suscripción del seguro de enfermedad;
- d) riesgo de mercado;
- e) riesgo de crédito;
- f) riesgo operacional.

### Artículo 103

#### Estructura de la fórmula estándar

El capital de solvencia obligatorio calculado con arreglo a la fórmula estándar será igual a la suma de lo siguiente:

- a) el capital de solvencia obligatorio básico, conforme al artículo 104;
- b) el capital de solvencia obligatorio por riesgo operacional, conforme al artículo 107;
- c) el importe del ajuste destinado a tener en cuenta la capacidad de absorción de pérdidas de las provisiones técnicas y los impuestos diferidos, conforme al artículo 108.

### Artículo 113

#### Disposiciones específicas para la aprobación de modelos internos parciales

1. Cuando se trate de un modelo interno parcial, las autoridades de supervisión solo darán su aprobación si el modelo cumple los requisitos establecidos en el artículo 112 y se cumplen las siguientes condiciones adicionales:

- a) la empresa justifica adecuadamente las razones por las que se utiliza un modelo de alcance parcial;
- b) el capital de solvencia obligatorio resultante refleja mejor el perfil de riesgo de la empresa y, en particular, es acorde con los principios establecidos en la subsección 1;
- c) su concepción es coherente con los principios establecidos en la subsección 1, de modo que el modelo interno parcial puede integrarse plenamente en la fórmula estándar de determinación del capital de solvencia obligatorio.

# Aspectos Regulatorios en Banca y Seguros

## Regulación en Seguros: Solvencia II (Directiva 2009/138/CE)



A TERADATA COMPANY

### Artículo 120

#### Prueba de utilización

Las empresas de seguros y reaseguros deberán demostrar que el modelo interno se utiliza extensamente y desempeña una importante función por lo que respecta a su sistema de gobernanza, contemplado en los artículos 41 a 50, en particular:

- a) su sistema de gestión de riesgos, según se establece en el artículo 44, y sus procesos de toma de decisiones;
- b) sus procesos de evaluación y asignación de su capital económico y de solvencia, incluida la evaluación a que se refiere el artículo 45.

### Artículo 121

#### Normas de calidad estadística

1. El modelo interno y, en particular, el cálculo de la distribución de probabilidad prevista en que se base, deberá cumplir los requisitos que se establecen en los apartados 2 a 9.

2. Los métodos utilizados para efectuar el cálculo de la distribución de probabilidad prevista se basarán en técnicas actuariales y estadísticas adecuadas que sean aplicables y pertinentes, y guardarán coherencia con los métodos aplicados para calcular las provisiones técnicas.

Los métodos aplicados para el cálculo de la distribución de probabilidad prevista se basarán en información actualizada y fiable, y en hipótesis realistas.

Las empresas de seguros y de reaseguros deberán ser capaces de justificar ante las autoridades de supervisión las hipótesis en que se basa su modelo interno.

3. Los datos utilizados en el modelo interno deberán ser exactos, completos y adecuados.

4. No se exigirá ningún método concreto para el cálculo de la distribución de probabilidad prevista.

Sea cual sea el método de cálculo elegido, el método interno deberá permitir la clasificación de los riesgos de tal manera que exista la garantía de que se aplicará extensamente y ocupará un lugar destacado en el sistema de gobernanza de las empresas de seguros y de reaseguros, en particular en lo que atañe a su sistema de gestión de riesgos y sus procesos de toma de decisiones, así como a la asignación del capital, de conformidad con el artículo 120.

El modelo interno deberá cubrir todos los riesgos significativos a que estén expuestas las empresas de seguros y de reaseguros. Los modelos internos cubrirán, como mínimo, los riesgos que se mencionan en el artículo 101, apartado 4.

5. En lo que atañe a los efectos de diversificación, las empresas de seguros y de reaseguros podrán tener en cuenta en su modelo interno las dependencias existentes dentro de una misma categoría de riesgos, así como entre las distintas categorías de riesgos, siempre que las autoridades de supervisión consideren que el sistema utilizado para evaluar estos efectos de diversificación es adecuado.

# Aspectos Regulatorios en Banca y Seguros

## Regulación en Seguros: Solvencia II (Directiva 2009/138/CE)



A TERADATA COMPANY

### Artículo 124

#### Normas de validación

Las empresas de seguros y de reaseguros deberán prever un ciclo periódico de validación de su modelo, dirigido a comprobar el funcionamiento del modelo interno, verificar que sus especificaciones sigan siendo adecuadas y comparar sus resultados con los obtenidos en la realidad.

El proceso de validación del modelo comprenderá un proceso estadístico eficaz para la validación del modelo interno, que permita a las empresas de seguros y de reaseguros demostrar a las autoridades de supervisión que los requisitos de capital resultantes son adecuados.

Los métodos estadísticos aplicados deberán servir para comprobar la validez de distribución de probabilidad prevista, no solo frente al historial de pérdidas, sino también frente a cualquier nuevo dato relevante e información pertinente a ese respecto.

El proceso de validación del modelo incluirá un análisis de la estabilidad del modelo interno y, en particular, de la sensibilidad de los resultados del modelo interno frente a las modificaciones de las principales hipótesis de base. Comprenderá también el examen de la exactitud, integridad y adecuación de los datos utilizados por el modelo interno.

### Artículo 125

#### Normas sobre documentación

Las empresas de seguros y de reaseguros deberán justificar documentalmente la estructura y los detalles de funcionamiento de su modelo interno.

La documentación deberá demostrar que se cumple lo dispuesto en los artículos 120 a 124.

Contendrá, además, una descripción detallada de la teoría, las hipótesis y los fundamentos matemáticos y empíricos en que se base el modelo interno.

La documentación indicará toda posible circunstancia en la que el modelo interno pueda no funcionar eficazmente.

### Artículo 165

#### Provisiones técnicas

Los Estados miembros requerirán que las empresas constituyan provisiones técnicas suficientes, que correspondan a las obligaciones de seguro y de reaseguro suscritas en su territorio, calculadas con arreglo al capítulo VI, sección 2. Los Estados miembros exigirán que las empresas valoren los activos y pasivos con arreglo al capítulo VI, sección 1, y determinen los fondos propios con arreglo al capítulo VI, sección 3.

## Fin Parte 2

# Agenda



1.- Introducción al Riesgo de Crédito

2.- Aspectos Regulatorios en Banca y Seguros

**3.- Introducción a Shiny**

4.- ThinkBig Analytics: Hacia una Solución de Riesgo de Crédito con R

5.- Conclusiones finales

# Introducción a Shiny

Shiny permite la construcción de aplicativos web basados en R

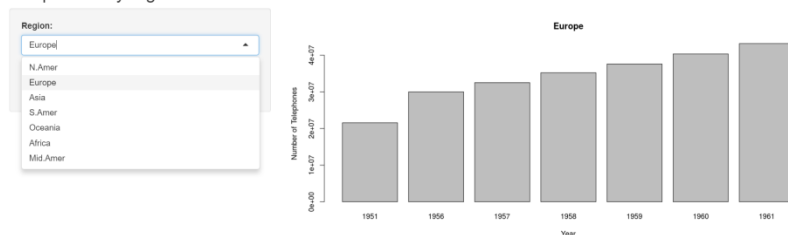
- Ejercicio shiny 1: Distribución del número de teléfonos por Región  
<http://shiny.rstudio.com/gallery/telephones-by-region.html>

- Instalar el package shiny
- Se trata de visualizar el siguiente conjunto de datos sencillo. Ver:

	N.Amer	Europe	Asia	S.Amer	Oceania	Africa	Mid.Amer
1951	45939	21574	2876	1815	1646	89	555
1956	60423	29990	4708	2568	2366	1411	733
1957	64721	32510	5230	2695	2526	1546	773
1958	68484	35218	6662	2845	2691	1663	836
1959	71799	37598	6856	3000	2868	1769	911
1960	76036	40341	8220	3145	3054	1905	1008
1961	79831	43173	9053	3338	3224	2005	1076

- Se muestra cómo se construye un shiny tal como sigue:

Telephones by region



# Introducción a Shiny

Shiny permite la construcción de aplicativos web basados en R



A TERADATA COMPANY

- Ejercicio shiny 2: Subir Ficheros de datos para su reutilización  
<http://shiny.rstudio.com/gallery/file-upload.html>

```
GermanData.csv
1 quaCheckaccount,numDuration,qu
2 A11,6,A34,A43,1169,A65,A75,4,A
3 A12,48,A32,A43,5951,A61,A73,2,
4 A14,12,A34,A46,2096,A61,A74,2,
5 A11,42,A32,A42,7882,A61,A74,2,
6 A11,24,A33,A40,4870,A61,A73,3,
7 A14,36,A32,A46,9055,A65,A73,2,
8 A14,24,A32,A42,2835,A63,A75,3,
9 A12,36,A32,A41,6948,A61,A73,2,
10 A14,12,A32,A43,3059,A64,A74,2,
```

- Se muestra cómo se construye un shiny tal como sigue:

The screenshot displays the RStudio environment with a Shiny application. The script editor shows the following code:

```
1 library(shiny)
2
3 # Define UI for data upload app
4 ui <- fluidPage(
5   # App title ----
6   titlePanel("Uploading Files"),
7   # Sidebar layout with input and output
8   sidebarLayout(
9     # Sidebar panel for inputs
10    sidebarPanel(
11      # Input: Select a file -->
12      fileInput("file1", "Choose
13        a file to upload",
14        multiple = TRUE,
15        accept = c("text/csv",
16                  "text/comma-separated-values",
17                  "text/tab-separated-values")
18      ),
19      # Define UI for data upload app
20    ),
21    # Main panel for outputs
22    mainPanel()
23  )
24 )
```

The console shows the following output:

```
R is free software and comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY.
You are welcome to redistribute it under certain conditions.
Type 'license()' or 'licence()' for distribution details.

R is a collaborative project with many contributors.
Type 'contributors()' for more information and
'citation()' on how to cite R or R packages in publications.

Please do not delete the Copyright notice.
```

The file upload interface is shown on the right, titled "Uploading Files". It includes a "Choose CSV File" section with a "Browse..." button and a "GermanData.csv" file selected. The "Upload complete" button is also visible. Below this, there are options for "Header" (checked), "Separator" (Comma), "Quote" (Double Quote), and "Display" (Head).

quaCheckaccount	numDuration	quaCredHist	quaPurpos	numAmount
A11	6	A34	A43	1169
A12	48	A32	A43	5951
A14	12	A34	A46	2096
A11	42	A32	A42	7882
A11	24	A33	A40	4870
A14	36	A32	A46	9055



# Introducción a Shiny

Shiny permite la construcción de aplicativos web basados en R



- La reactividad en Shiny
  - Cuando se ejecuta un Shiny sencillo, se ejecuta de una vez todos los elementos de la aplicación
  - Se trata de controlar la ejecución de ciertas partes del Shiny mediante eventos
  - Se desea que ciertos elementos de Shiny se ejecuten cuando se realizan acciones, no antes de dicha acción como por ejemplo pulsar un botón, hacer click en algún elemento
  - Se analiza un ejemplo final para tratar de entender mejor la reactividad

# Introducción a Shiny

Shiny permite la construcción de aplicativos web basados en R

- Ejercicio shiny 4: Introducción a la reactividad en shiny

## Fin Parte 3

# Agenda



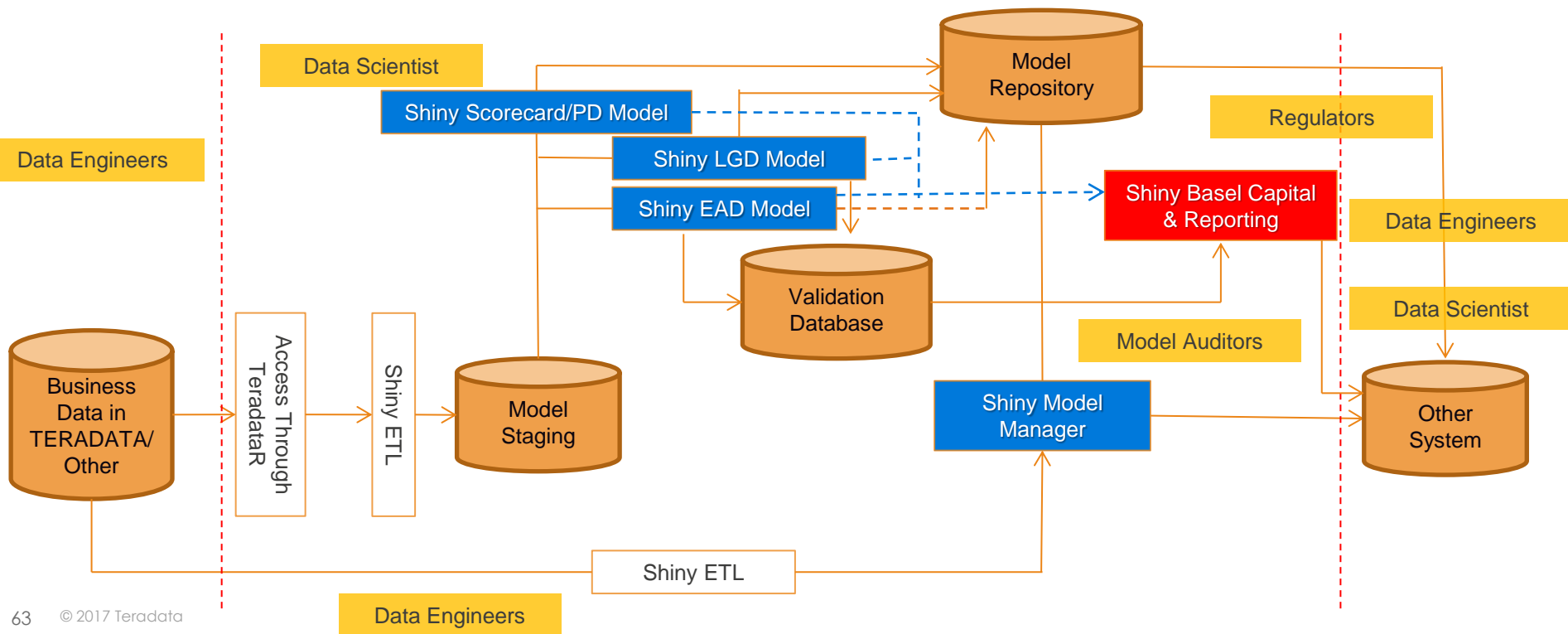
- 1.- Introducción al Riesgo de Crédito
- 2.- Aspectos Regulatorios en Banca y Seguros
- 3.- Introducción a Shiny
- 4.- ThinkBig Analytics: Hacia una Solución de Riesgo de Crédito con R**
- 5.- Conclusiones finales

# Next Improvements



A TERADATA COMPANY

- Vision of Regulatory Capital Computation in Bank



# THING BIG ANALYTICS: Hacia una Solución de Riesgo de Crédito



- Test de Uso: Aplicación de Credit Scoring
- Se trata de decidir si se concede o no un crédito
- Se trata de asociar, en el caso de concesión, un riesgo por operación
- Hay que crear modelos de sencilla interpretación pero válidos para el cálculo de capital:
  - Normativa: GDPR
  - Normativa: Basilea o Solvencia

# THING BIG ANALYTICS: Hacia una Solución de Riesgo de Crédito



- An scorecard model is that model which associates a total sum of points which depend on:
  - The separate values of each variable which constitutes the model
  - According to a pre-defined scale of points
  - A probability prediction of a binary variable 0-1
- Scorecard model are used as first line to offer mortgages, loans, ... in bank industry. Insurance firms use these models in some type of insurances (Example: Credit Risk Insurance)

# THING BIG ANALYTICS: Hacia una Solución de Riesgo de Crédito



- Step 0: We supposed a Total DataSet is given with 2 variables:
  - Age is the explanatory variable
  - An explained binary 0 – 1 variable called Y where 1 is if a client do not pay in a year
- Step 1: Missing Imputation (for example by non-missing mean value)
- Step 2: Training – Test Separation
- Step 3: Training Balancing if rate of 1s is very low. On the contrary  
Training\_Balanced = Training



# THING BIG ANALYTICS: Hacia una Solución de Riesgo de Crédito



- Step 5: Univariate Binning in Training Balanced
  - For example Age could be divided in 3 groups (there are many algorithms to do this automatically):
    - From 18 to 35 years with a high rate of default
    - From 36 to 45 years with a low rate of default
    - From 45 to end with a medium rate of default (this groups have logic according to Modigliani Life Cycle)

# THING BIG ANALYTICS: Hacia una Solución de Riesgo de Crédito



- Step 6: WoE transformation in Training\_Balanced. Age variable is transformed in WoE\_Age a new variable with only 3 values, one for each bin built based in how many 0s and 1s exist in each of them:

$$WoE = \left[ \ln \left( \frac{\text{Relative Frequency of Goods}}{\text{Relative Frequency of Bads}} \right) \right]$$

- Step 7: A logistic model is built among WoE\_Age and Target variables:

$$P[Y = 1] = \frac{1}{1 + e^{\alpha_0 + \alpha_1 WoE\_Age}}$$

# THING BIG ANALYTICS: Hacia una Solución de Riesgo de Crédito



- Step 8: Scoring General Formula

$$Score = Offset + Factor * Ln(odds) \quad odds = \frac{P(Y = 0)}{P(Y = 1)} = e^{\alpha_0 + \alpha_1 WoE\_Edad}$$

$$Score = Offset + Factor * [\alpha_0 + \alpha_1 WoE\_Edad]$$

- Election of Offset (Scale) and Factor (slope):
  - Offset is a free election based on concentration point a usual election is 600, but higher value can be used if more separation is required
  - Factor is a free election based on points to double default. A usual election would be each 20 points probability of default has to be doubled

$$Factor = \frac{20}{Ln(2)}$$

# THING BIG ANALYTICS: Hacia una Solución de Riesgo de Crédito

- Step 9: Imaginary Scorecard Model Parameters
  - WoE\_Age: In [18; 35] We supposed there are 5000 0s and 250 1s  
In [36; 45] We supposed there are 7000 0s and 200 1s  
In [46; +Inf] We supposed there are 8000 0s and 300 1s

$$WoE\_AGE : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{R}$$

$$n \rightarrow \begin{cases} \log\left(\frac{\binom{5000}{250}}{\binom{20000}{750}}\right) = -0.29 & \text{si } n \in [18; 35] \\ \log\left(\frac{\binom{7000}{200}}{\binom{20000}{750}}\right) = 0.27 & \text{si } n \in [36; 45] \\ \log\left(\frac{\binom{8000}{300}}{\binom{20000}{750}}\right) = 0.00 & \text{si } n \in [46; Inf] \end{cases}$$

- Parameter from Logistic Regression:  $\alpha_0 = 3.45$   $\alpha_1 = 5.45$
- Elections: Offset = 600 Factor = 28.85

# THING BIG ANALYTICS: Hacia una Solución de Riesgo de Crédito



- Step 9: Final ScoreCard Model

$$\text{If } Age \in [18;35] \quad Points = 600 + 28.85 \cdot (3.45 + 5.45 \cdot -0.29) = 654.30$$

$$\text{If } Age \in [36;45] \quad Points = 600 + 28.85 \cdot (3.45 + 5.45 \cdot 0.27) = 742.29$$

$$\text{If } Age \in [46;Inf] \quad Points = 600 + 28.85 \cdot (3.45 + 5.45 \cdot 0) = 699.53$$

In this case, each customer is associated to an group and a quantity of points is given. In case of more than one variable, there is an additive factor for each variable and the final score card is the sum of all that factors

# THING BIG ANALYTICS: Hacia una Solución de Riesgo de Crédito

## Properties of a Scorecard Model



- In risk a Scorecard Model gives less point to more risky inputs
- From a scorecard points if offset and factor parameters are known, it is possible to get back probabilities according to the following expression:

$$P(Y = 1) = \frac{1}{1 + e^{\left[\frac{1}{Factor}\right](Score - Offset)}}$$

- Above method can be easily extended to more than one variable in that case, points are distributed among explanatory variables
- A scorecard model is interpretable: A scoring is equal to a sum of points of independent bins of variables

# THING BIG ANALYTICS: Hacia una Solución de Riesgo de Crédito



Demo: Shiny y desarrollo de modelos de Tarjetas de Puntuación

<https://github.com/FJROAR>

# THING BIG ANALYTICS: Hacia una Solución de Riesgo de Crédito



Demo: Shiny y la Gestión de Modelos de Riesgo



# Agenda



1.- Introducción al Riesgo de Crédito

2.- Aspectos Regulatorios en Banca y Seguros

3.- Introducción a Shiny

4.- ThinkBig Analytics: Hacia una Solución de Riesgo de Crédito con R

**5.- Conclusiones finales**

## Fin Parte 4

# Conclusiones Finales



- Actualmente R ofrece un amplio conjunto de librería para el desarrollo de software de riesgo
- R puede integrarse con casi cualquier base de datos del mercado tanto públicas como privadas permitiendo construir aplicaciones donde se tenga controlado en todo momento la gestión del dato
- Mientras que el entorno R-Studio es un marco completo y muy amigable de desarrollo de código R, Shiny resulta sencillo de aprender:
  - Ofrece acabados de bastante calidad sencillos de aprender
  - Permite crear aplicaciones con una adecuada visualización en dispositivos móviles
  - Puede atacar a entornos no sólo locales y de desarrollo, si no también de producción

# Conclusiones Finales



- En temas de computación portátiles con RAM de 16GB o más evitan gran parte de los problemas del pasado permitiendo el procesamiento de algoritmos pesados como los basados en metodología Montecarlo en tiempos prudentiales
- Cada vez más existen iniciativas de puestas en producción en real de sistemas basados en R (y en demás elementos de software libre).
- Invertir en software libre es invertir en libertad. Las ideas no se restringen a una marca, si no que se comparten y se desarrollan en el seno de comunidades, nadie hace un gran desarrollo si otros no han realizado elementos básicos para ello
- Hace unos años la infra-estructura de desarrollos básicos en R aún no era suficientemente rica, actualmente ésta se ha enriquecido notoriamente



A TERADATA COMPANY