



**La Cuantificación del Riesgo Operacional**  
(más que un requerimiento del supervisor una  
necesidad para ser eficientes)  
**Noviembre 2005**



## Introducción

Es del conocimiento general que:

- significa riesgo operacional
- el supervisor evalúa la gestión integral de riesgos, pero...
- los bancos generan lucro cesante
- aun persiste un alto nivel de descontrol sobre el riesgo operacional
- en teoría se sabe como cuantificar el riesgo operacional

Lo que puede tener cabida a duda puede ser:

- el método para cuantificar el riesgo operacional
- que entre más riesgo operacional se asume no incremento el rendimiento
- que los indicadores de gestión no indican nada concreto respecto al riesgo operacional
- que los factores críticos de éxito de la planificación estratégica son los componentes del riesgo operacional

## Convertir lo abstracto en algo más objetivo...

Identificar para controlar:

- \* Riesgo de procesamiento de transacciones
- \* Riesgo Legal / Litigios
- \* Riesgo de Cumplimiento
- \* Riesgo de Seguridad

**Errores en el  
procesamiento de  
transacciones  
(Back office)**

**Inadecuada documentación**

**Cumplimiento de regulaciones**

**Fraudes, crímenes, robos**

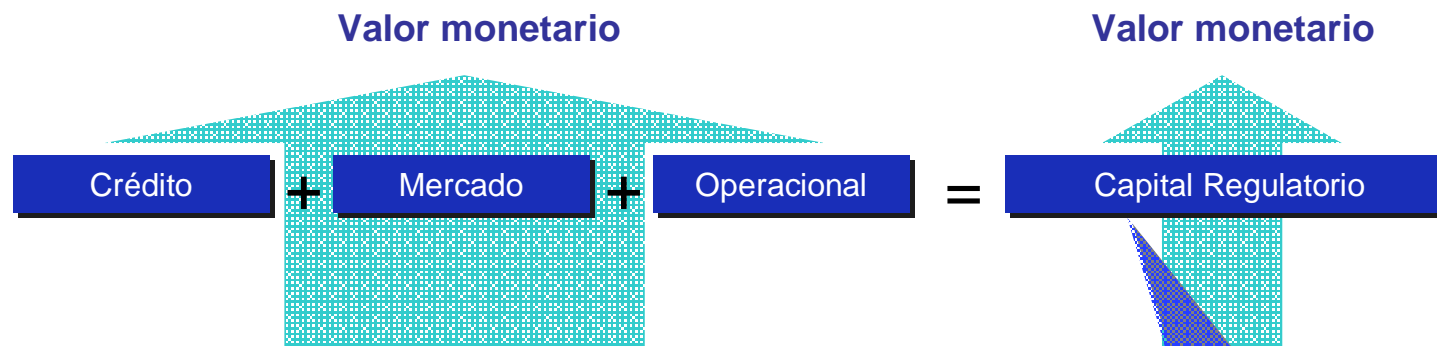
Se excluye:

- \* Riesgo de reputación
- \* Riesgo de negocios
- \* Riesgo estratégico

Fuente: RMA  
Marcelo Cruz, Modeling Operational Risk Model

## Origen de la gestión de riesgo operacional

### Requerimientos de Capital por Tipo de Riesgo



El principal fin es maximizar la rentabilidad, buscando mejorar la gestión en las operaciones relacionadas a las principales líneas de negocios de la institución. Complementado con el apoyo organizado de la función informática

Mejorar eficiencia  
Reduciendo el costo del capital  
inmovilizado y  
aprovisionado

Componentes de  
riesgo operacional

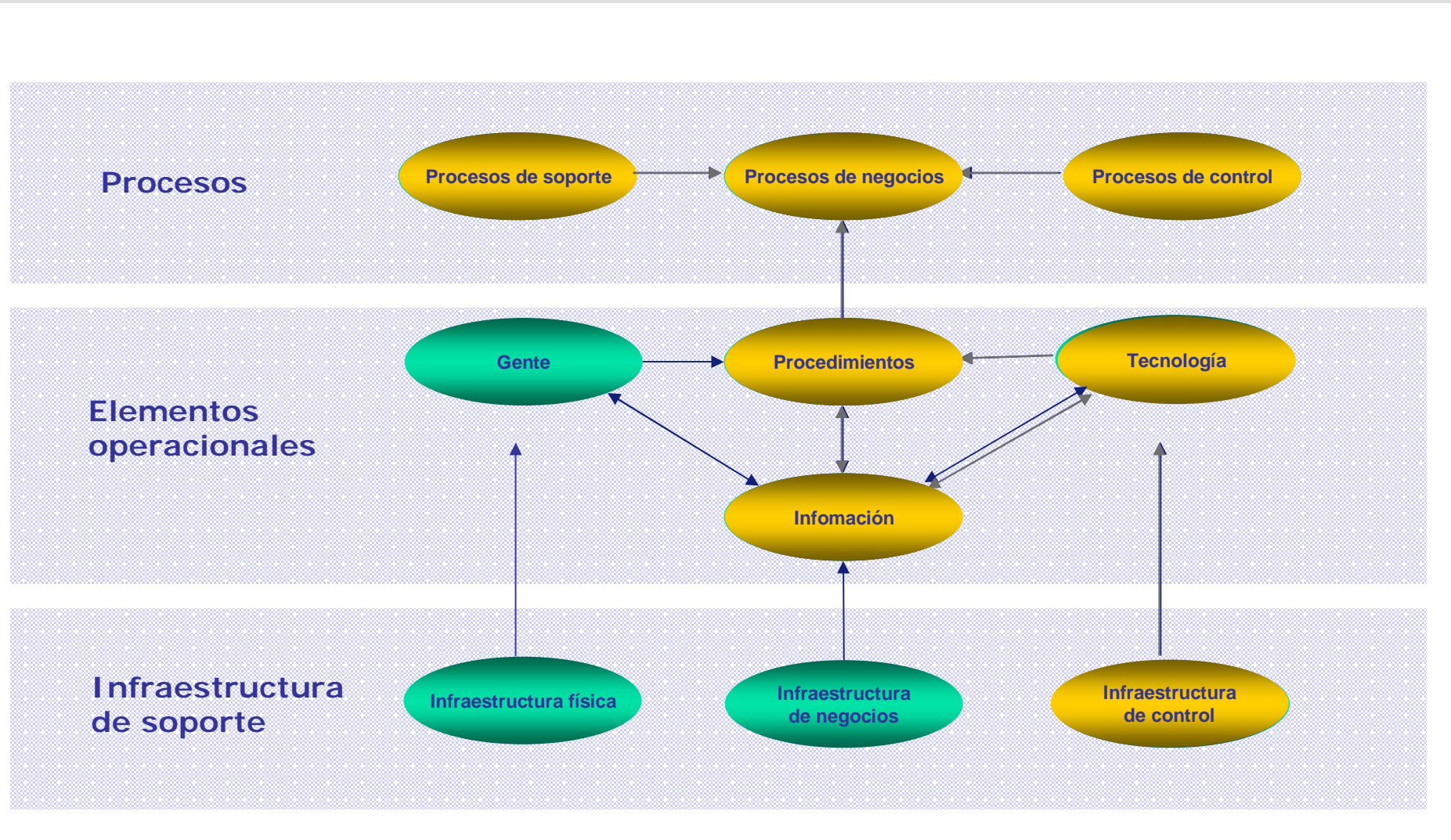
- Tecnología
- Procesos
- Personas
- Eventos externos

Gestión de riesgo  
operacional

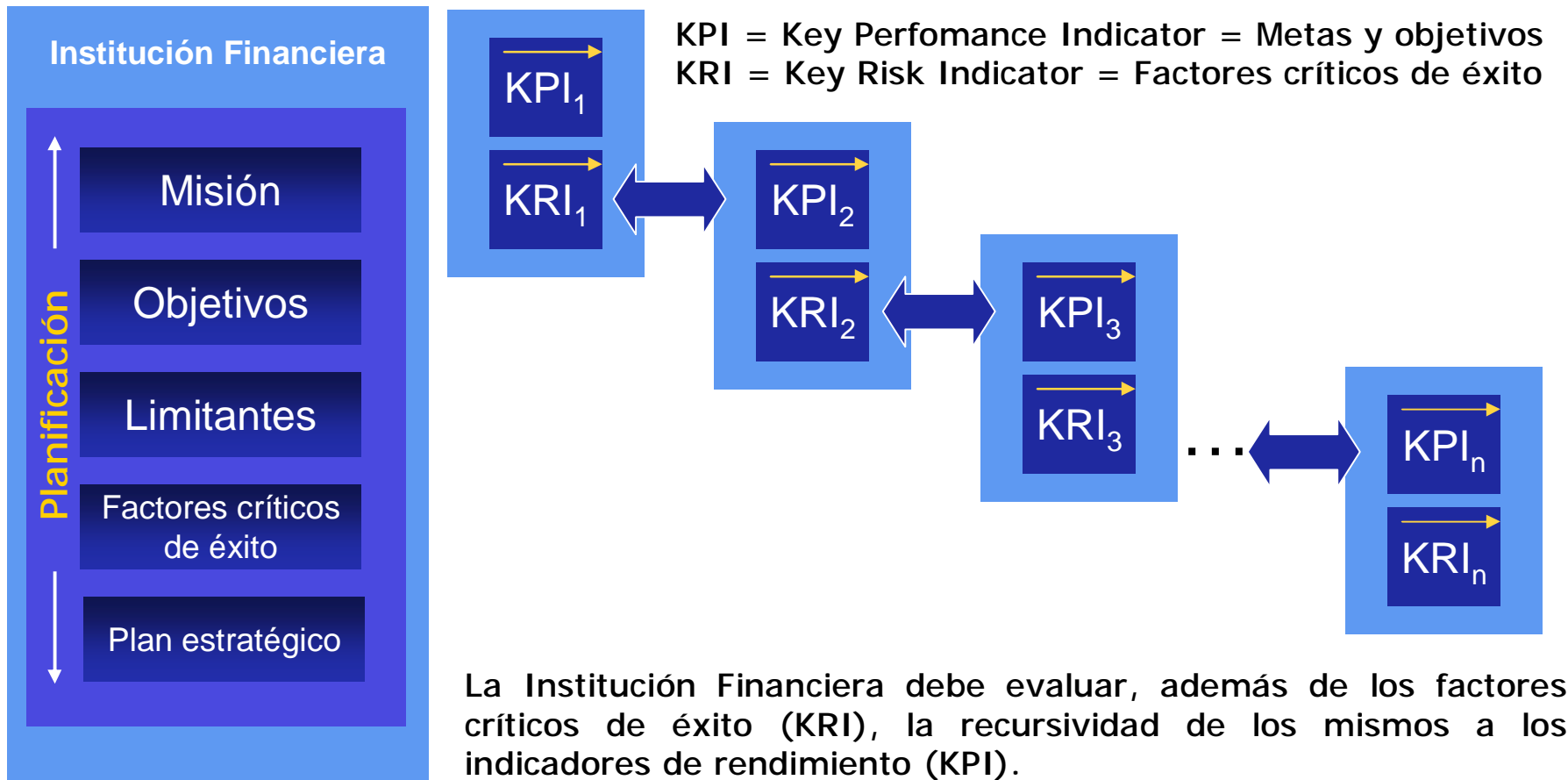


## Los Modelos de Eficiencia

## La gestión bancaria y los modelos de eficiencia



## Indicadores de Desempeño y Riesgo



## Modelos de eficiencia

### Valor Económico Agregado (EVA)<sup>1</sup>



- 1: Economic Value Added
- 2: ELG: Expectative Loss Given
- 3: RAROC: Risk Adjusted Return of Capital



## El cuadro de mando gerencial (Balanced Scorecard)

### ¿Qué es el Cuadro de Mando Gerencial?

Conocido como también como “tablas de control” o “cuadro de mando interno, proporcionan un medio para traducir las evaluaciones cualitativas en datos cuantitativos y fortalece el control de la gestión empresarial.

“Es más que un conjunto de indicadores desordenados que informan la marcha de los aspectos más relevantes de la organización.” (Amat, 1999)

### Características

1. Alinea los objetivos de corto plazo con los objetivos de largo plazo
2. Los indicadores se construyen con la participación de los directivos a partir de la estrategia de la organización
3. Los indicadores se formulan en torno a cuatro perspectivas:
  - Mejora en los empleados
  - Mejora de los procesos
  - Satisfacción de los clientes
  - Resultados económicos - financieros



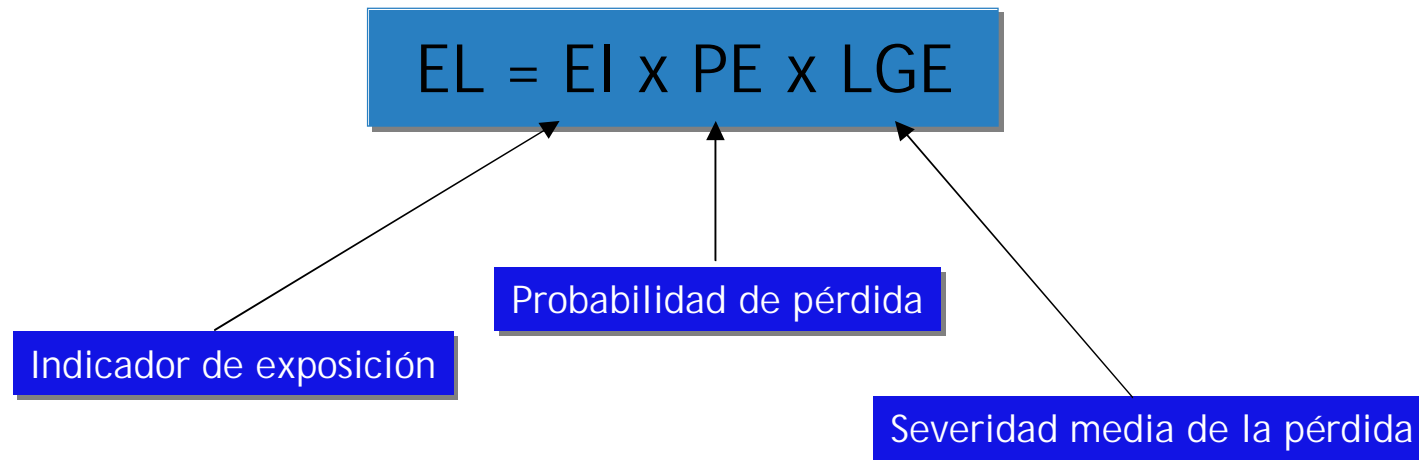


## Cuantificación sensible a los riesgos

## » El Enfoque Avanzado

El método de medición avanzada, requiere que desarrolle un marco operativo robusto que permita construir los canales para:

- Desarrollar la base de datos de eventos de pérdida
- La matriz de riesgos operacionales por líneas de negocios, servicios o productos



## El método de medición interna

La matriz de riesgos debe tener calculado los tres componentes para el tipo de eventos de pérdida por línea de negocios ( $EL_{ij}$ )

Recordemos para cada celda se calcula la pérdida esperada:

$$EL_{ij} = IE_{ij} * PE_{ij} * LGE_{ij}$$

	Eventos de Pérdida		
Línea de Negocio	Fraudes Internos	Fraudes Externos	É .
Finanzas Corporativas		$IE_{12} PE_{12} LGE_{12}$	
Negociación y Ventas			
É			

## El método de medición avanzada

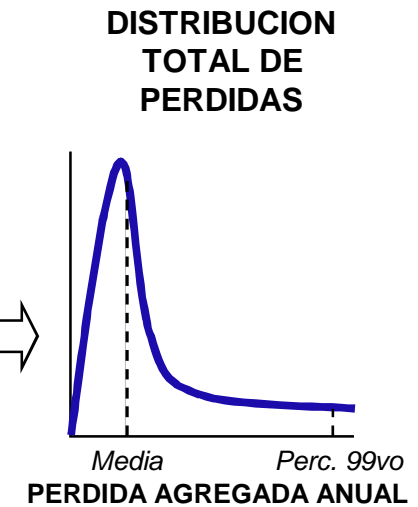
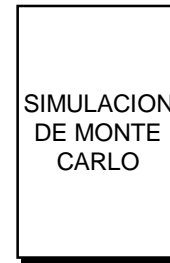
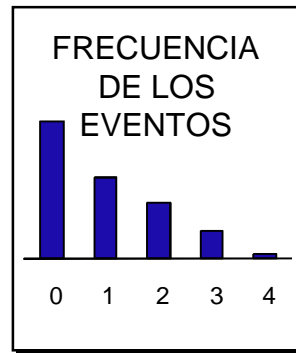
El método de medición avanzada (AMA), estipula que el requerimiento de capital regulador será igual a la medida de riesgo generada por el sistema interno de medición del riesgo operativo del banco, mediante los criterios cualitativos y cuantitativos que tanto las mejores prácticas como el regulador dicten.



## Evaluación, medición y cálculo de capital

### PERDIDA POR EVENTOS

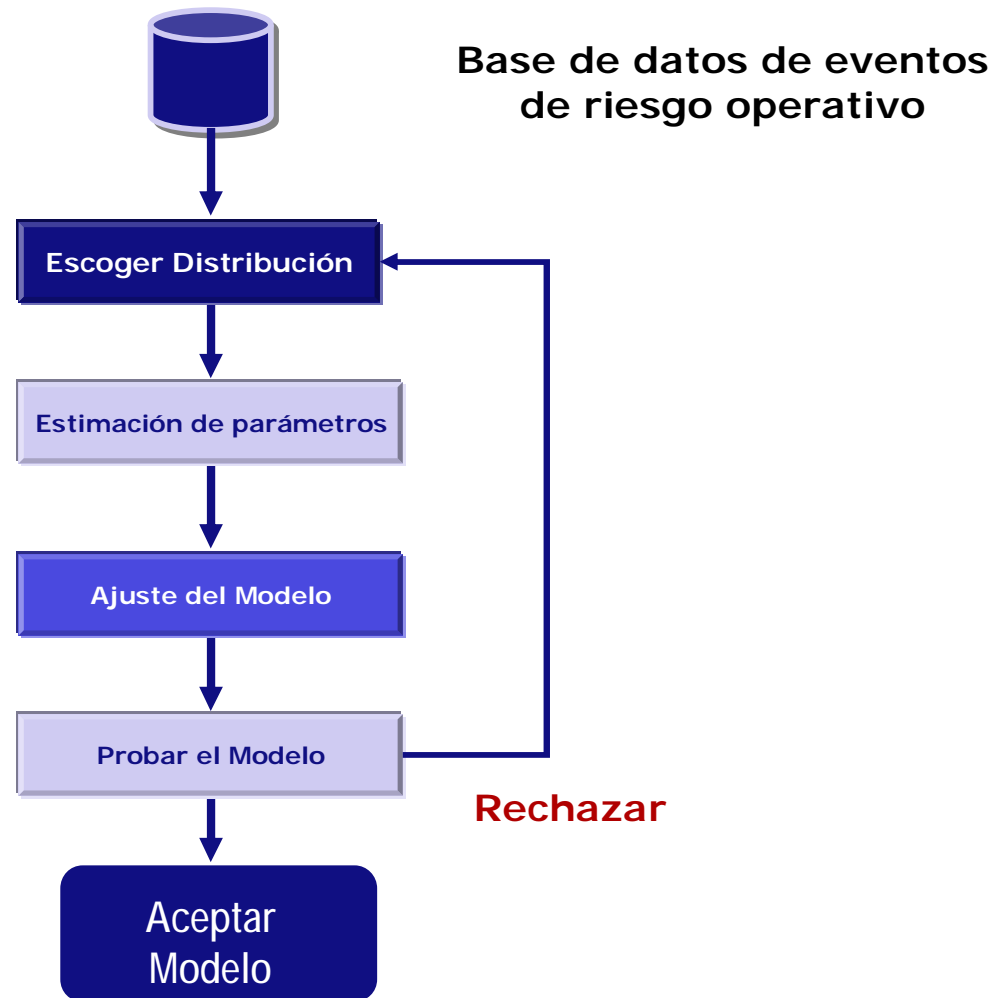
31,005,200  
 30,950,520  
 30,760,900  
 30,350,850  
 30,333,110  
 -  
 -  
 -  
 155,315  
 125,112  
 116,520  
 115,400  
 30,650



Fuente: Marcelo Cruz  
 Ali Samad Khan

## Medición del Riesgo Operativo

R  
I  
E  
S  
G  
O  
  
O  
P  
E  
R  
A  
T  
I  
V  
O



## Modelo de Impacto - Distribuciones probabilísticas

### Distribuciones

### Función de Densidad

#### Normal

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right] \sigma > 0$$

#### Lognormal

$$f(x) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(\frac{-z^2}{2}\right) \quad z = \frac{\log x - \mu}{\sigma}$$

#### Normal Inversa

$$f(x) = \left(\frac{\theta}{2\pi x^3}\right)^{1/2} \exp\left(\frac{-\theta z^2}{2x}\right) \quad z = \frac{x - \mu}{\mu}$$

#### Exponencial

$$f(x) = \lambda^{-1} \exp\left[-\frac{(x-\theta)}{\lambda}\right] x > \theta, \lambda > 0$$



## Modelo de Impacto - Distribuciones probabilísticas

Distribuciones

Función de Densidad

Weibull

$$f(x) = \frac{\alpha}{\beta^\alpha} x^{\alpha-1} e^{-(x/\beta)^\alpha}$$

Pareto

$$f(x) = \frac{\alpha\theta}{(x+\theta)^{\alpha+1}}$$

## Modelo de Frecuencia - Distribuciones probabilísticas

### Distribuciones

### Función de Masa



Poisson

$$f(k) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!}$$

Binomial negativa

$$p_k = \binom{k+x-1}{x} \left( \frac{1}{1+\beta} \right)^x \left( \frac{\beta}{1+\beta} \right)^k$$

Binomial

$$p_k = \binom{m}{k} p^k (1-p)^{m-k}$$

Geométrica

$$p_k = \frac{\beta^k}{(1+\beta)^{k+1}}$$

Hipergeométrica

$$f(x) = \frac{\binom{D}{x} \binom{M-D}{n-x}}{\binom{M}{n}}$$

M representa el número de grupos de ítems individuales  
D es un número que representa un cierto número de una característica deseable en particular.

## Modelo de Impacto - Parámetros

### Distribuciones

### Parámetros a estimar

Normal

$$\mu = \frac{\sum_{j=1}^n X_j}{n} \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (X_j - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Lognormal

$$\hat{m} = \bar{z} \quad \hat{s} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (z_j - \bar{z})^2}{n-1}}$$

Normal Inversa

$$\hat{m} = \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n} \quad \hat{q} = \frac{\left( \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n} \right)^3}{\left( \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n} \right) \left( \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n} \right)^2}$$

Exponencial

$$\lambda = \frac{1}{\sum_{j=1}^n X_j / n}$$

## Modelo de Impacto - Parámetros

### Distribuciones

### Parámetros a estimar

#### Weibull

$$\beta = \frac{c \ln(a) * \log(b)}{c - 1}$$

$$\alpha = \frac{\ln(\ln(4))}{\ln(b) - \ln(\beta)}$$

$$c = \frac{\ln(\ln(4))}{\ln(\ln(\frac{4}{3}))} = -0.262167$$

#### Pareto

$$\alpha = \frac{\frac{\sum_{j=1}^n x_j^2}{n} - \left( \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n} \right)^2}{\frac{\sum_{j=1}^n x_j^2}{n} - 2 \left( \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n} \right)^2}$$

$$\theta = \frac{\left( \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n} \right) - \left( \frac{\sum_{j=1}^n x_j^2}{n} \right)}{\left( \frac{\sum_{j=1}^n x_j^2}{n} \right) - 2 \left( \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n} \right)}$$

## Modelo de Frecuencia - Parámetros

### Distribuciones

### Parámetros a estimar



Poisson

$$\lambda = \frac{\sum_{k=0}^{\infty} kn_k}{\sum_{k=0}^{\infty} n_k}$$

Binomial negativa

$$r\beta = \frac{\sum_{k=0}^n kn_k}{n} \quad r\beta(1+\beta) = \frac{\sum_{k=0}^n k^2 n_k}{n} - \left( \frac{\sum_{k=0}^n kn_k}{n} \right)^2$$

Binomial

$$p = \frac{\text{Nro. de eventos observados}}{\text{Nro. max i mod ee eventos posibles}} = \frac{1}{m} \frac{\sum_{k=0}^m Kn_k}{\sum_{k=0}^m n_k}$$

Geométrica

$$\beta = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{\infty} kn_k$$

## Modelo de Impacto - Distribuciones probabilísticas

Se realiza un contraste de hipótesis para comprobar la bondad de ajuste, esto con el objeto de evaluar la calidad de la distribución ajustada. Para ello una de las pruebas recomendada es la de Kolmogorov Smirnov.

### Pruebas de Kolmogorov Smirnov

Esta prueba verifica básicamente la diferencia en ajuste entre la distribución empírica y la ajustada. En términos generales, la prueba Kolmogorov-Smirnov sirve para encontrar el grado de confianza con que se puede afirmar que un conjunto de datos sigue un comportamiento semejante al que se propone como representativo. Este comportamiento propuesto frecuentemente se representa por la ecuación que describe la distribución que, se presume, tienen los datos.

## Modelo de Impacto - Distribuciones probabilísticas

### Pruebas de Kolmogorov Smirnov

Encuentre la máxima diferencia en valor absoluto entre la probabilidad acumulada observada y la esperada (Dmax).

$$(D_{\max} (F_n(x) - F(x)))$$

La Hipótesis nula que se plantea es:  $H_0: F(x)_{\text{obs}} = F(x)_{\text{teo}}$

Si p-valor  $< \alpha \Rightarrow$  Se rechaza  $H_0$  al nivel de significación  $\alpha$  por lo tanto no se puede aceptar como representativo el comportamiento propuesto

Si p-valor  $> \alpha \Rightarrow$  No se rechaza  $H_0$ , no se encuentra evidencia estadística para afirmar que los datos siguen otro comportamiento que el propuesto, dado el nivel de significación

## Modelo de Impacto - Distribuciones probabilísticas

### Pruebas de Kolmogorov Smirnov

$H_0$ : Distribuye Exponencial<sub>obs</sub> = Distribuye Exponencial<sub>teo</sub>

#### Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		Monto reclamado
N		113
Parámetro exponencial.	<sup>a,b</sup> Media	440243,97
Diferencias más extremas	Absoluta	,126
	Positiva	,126
	Negativa	-,105
Z de Kolmogorov-Smirnov		1,344
Sig. asintót. (bilateral)		<u>,054</u>

a. La distribución de contraste es exponencial.

b. Se han calculado a partir de los datos.

0.054 > 0.05 No se rechaza  $H_0$



## Modelo de Frecuencia - Contraste de hipótesis

### Prueba Ji cuadrado

Ahora bien:

Si el p-valor  $< \alpha$   $\rightarrow$  Se rechaza  $H_0$

Si el p-valor  $\geq \alpha$   $\rightarrow$  no se rechaza  $H_0$

$\alpha$ : nivel de significación, estos pueden ser 1%,5% y 10% (usualmente se emplea el 5%)

Haciendo referencia al ejemplo desarrollado se obtuvo los siguientes resultados de la prueba de bondad de ajuste de la  $X^2$ .

Estadístico	Grados de libertad	p-valor
0.000	18	1.000

↓

**1.000 > 0.05**

Los grados de libertad serían  $K-r-1$

Donde: **k es la muestra**  
**r el número de parámetros**

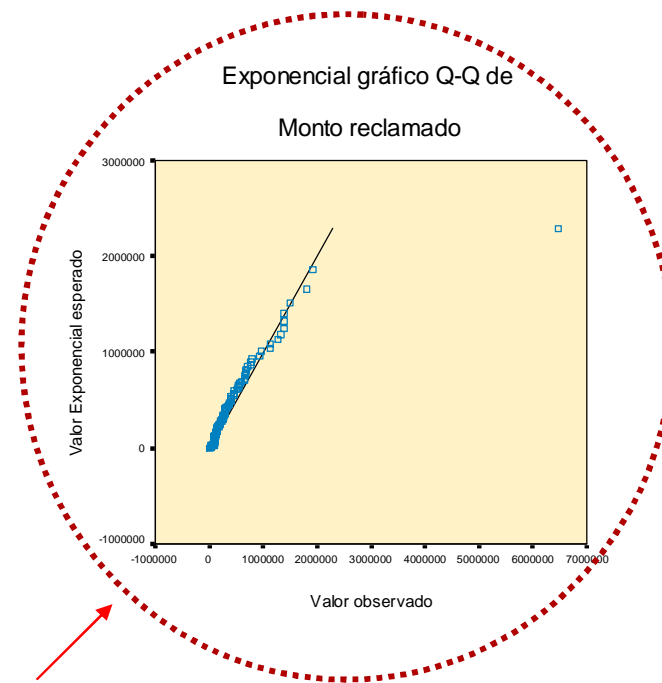
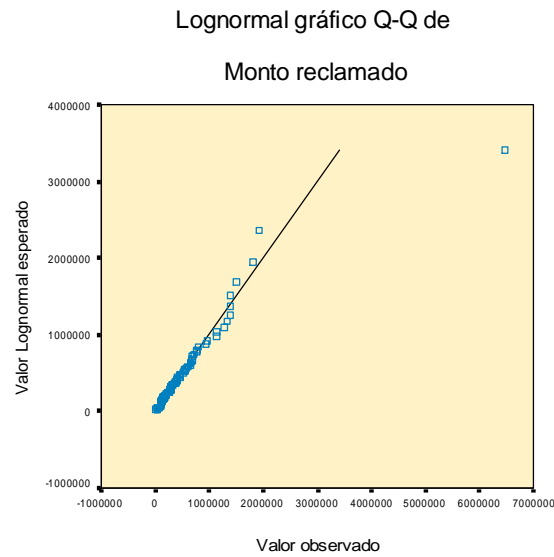
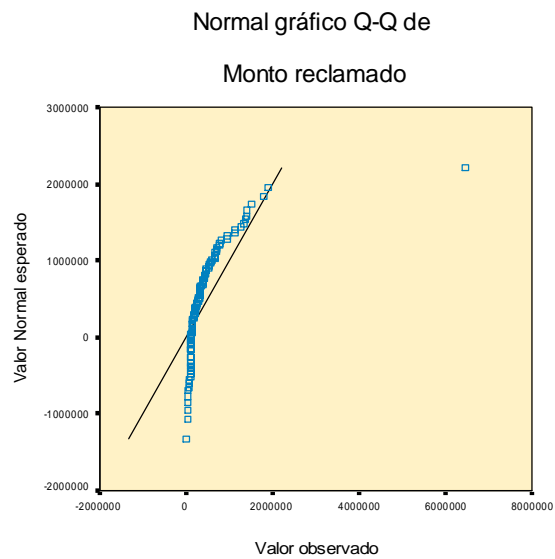
En el ejemplo los grados de libertad serían:

$$K-r-1 = 20-1-1=18$$

Por lo tanto no existe evidencia para rechazar  $H_0$ , lo que indica que efectivamente los datos se distribuyen como una Poisson.

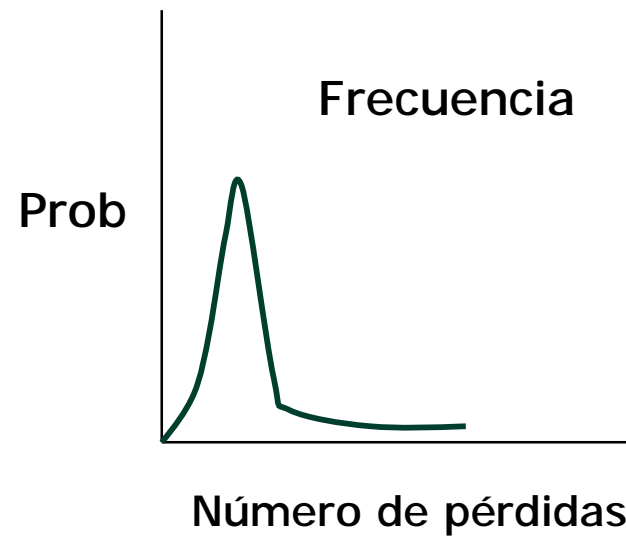
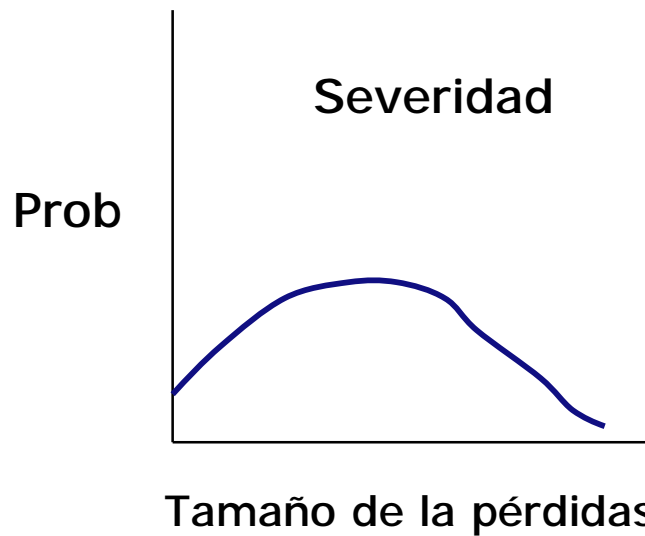
## Modelo de Impacto - Distribuciones probabilísticas

Gráficos de distribución de probabilidades o QQ Plot

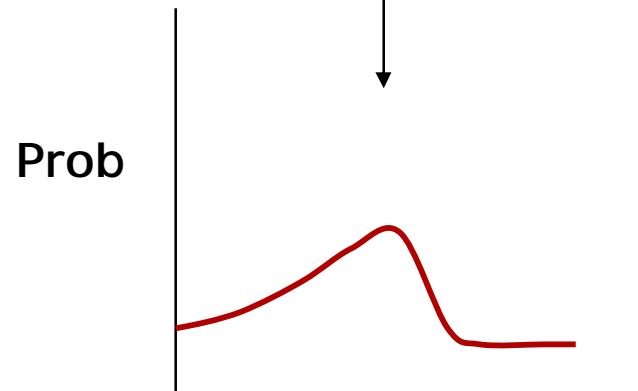


Mejor Ajuste

## Valor en Riesgo Operacional



$$\sum_{n=0}^{\infty} p_n F_x^{*n}(X)$$



Se requiere resolver  
por simulación

Agregación de pérdidas  
No hay solución analítica

## Valor en Riesgo Operacional

CORRIDA	FRECUENCIA	N° meros aleatorios generados con distribución Poisson (Lamda = 0,69)	Severidad	Distribución	Parámetros		Modelo de simulación para la agregación de pérdidas $-P_n * F^n(x)$											
				Log Normal	7.20	3.90	1.00	1er Evento	2.00	2do Evento	3.00	3er Evento	4.00	4do Evento	TOTAL	TOTAL ORDENADO	CUANTILES	
1.00	0.00																	
2.00	3.00		0.79	32897.53	0.29	149.51	0.67	7673.45				40,720.49	36,819.44	95.83%				
3.00	1.00		0.47	968.57								968.57	32,175.09	91.67%				
4.00	0.00											-	25,158.55	87.50%				
5.00	0.00											-	23,805.24	83.33%				
6.00	0.00											-	10,402.69	79.17%				
7.00	1.00		0.76	21547.60								21,547.60	3,559.74	75.00%				
8.00	1.00		0.48	1130.74								1,130.74	3,348.99	70.83%				
9.00	1.00		0.61	4111.20								4,111.20	2,413.68	66.67%				
10.00	3.00		0.03	0.66	0.64	5621.41	0.84	61547.48				67,169.55	2,286.17	62.50%				
11.00	0.00												665.79	58.33%				
12.00	3.00		0.45	856.72	0.73	15141.83	0.81	39367.63				55,366.17	444.31	54.17%				
13.00	1.00		0.63	4833.45								4,833.45	421.89	50.00%				
14.00	0.00												208.10	45.83%				
15.00	1.00		0.41	534.32								534.32	138.84	41.67%				
16.00	2.00		0.25	90.83	0.32	210.69						301.52	93.79	37.50%				
17.00	0.00											-	-	33.33%				
18.00	0.00											-	-	29.17%				
19.00	4.00		0.93	427746.83	0.35	304.69	0.13	17.15	0.64	5450.25		433,518.91	-	25.00%				
20.00	2.00		0.51	1488.65	0.81	41055.20						42,543.85	-	20.83%				
21.00	2.00		0.06	3.13	0.55	2146.31						2,149.44	-	16.67%				
22.00	3.00		0.94	539569.70	0.17	33.01	0.39	473.18				540,075.90	-	12.50%				
23.00	0.00											-	-	8.33%				
24.00	1.00		0.65	6344.72								6,344.72	-	4.17%				

## Ordenamiento por cuantiles y los niveles de confianza

	A	B	C
	Corridas	Total Ordenado	Cuantiles
1			
2	1	3,052,747,829.71	99.99%
3	2	1,383,480,862.21	99.98%
4	3	1,055,574,973.50	99.97%
5	4	712,525,299.62	99.96%
6	5	581,645,218.65	99.95%
7	6	543,447,167.44	99.94%
8	7	542,091,667.63	99.93%
9	8	533,853,786.33	99.92%
10	9	357,572,916.79	99.91%
11	10	325,841,080.55	99.90%
12	11	318,241,738.78	99.89%
13	12	316,225,031.28	99.88%
14	13	300,311,186.11	99.87%
15	14	299,586,147.60	99.86%
16	15	285,375,127.79	99.85%
17	16	284,867,015.00	99.84%
18	17	280,355,275.00	99.83%
19	18	226,818,081.27	99.82%
20	19	223,284,288.64	99.81%
21	20	166,467,295.20	99.80%
22	21	142,216,646.29	99.79%
23	22	141,572,459.29	99.78%
24	23	136,717,358.54	99.77%
25	24	124,787,932.98	99.76%
26	25	124,157,831.94	99.75%
27	26	111,076,093.29	99.74%
28	27	102,566,499.02	99.73%
29	28	101,021,227.96	99.72%
30	29	99,125,980.70	99.71%
31	30	91,789,781.85	99.70%
32	31	89,954,021.80	99.69%
33	32	86,845,456.29	99.68%
34	33	84,609,598.06	99.67%
35	34	80,909,813.42	99.66%
36	35	77,321,223.88	99.65%

### El nivel de confianza

El nivel de confianza que debe tomarse estará definido por la unidad designada para administrar riesgos, sin embargo es muy importante el extremo conservador que se desee aceptar.

	Nivel de Confianza	
	99%	95%
Valor en Riesgo	3,552,101.50	1,600,890.75

## La prueba del modelo

El backtesting como su nombre lo sugiere, es una prueba secuencial de un modelo versus la realidad para comprobar la precisión de sus pronósticos. Las estimaciones del modelo son comparadas con los valores actuales en un cierto período. Los resultados del backtesting son usados para validar un modelo y la gestión de riesgo, los reguladores los usan para verificar el grado de precisión de un modelo.

Fecha	VaR	Pérdidas	Diferencia	Indicador
01 Ene 2005	36,819.44	32334.00	4485.44	0
03 Ene 2005	32,175.09	33001.20	-826.11	1
04 Ene 2005	25,158.55	20125.55	5033.00	0
05 Ene 2005	23,805.24	18850.55	4954.69	0
07 Ene 2005	10,402.69	12000.00	-1597.31	1
11 Ene 2005	3,559.74	1500.00	2059.74	0
12 Ene 2005	23,543.00	20000.00	3543.00	0
14 Ene 2005	12,500.01	11000.00	1500.01	0
16 Ene 2005	1,505.55	200.00	1305.55	0
19 Ene 2005	6,999.00	5000.00	1999.00	0
18 Ene 2005	16,750.23	12500.00	4250.23	0
21 Ene 2005	34,540.00	31500.00	3040.00	0
26 Ene 2005	16,435.22	12345.25	4089.97	0
27 Ene 2005	12,345.65	100.00	12245.65	0
29 Ene 2005	1,545.35	1560.00	-14.65	1

$$\text{Violaciones} = \sum(I=1)$$

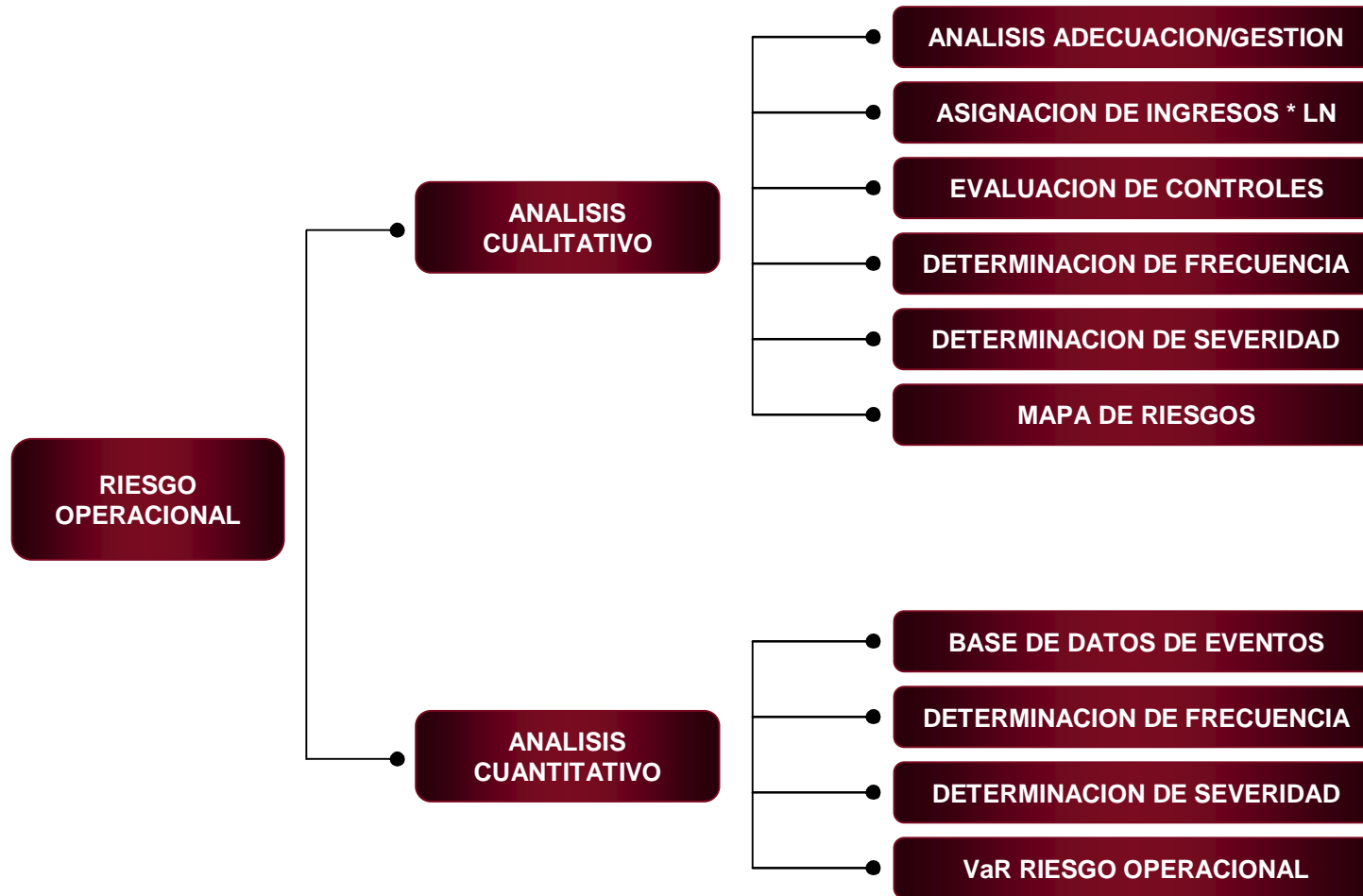
$$\text{Violaciones esperadas} = \alpha * \text{periodo}$$

$$\text{donde } \alpha = 1 - (\text{Nivel de confianza})$$



## **El beneficio de manejar los aspectos cualitativos y cuantitativos**

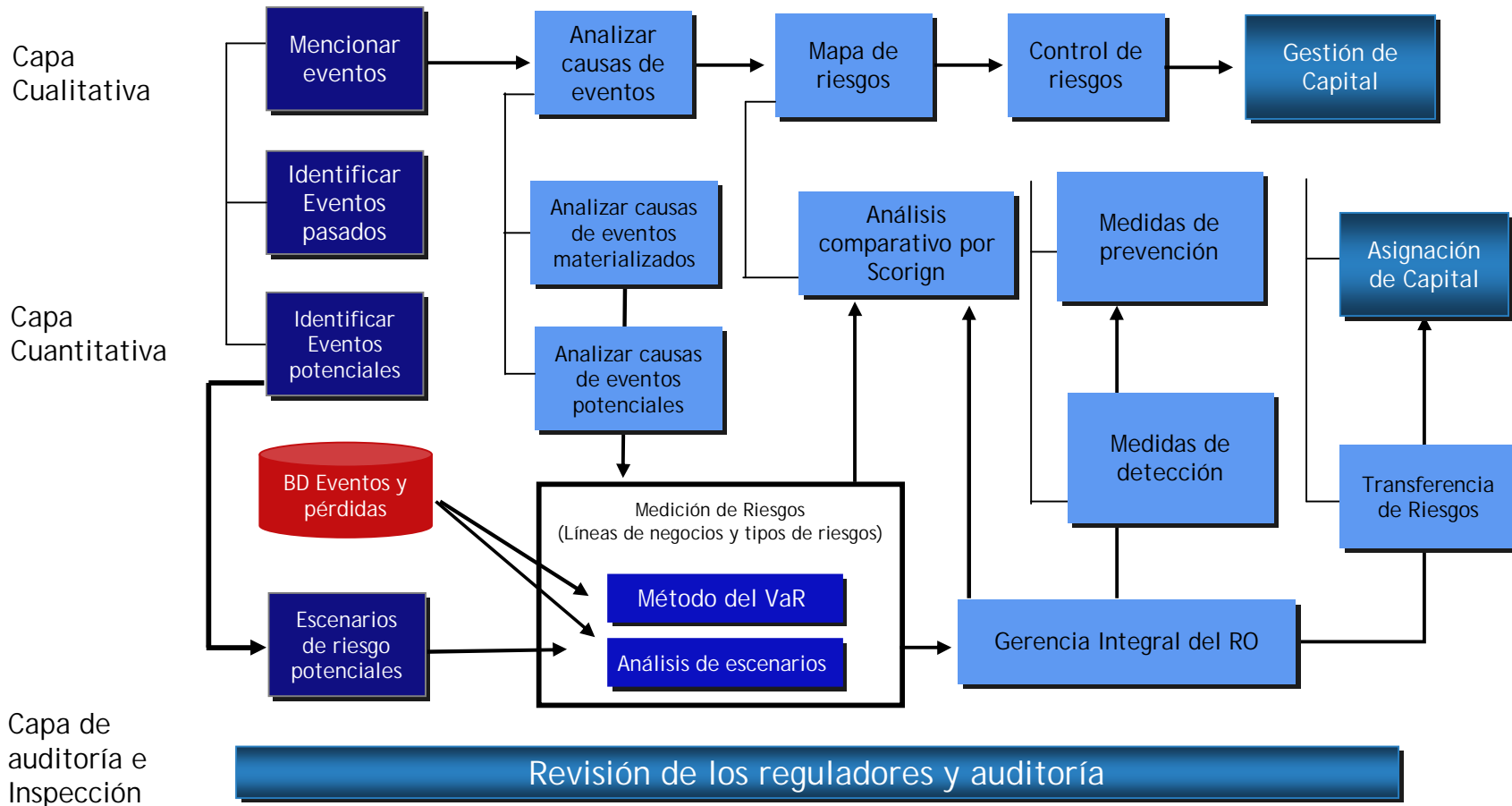
## Práctica de Gestión de Riesgo Operacional



Fuente: Metodología D&A



## El valor de combinar los dos aspectos...

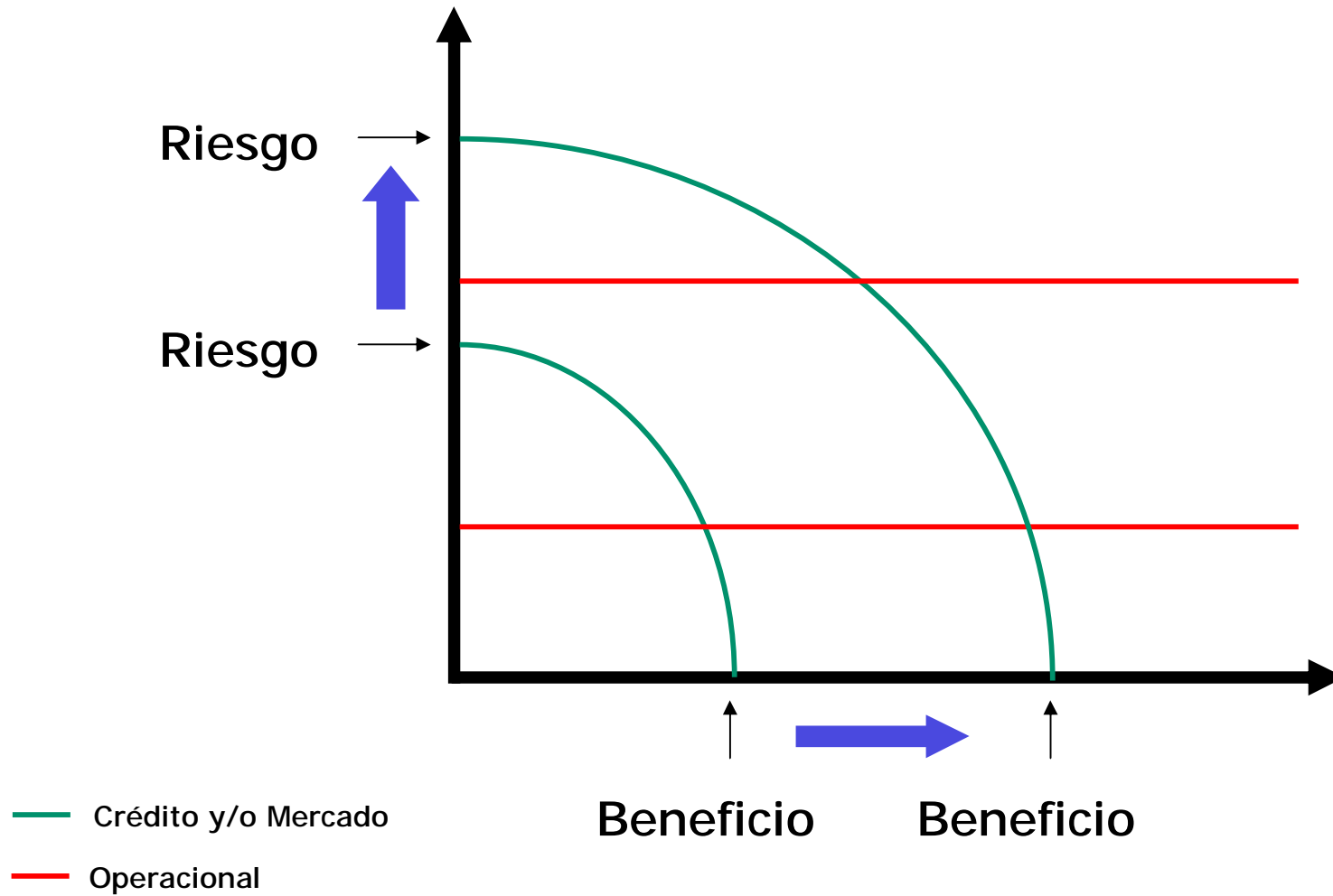


## Cuadro de mando gerencial (Balanced Scored Card)



## Lo bueno de la gestión de riesgo operacional...

» Tomar más riesgo operacional no me genera beneficio alguno...



## » Beneficios de la gestión de RO

- Identifica las pérdidas contables y extra contables
- El capital regulatorio es sensible al perfil de riesgo de la organización
- Se fortalece la cultura corporativa (Estrategia)
- Se conocen los riesgos y su taxonomía
- Se desarrollan planes para su mitigación
- Se evalúa el costo beneficio de su mitigación
- Se crea un proceso continuo de mejora a través del monitoreo
- Se crean los indicadores de rendimiento y riesgo
- Conocemos que destruye el ROE y no contribuye al ROA

## 》 Pérdida del riesgo operacional



GARP 2003