



**CUNEF**

COLEGIO UNIVERSITARIO DE  
ESTUDIOS FINANCIEROS

# **DATA SCIENCE EN EL PRICING Y LA TARIFICACIÓN**

Michael Noack, 2019-04-08

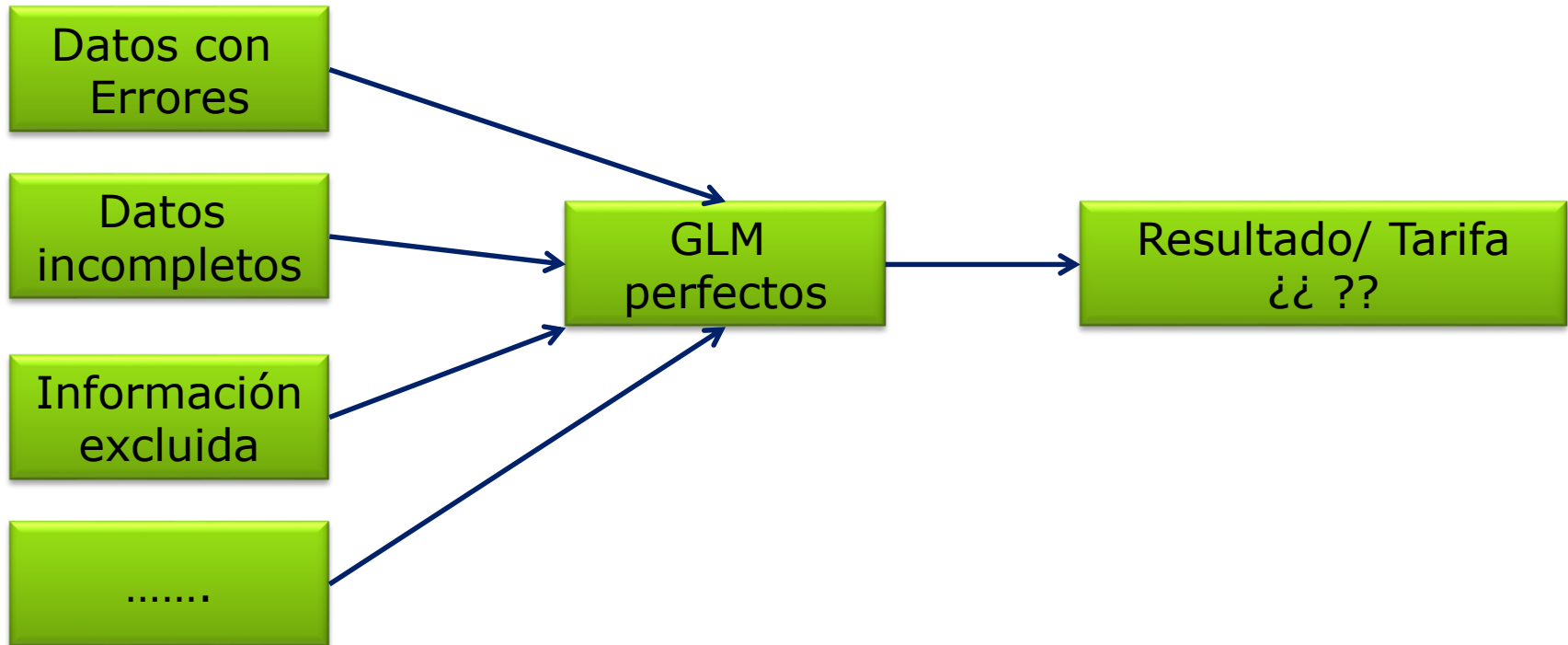
- A. Repaso (breve)
- B. Modelos tradicionales avanzados
- C. Optimización
- D. Simulación
- E. Geo-Spatial smoothing
- F. Modelo Impago
- G. Reaseguro
- H. Fraude
- I. El futuro/ nuevos Retos



# **A. Repaso (breve)**

# GLM en seguros

Preparación de los datos:



# GLM en seguros

## #Modelo coste de siniestros

```
RCC2 <- merge(SINI_RCC, Polizas2, by = "ID_POL")
RCC2 <- RCC2 %>% filter(Costes>0)
modelo2_C1=glm(Costes~Edad_FMT,data=RCC2,family=Gamma)
summary(modelo2_C1)
modelo2_C4=glm(Costes~Carnet_FMT+Forma_Pago,data=RCC2,
               family=Gamma)
summary(modelo2_C4)

Polizas2 <- Polizas2 %>% mutate(PredCorpDamage=predict(modelo2_C4,newdata = Polizas2,type = "response"))
```

## #Modelo número de siniestros

```
RCCF <- merge(Polizas2,SINI_RCC, by = "ID_POL",all.x=TRUE)
RCCF[is.na(RCCF$Nsini),"Nsini"]<-0
RCCF <- RCCF %>% filter(Nsini>=0)
summary(RCCF)
summary(SINI_RCC)

ModeloN_C1=glm(Nsini~Edad_FMT+Valor_FMT+Sexo+Comb+
               Potencia_FMT+Peso_FMT+Bonus_RC,data=RCCF,
               family=poisson(link = "log"))
summary(ModeloN_C1)
```

## #Modelo Prima de Riesgo / Final

```
Polizas2 <- Polizas2 %>% mutate(PredCorpDamageFRQ=predict(ModeloN_C1,newdata = Polizas2,type =
"response"))
Polizas2 <- Polizas2 %>% mutate(Prima=(PredCorpDamage * PredCorpDamageFRQ))
summary(Polizas2$Prima)

ModeloN_prm=glm(Prima~Edad_FMT+Valor_FMT+Sexo+Comb+Potencia_FMT+Peso_FMT+Bonus_RC,data=Polizas2,
               family=Gamma(link = "log"))
```

# GLM en seguros

Ejercicio para la Cobertura: **Daños Propios**

- 1) Modelo coste de siniestros
- 2) Modelo número de siniestros
- 3) Modelo Prima de Riesgo / Final

Resultados (hasta el 31/05/2019)

A: Tabla con la tarifa

B: Prima para los 5 perfiles en la table abajo

(Todo eso cabe en una hoja – EXCEL o WORD, no hace falta ningún documento/informe especialmente elaborado)

Antigüedad	Forma_Pago	Comb	Sexo	Bonus_RC	Edad_FMT	Valor_FMT	Potencia_FMT	Peso_FMT	Carnet_FMT	Prima	Daños
8 A		D	2	40	02.25-28	02.10-16k	02.70-90	03. 1200	03.5-7		
10 A		D	1	50	03.28-35	06.30-35k	06.150-200	06. 1800	04.8-		
0 A		D	1	50	05.50-65	01.<10k	02.70-90	04. 1400	04.8-		
10 T		D	2	10	01.18-25	02.10-16k	03.90-110	03. 1200	01.0-1		
10 A		D	1	0	03.28-35	04.20-24k	05.130-150	05. 1600	02.2-4		

# GLM – en Seguros

Prima de riesgo daños propios:  
 = frecuencia \* coste medio  
 = 0,25 \* 317,158  
 = 17,37

Prima de riesgo RC:  
 = frecuencia<sub>RC\_culpa\_mod</sub> \* 882  
 + frecuencia<sub>RC\_culpa\_nomod</sub> \* coste medio<sub>RC\_culpa\_nomod</sub>  
 + frecuencia<sub>RC\_inoc</sub> \* {(882 + coste medio<sub>RC\_inoc</sub>) - 882}

¿Cuál es nuestro “rate” final?

Intercept		1	-2,960	0,052
EDAD	1.<20	1	0,417	1,517
EDAD	2.21-24	1	0,0983	1,103
EDAD	3.25-28	1	-0,0143	0,986
EDAD	4.29-32	1	-0,1764	0,838
EDAD	5.33-40	1	-0,4666	0,627
EDAD	6.41-50	1	-0,3829	0,682
EDAD	7.51-60	1	-0,3084	0,735
EDAD	8.>60	1	-0,9232	0,397

Intercept		1	5,935	378,191
EDAD	1.<20	1	-0,3504	0,704
EDAD	2.21-24	1	-0,1799	0,835
EDAD	3.25-28	1	-0,1539	0,857
EDAD	4.29-32	1	-0,1095	0,896
EDAD	5.33-40	1	-0,0869	0,917
EDAD	6.41-50	1	0,0081	1,008
EDAD	7.51-60	1	-0,1187	0,888
EDAD	8.>60	0	0	1,000

$Y = \exp(-0,7651208 - 0,0065 * \text{Años Carnet} + 0,468606 * \text{Garaje[Calle]} + 0,119602 * \text{Combustible[D]} - 0,16098 * \text{AGE}[>60] + 0,463637 * \text{AGE}[18-25])$

# GLM – en Seguros

- ✓ Gestionar los datos:
  - limpiar/validar
  - decisión sobre los modelos
  - sentido común
- ✓ Desarrollar Prima de riesgo:
  - modelos individuales
  - sentido común
  - modelo combinado
  - sentido común
- ✓ Mejorar el modelo
  - smoothing (suavizar algunos efectos)
  - restricciones/limitaciones
  - sentido común
- ✓ Siguiendo pasos:
  - prima comercial
  - simulaciones
  - impacto en el negocio
- ✓ Interpretar los resultados
  - simulaciones
  - impacto en el negocio

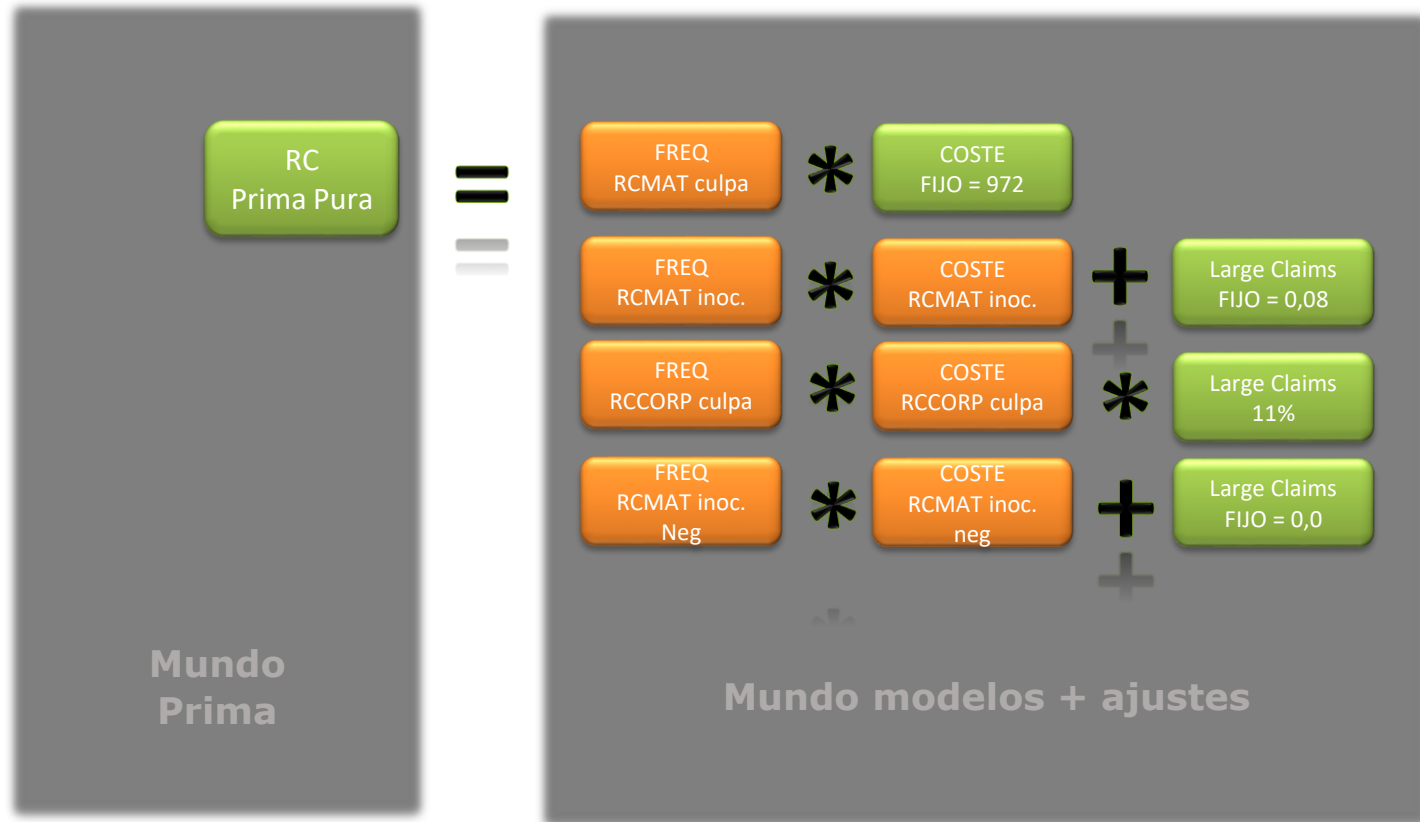


# Ejemplos

## Estimación Riesgo



### Modelos



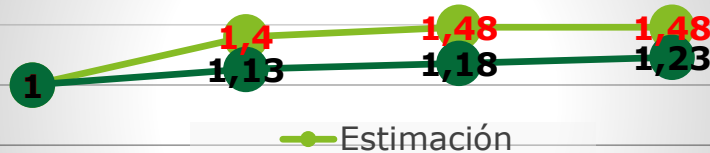
# Modelos avanzados

## Modelos Predictivos

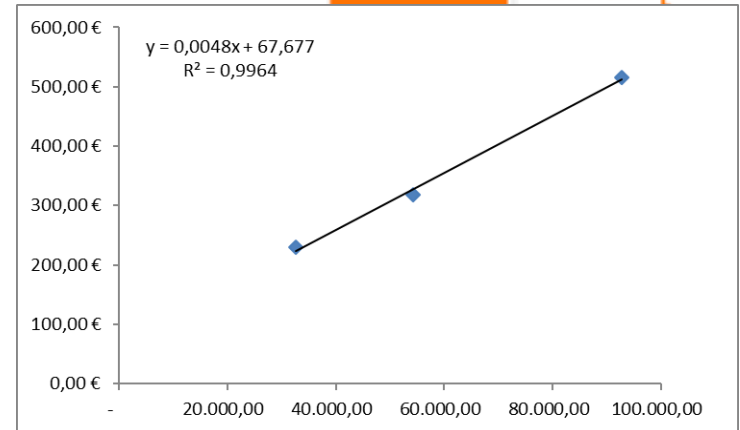
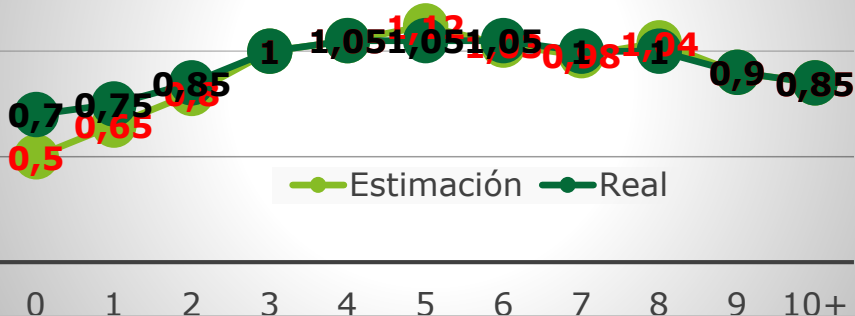


Suavizados

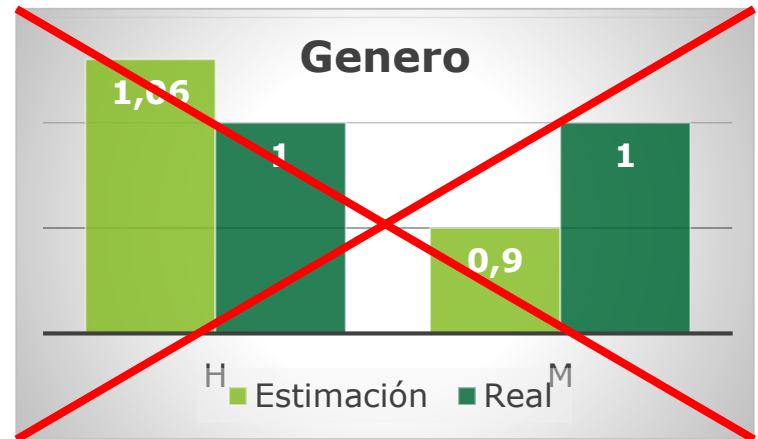
### Forma de Pago



### Antigüedad Vehículo



### Genero

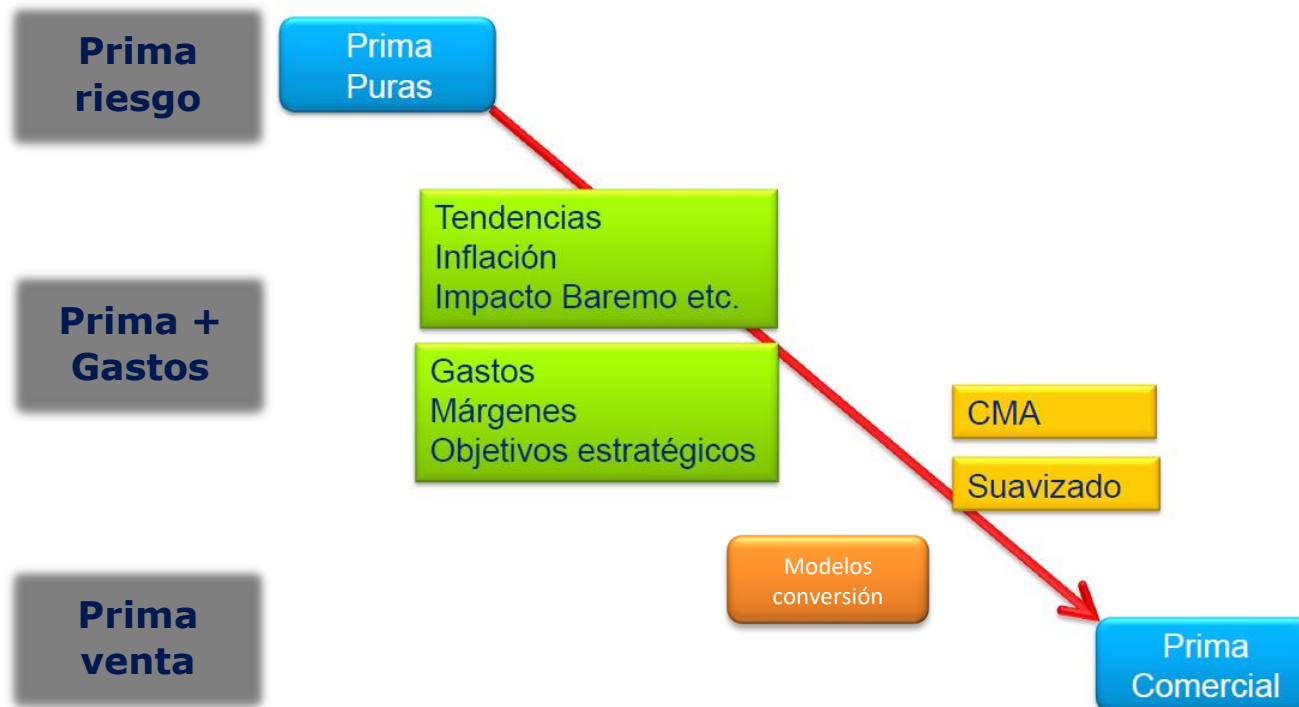


# Modelos avanzados

## Vender el Riesgo



### Etapas



# **B. Modelos tradicionales avanzados**

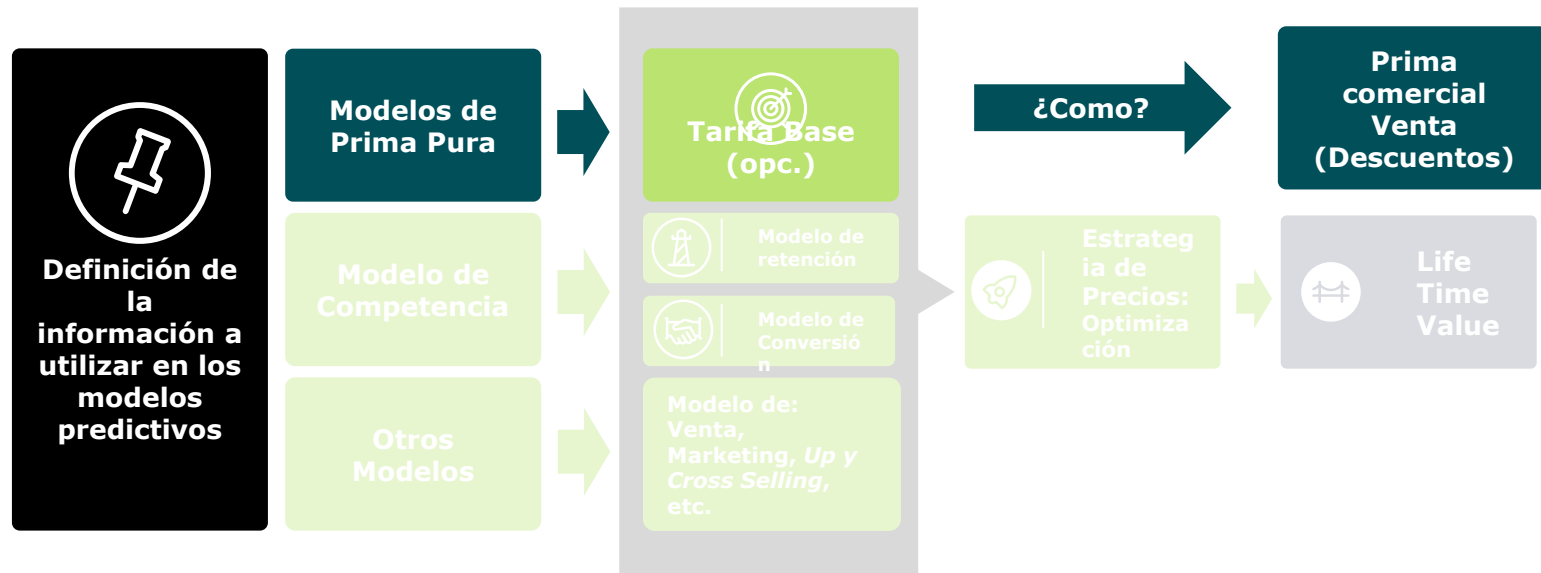
# Modelos avanzados

Modelos de pricing

Enfoque Metodológico

Estándar actual en el mercado

**Conclusión: Mejorable**

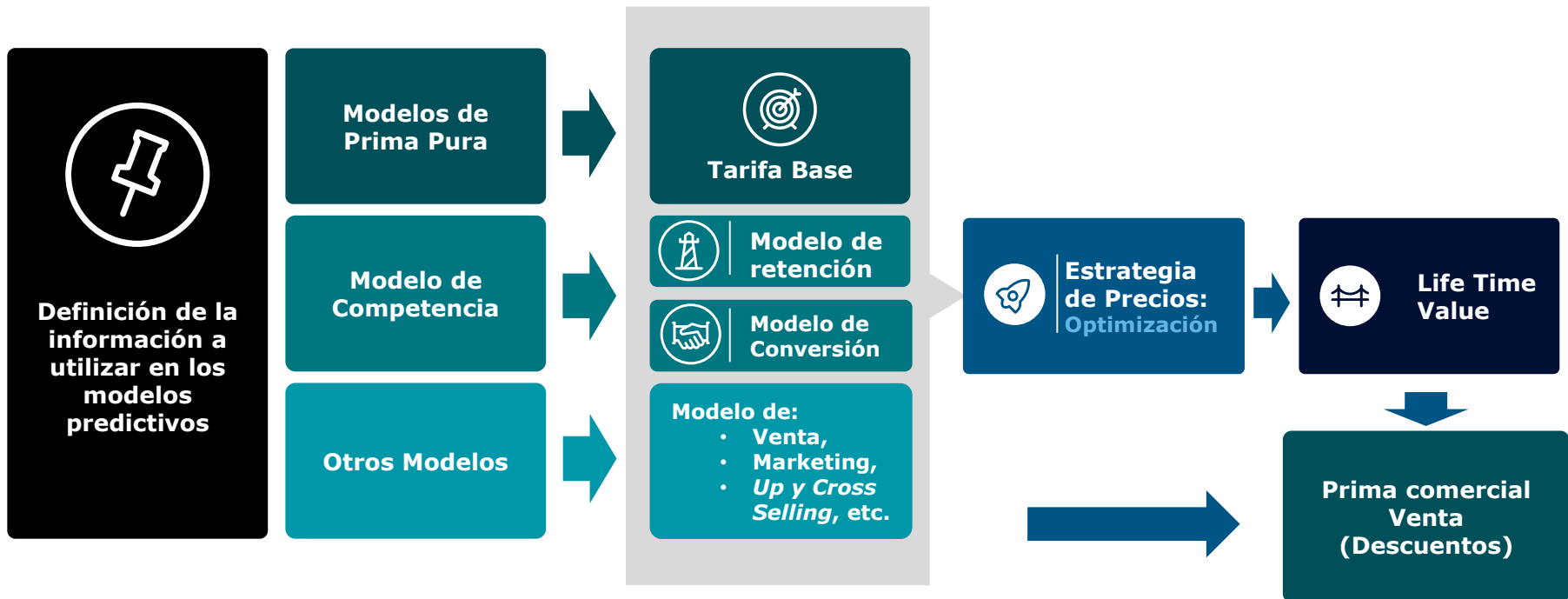


# Modelos avanzados

## Modelos de pricing

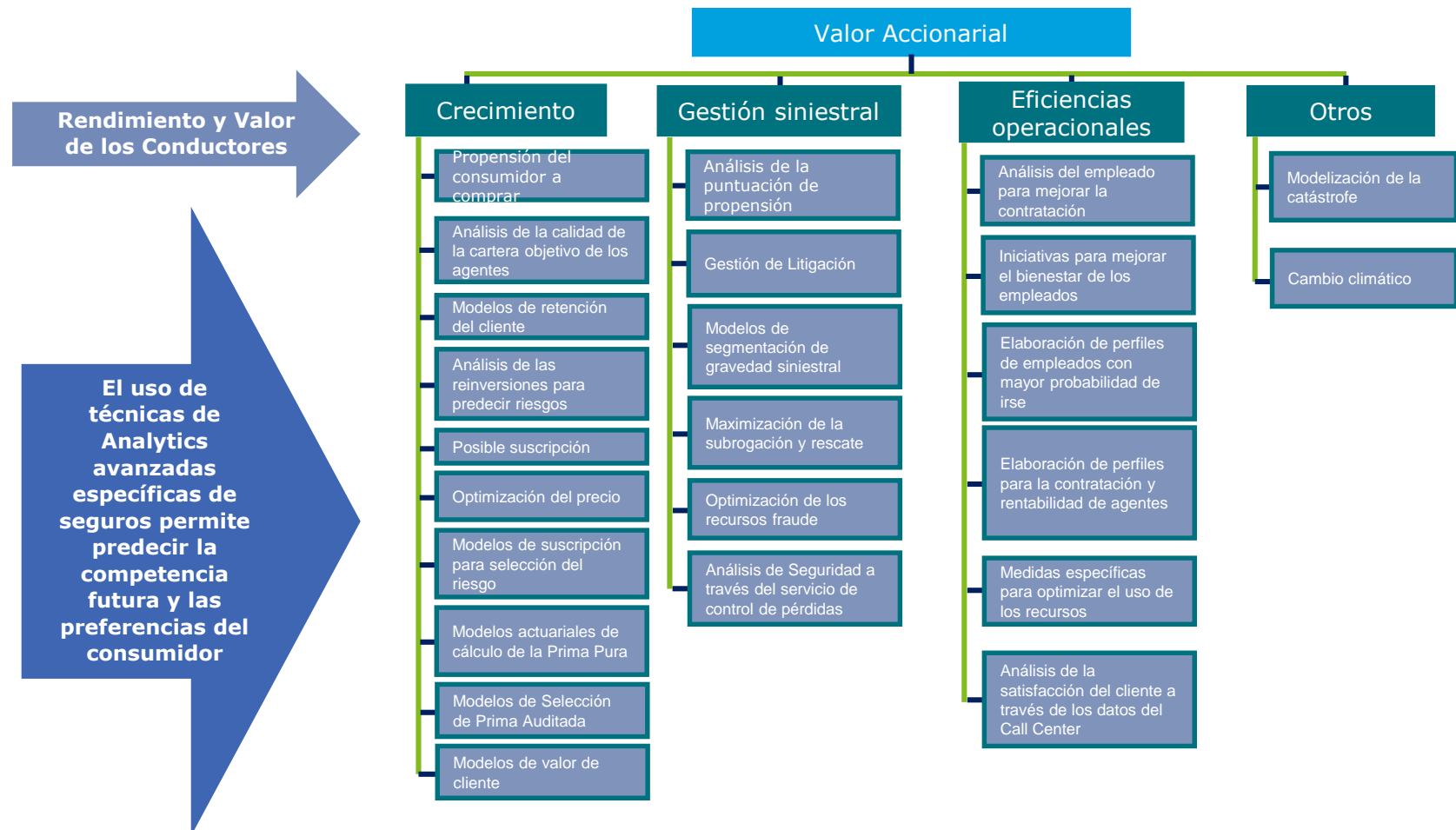
### Enfoque Metodológico

La construcción individual de diversos modelos predictivos permite que exista una interacción entre los mismos lo cual permite, de manera progresiva, que finalmente todos formen parte de la estrategia de precios.



# Modelos avanzados

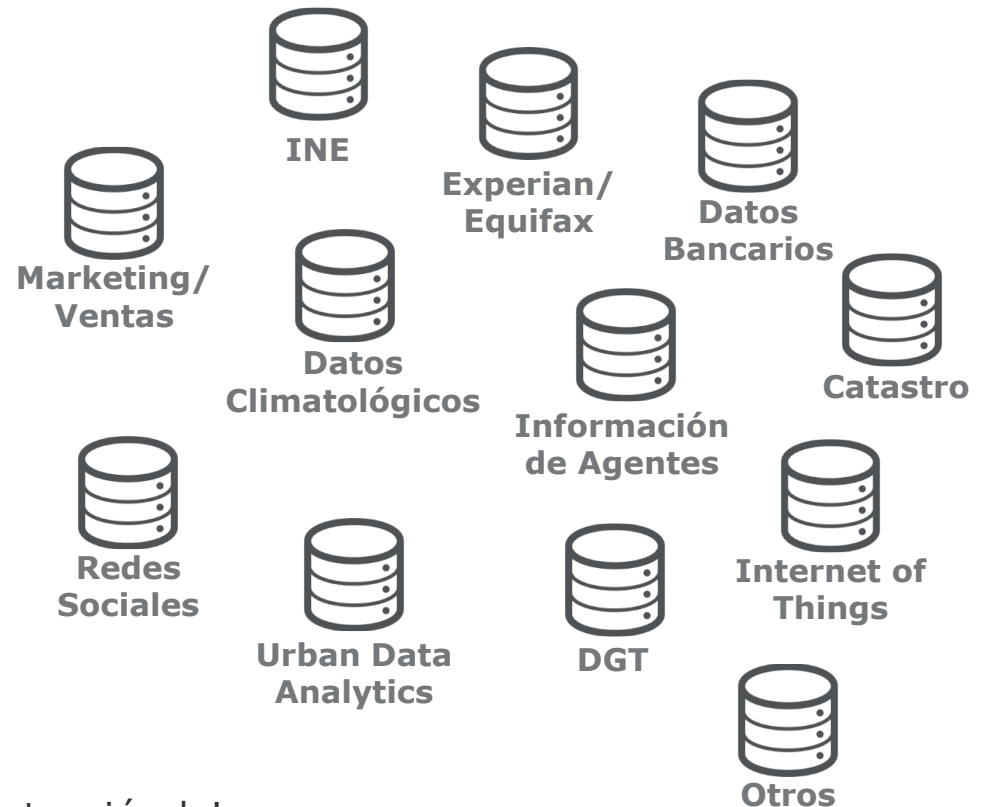
**El uso de técnicas de Analytics avanzadas permite aprovechar la inteligencia de negocio tradicional, los análisis predictivos y la visualización**





## El poder de los datos: Fuentes internas y externas

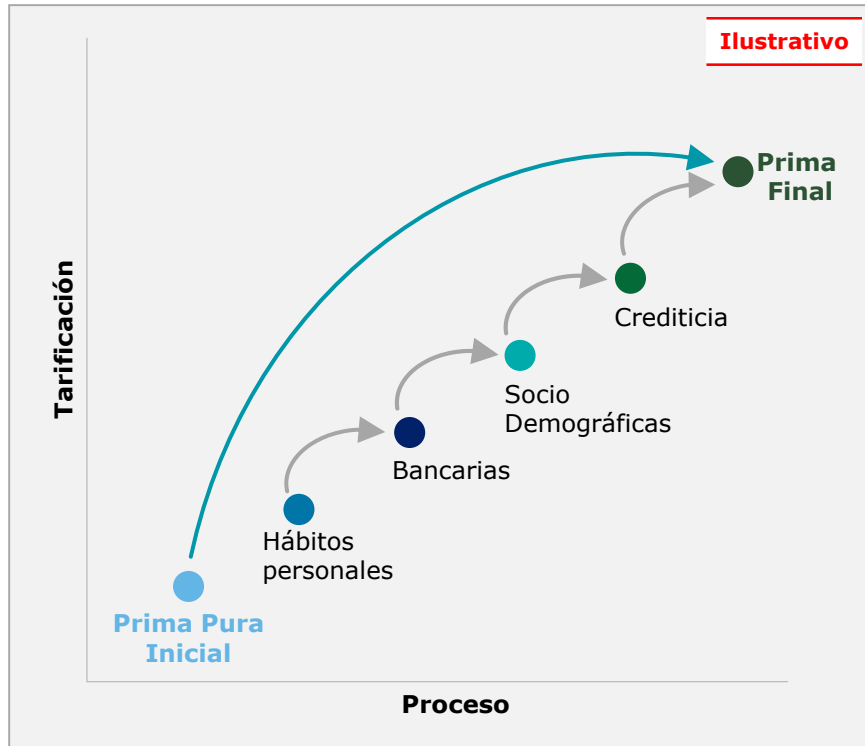
Hemos visto las posibilidades que nos ofrecen nuestros modelos, pero ¿cómo podemos mejorarlos?



La información se encuentra en todas partes, ¡úsala!

## Modelo de Prima Pura.

### Proceso de Aportación de Valor



### Modelos de prima pura y tarifa.

En el caso de utilizar información nueva que no esté actualmente en los modelos de prima pura, se propone dos alternativas:

- Dar soporte en la realización de nuevos modelos con dicha información (bancaria, de crédito, sociodemográfica, etc.)
- Asesorar en el reajuste de la tarifa en función de la capacidad de distribución para los distintos canales, que permita lograr las máximas ventas sin afectar a la siniestralidad objetivo global.

# Modelos avanzados

**¿Conoces bien a tus clientes?**

**¿Qué están haciendo tus competidores?**

**¿Cómo interactúas con tus clientes?**

**¿Puedo vender más?**

**¿Se puede mejorar la rentabilidad de los agentes?**

**¿Puedo hacer algún uso de la redes sociales?**

**¿Cómo compran tus clientes?  
¿Existe algún patrón?**

**¿Uso de información externa?**

**¿Puedo ser más eficiente?**

# C. Optimización

## Optimización:

Algoritmos de optimización de prima

Podemos definir un margen/beneficio por póliza:

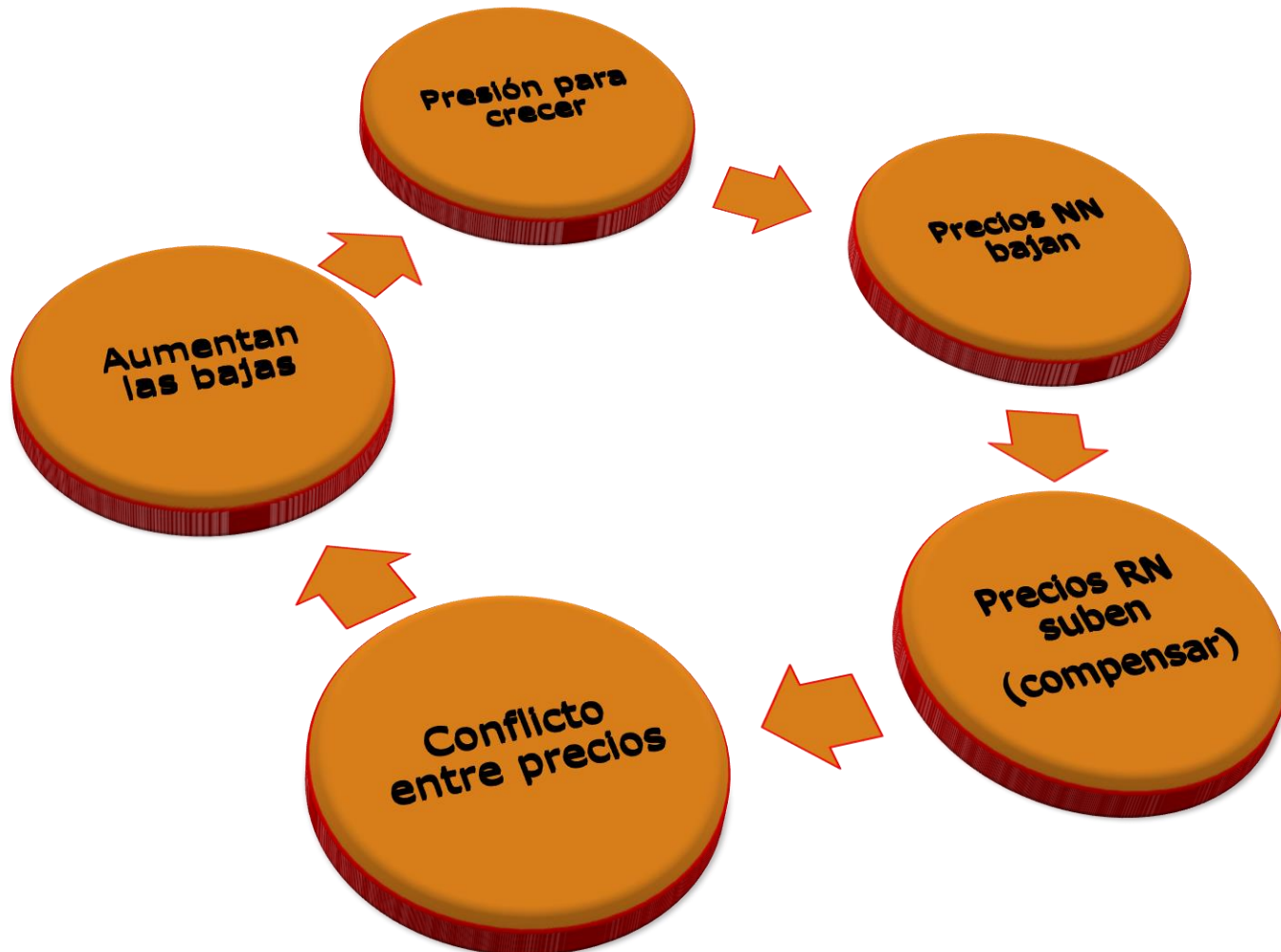
$$\text{Margen} = \text{Prima} - \text{Costes siniestros} - \text{Costes operativos}$$

Existen algoritmos de optimización del margen

Tienen sus peligros:

- ✓ Cambios muy frecuentes
- ✓ Clientes "aprenden"
- ✓ Competencia
- ✓ Efecto a largo plazo
- ✓ Soluciones "extremas"

# Optimización



## Cambio de tarifa

→ Cambio en la composición de mis pólizas

CR

RR

Elasticidades



## CR o RR

CR = f(prima, factores de riesgo, mercado, factores socio-demográficos)

Escenarios/Simulaciones (3, 10 o 50)

→ **Simulaciones/Optimizaciones** es lo mismo \* 1,000 y además con ciencia

Optimización es muy común en otros sectores

- Aerolíneas
- Hoteles

Precios vinculados a una oferta limitada de plazas y el tiempo restante.



## CR o RR

Tengo los datos, tengo la herramienta (GLM) – puedo crear modelos que predicen el comportamiento de mis clientes (RR), potenciales clientes (CR)

CR = f(prima, factores de riesgo, mercado, **factores socio-demográficos**)

Asignamos comportamientos a factores **socio-demográficos observables**

- Moral
- Legal
- Causa
- Calidad

## Optimización

Ejemplo: Riesgos A B C

Mismo riesgo, misma prima, distinta sensibilidad al precio

Situación actual

	Prima	Riesgo	N°Pólizas
<b>A</b>	400	300	100
<b>B</b>	400	300	100
<b>C</b>	400	300	100
	<b>Pólizas</b>		<b>300</b>
	<b>Margen</b>		<b>30.000</b>

Situación optimizada

	Prima	Riesgo	N°Pólizas
<b>A</b>	450	300	85
<b>B</b>	410	300	95
<b>C</b>	380	300	120
	<b>Pólizas</b>		<b>300</b>
	<b>Margen</b>		<b>32.800</b>

## Optimización – ¿Qué es?

Target (Función a maximizar)

$$\sum CR * \{\text{prima} - \text{riesgo} - \text{costes} + \text{otros ingresos}\} \rightarrow \max$$

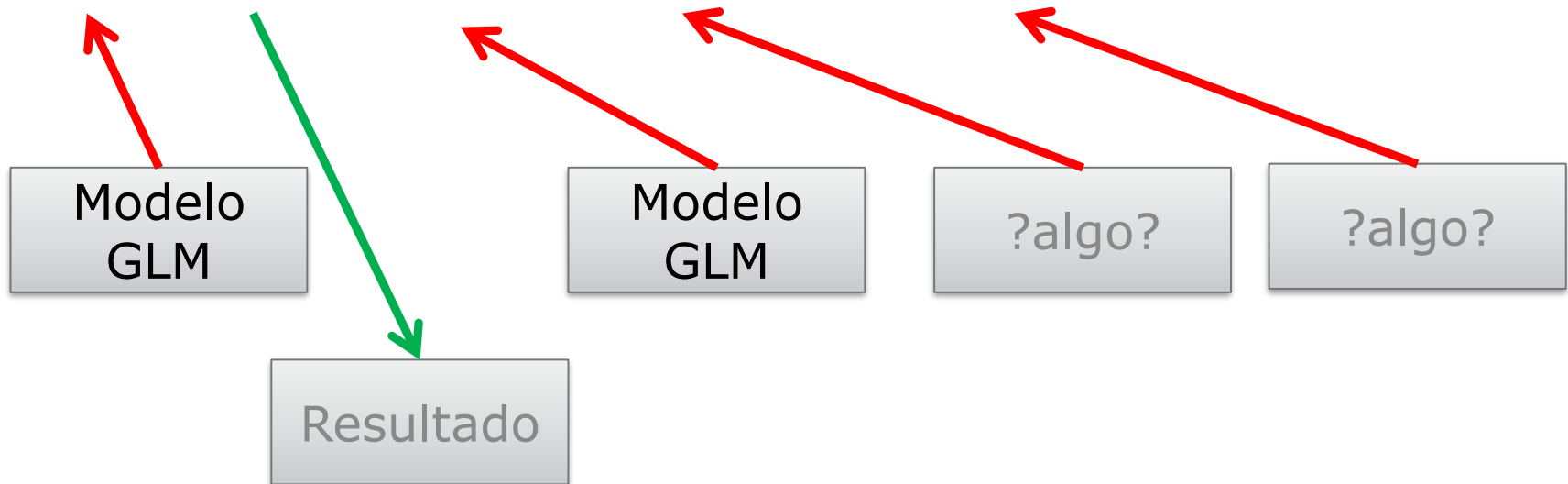
## Constraints (Limitaciones/Restricciones)

- Legales
- Corporativos
- A nivel póliza: cambios min/max por segmento
- A nivel global: Total Primas / Pólizas

## Optimización – ¿Qué es?

Target (Función a maximizar/ a controlar)

$$\sum CR * \{prima - riesgo - costes + otros ingresos\} \rightarrow \max$$

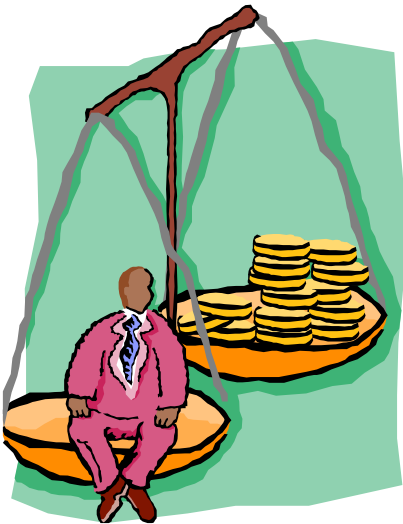


# Optimización

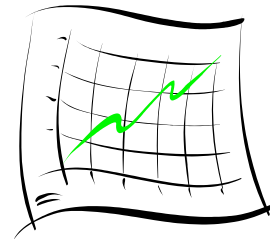
## Optimización – más años

Ejemplo: Riesgos A B C – los perfiles de sensibilidad no se cambian

### Situación actual





### Situación optimizada



## Ohio Insurance Director Warns Insurers Against Using Price Optimization

February 11, 2015

 PRINT

 EMAIL



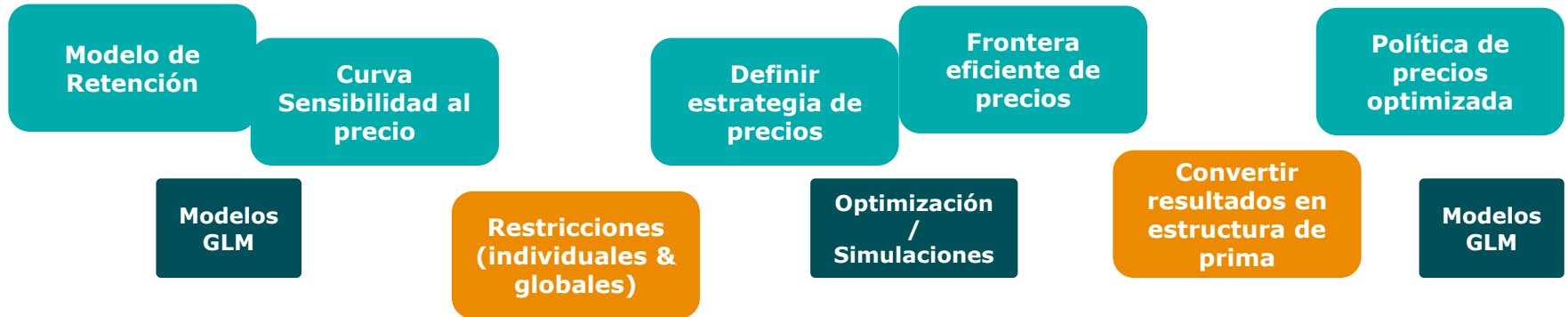
**L**ieutenant Governor and Department of Insurance Director Mary Taylor has warned Ohio insurers against the use of [price optimization](#) that can result in unfair discrimination.

Taylor recently issued Bulletin 2015-01, dated Jan. 29, to Ohio insurance companies noting that the use of price optimization violates Ohio law.

Price optimization is an insurance company's practice of varying premiums based upon factors such as whether a consumer has complained about a policy or the amount or percentage change of the consumer's premium over prior years.

## *Best Practice* de mercado

### Pasos del Alcance

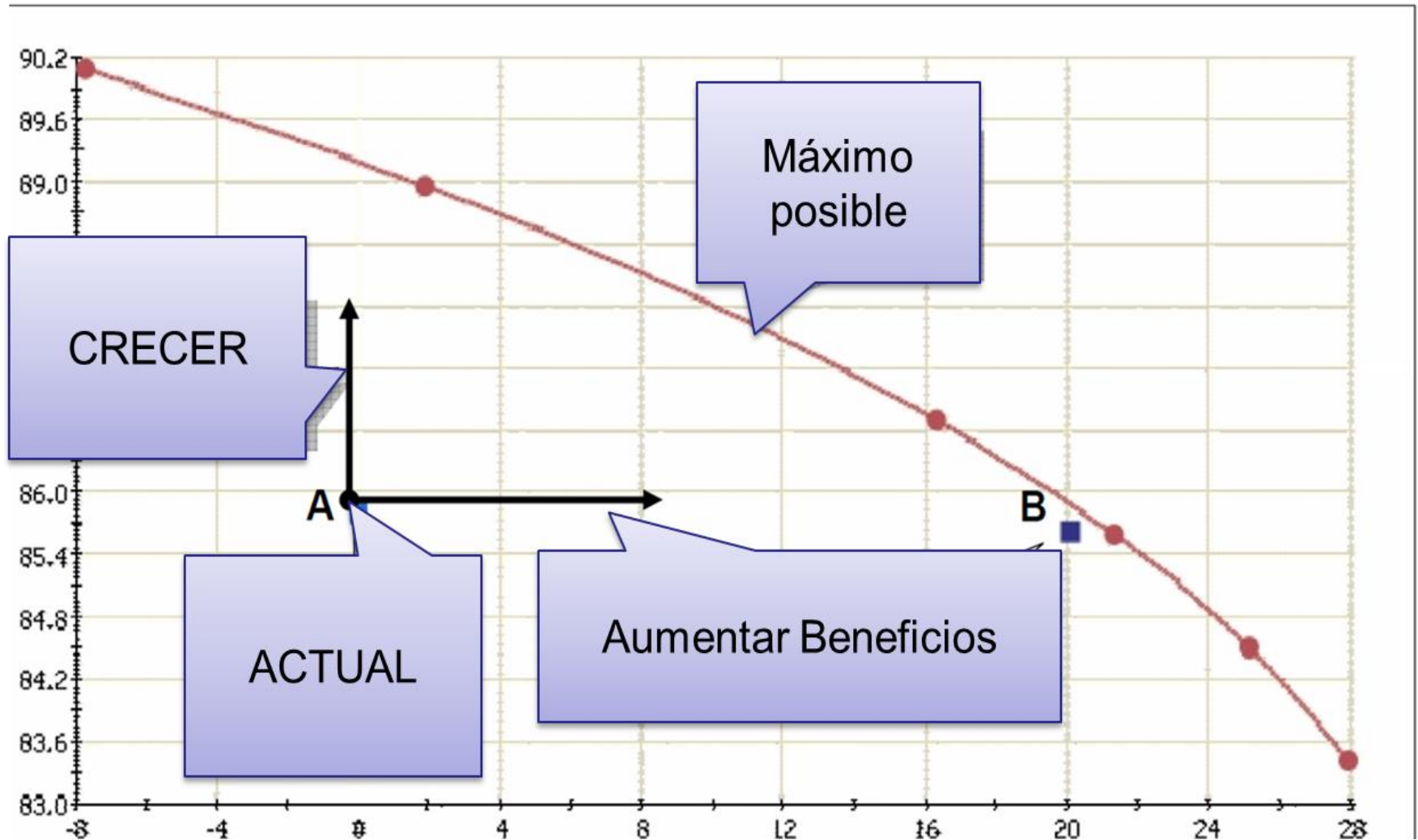


### Herramienta de análisis

#### Optimización de precios en la cartera de renovaciones

- Earnix
- Emblem
- ADDACTIS Pricing
- SAS

# Optimización





## Optimización:

Estudios del mercado  
Precios de competencia

Histórico de la política de precios con variabilidad  
(componente aleatorio en los precios/grupos de control)

No buscar soluciones fuera de la experiencia

Siempre:

- varios escenarios
- frecuentes actualizaciones

# **D. Simulación**

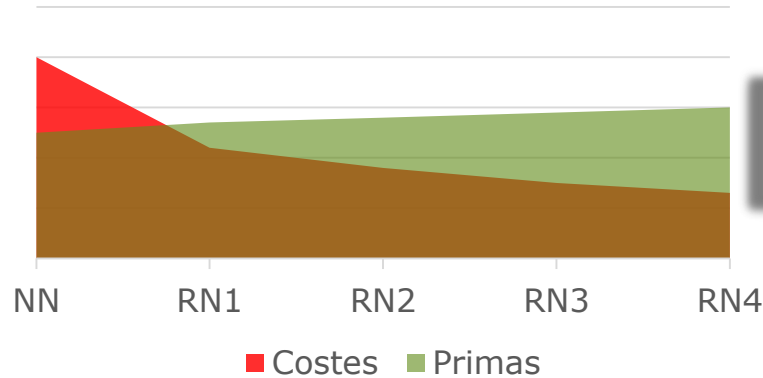


Decisiones

1

Consolidación

Resultados acumulados



Crecimiento

2

Oportunidades

¿Donde quiero crecer?  
¿En que  
segmentos/zonas?

+ Pólizas  
- Margen (individual)

Riesgos

¿Donde no quiero crecer?  
¿Qué Riesgos potenciales  
hay?

- Pólizas  
+ Margen para compensar  
Riesgo

# Simulación

## Base

Riesgo histórico  
Prima actual



## Estimación

Riesgo futuro  
Comportamiento



## Prima futura

Siniestralidad

Volumen pólizas

Volumen primas

## Prima futura

Siniestralidad

Volumen pólizas

Volumen primas

	Siniest	RR	Rentab anual	Rentab acc.
NN	110%		-10%	-10%
RW <sub>1</sub>	93%	85%	6%	-4%
RW <sub>2</sub>	87%	90%	10%	6%
RW <sub>3</sub>	83%	90%	12%	18%
RW <sub>4</sub>	81%	90%	12%	29%
RW <sub>5</sub>	78%	90%	12%	42%

Indicadores  
Simulaciones

Política Renovación  
Bonus Malus  
Cuenta varios años

**Rentabilidad acum. (M€) = %Rentab \* Volumen Pólizas \* Primas**

# Simulación

**Global**

- **Por segmentos**
- **Por canales**

	Siniest	RR	Rentab anual	Rentab acc.
NN	110%		-10%	-10%
RW1	93%	85%	6%	-4%
RW2	87%	90%	10%	6%
RW3	83%	90%	12%	18%
RW4	81%	90%	12%	29%
RW5	78%	90%	12%	42%

	Siniest	RR	Rentab anual	Rentab acc.
NN	110%		-10%	-10%
RW1	100%	85%	0%	-10%
RW2	95%	90%	4%	-6%
RW3	92%	90%	6%	-1%
RW4	87%	90%	8%	7%
RW5	85%	90%	8%	16%

	Siniest	RR	Rentab anual	Rentab acc.
NN	110%		-10%	-10%
RW1	93%	80%	6%	-4%
RW2	87%	83%	9%	4%
RW3	83%	83%	9%	14%
RW4	81%	85%	9%	23%
RW5	78%	85%	9%	31%

	Siniest	RR	Rentab anual	Rentab acc.
NN	105%		-5%	-5%
RW1	88%	85%	10%	5%
RW2	82%	90%	14%	19%
RW3	78%	90%	15%	34%
RW4	76%	90%	15%	49%
RW5	73%	90%	15%	64%

# Parámetros de negocio

Grupos Edad	Expuestos	Numero Siniestros	Costes	Frecuencia	Coste Medio	Prima Riesgo
A.0	2.000	240	360.000	12%	1.500	180
B.18-20	500	125	250.000	25%	2.000	500
C.21-24	1.000	200	300.000	20%	1.500	300
D.25-28	1.500	225	225.000	15%	1.000	150
E.29-34	2.000	300	240.000	15%	800	120
F.35-44	3.000	300	270.000	10%	900	90
G.45-60	10.000	1.200	1.200.000	12%	1.000	120
H.>61	4.000	600	720.000	15%	1.200	180

Grupos Edad	Prima Riesgo	Prima comercial	Margen	Gastos	Siniestralidad (estimada)	Ratio combinado
A.0	180	300	120	50	60%	77%
B.18-20	500	400	-100	50	125%	138%
C.21-24	300	350	50	50	86%	100%
D.25-28	150	300	150	50	50%	67%
E.29-34	120	250	130	50	48%	68%
F.35-44	90	200	110	50	45%	70%
G.45-60	120	200	80	50	60%	85%
H.>61	180	200	20	50	90%	115%

Siniestralidad = Costes siniestrales / Prima

Ratio combinado = (Costes siniestrales + Gastos) / Prima

# RENOVACION – Simulación

Bajada de prima 5% anual  
Bajada prima de riesgo 7,5% anual

Conversión  
Bajas contratación/ Bajas renovación

Siniestralidad inicial 80%

Años		0	1	2	3	4	5	6	7	SUMA 7 Años
		NB	NB	RW1	RW2	RW3	RW4	RW5	RW6	
Evol Prima				95%	95%	95%	95%	95%	95%	
Evol Riesgo				92,5%	92,5%	92,5%	92,5%	92,5%	92,5%	
Conversión	CR	20%								
Bajas			10%	20%	18%	17%	15%	15%	15%	70%
Retención	RR			80%	82%	83%	85%	85%	85%	30%
COTI/POL	50.000	10.000	9000	7.200	5.904	4.900	4.165	3.540	3.009	3.009
Prima		500	500	475	451	429	407	387	368	
Riesgo		400	400	370	342	317	293	271	251	
Margen Tecnico		100	100	105	109	112	114	116	117	
Total			900.000	756.000	643.536	549.356	476.572	410.751	352.061	4.088.276

A 7 años:  
Quedan 30% de las pólizas iniciales  
Resultado técnico acumulado 4.1 M€



# RENOVACION – Simulación

Resultado técnico acumulado 4.1 M€

Costes fijos 50€/ póliza y año

Costes variables Comisiones 20% primer año/ 10% años consecutivos

Años		0	1	2	3	4	5	6	7	SUMA 7 Años
		NB	NB	RW1	RW2	RW3	RW4	RW5	RW6	
Evol Prima				95%	95%	95%	95%	95%	95%	
Evol Riesgo				92,5%	92,5%	92,5%	92,5%	92,5%	92,5%	
Conversión	CR	20%								
Bajas			10%	20%	18%	17%	15%	15%	15%	70%
Retención	RR			80%	82%	83%	85%	85%	85%	30%
COTI/POL	50.000	10.000	9000	7.200	5.904	4.900	4.165	3.540	3.009	3.009
Prima		500	500	475	451	429	407	387	368	
Riesgo		400	400	370	342	317	293	271	251	
Margen Tecnico		100	100	105	109	112	114	116	117	
Total			900.000	756.000	643.536	549.356	476.572	410.751	352.061	4.088.276
Gastos Gestión		50	50	50	50	50	50	50	50	
		50.000	450.000	360.000	295.200	245.016	208.264	177.024	150.470	1.935.974
Mkt/Comisiones			100	48	45	43	41	39	37	
(20%/10%)			900.000	342.000	266.418	210.071	169.632	136.978	110.610	2.135.708
20%										
10%		- 50.000	- 450.000	54.000	81.918	94.270	98.676	96.749	90.981	16.594

Resultado final: Beneficio poco significantes.

# RENOVACION – Simulación

Resultado técnico acumulado 4.1 M€

Más indicadores anuales:

Años		0	1	2	3	4	5	6	7	SUMA 7 Años
		NB	NB	RW1	RW2	RW3	RW4	RW5	RW6	
Evol Prima				95%	95%	95%	95%	95%	95%	
Evol Riesgo				92,5%	92,5%	92,5%	92,5%	92,5%	92,5%	
Conversión	CR	20%								
Bajas			10%	20%	18%	17%	15%	15%	15%	70%
Retención	RR			80%	82%	83%	85%	85%	85%	30%
COTI/POL	50.000	10.000	9000	7.200	5.904	4.900	4.165	3.540	3.009	3.009
Prima		500	500	475	451	429	407	387	368	
Riesgo		400	400	370	342	317	293	271	251	
Margen Tecnico		100	100	105	109	112	114	116	117	
Total			900.000	756.000	643.536	549.356	476.572	410.751	352.061	4.088.276
Gastos Gestión		50	50	50	50	50	50	50	50	
		50.000	450.000	360.000	295.200	245.016	208.264	177.024	150.470	1.935.974
Mkt/Comisiones			100	48	45	43	41	39	37	
(20%/10%)			900.000	342.000	266.418	210.071	169.632	136.978	110.610	2.135.708
20%										
10%		- 50.000	- 450.000	54.000	81.918	94.270	98.676	96.749	90.981	16.594
			- 500.000	- 446.000	- 364.082	- 269.812	- 171.136	- 74.387	16.594	
Siniestralidad			80%	78%	76%	74%	72%	70%	68%	
Ratio Gastos			30%	21%	21%	22%	22%	23%	24%	
Ratio Combinado			110%	98%	97%	96%	94%	93%	92%	

# RENOVACION – Simulación



FINANCIAL [THINKING]

Resultado técnico acumulado 4.1 M€

Resultado final: 0

¿Como podemos mejorar resultado final?

1. Más prima
2. Menos costes siniestrales
3. Menos costes fijos
4. Menos costes variables

# RENOVACION – Simulación

**A: Contratación muy estricta y renovación muy suave (una vez en cartera mantener el cliente)**

**Compañía tradicional etc**

Años		0	1	2	3	4	5	6	7	SUMA 7 Años
		NB	NB	RW1	RW2	RW3	RW4	RW5	RW6	
Evol Prima				95%	95%	95%	95%	95%	95%	
Evol Riesgo				92,5%	92,5%	92,5%	92,5%	92,5%	92,5%	
Conversión	CR	15%								
Bajas			10%	15%	15%	12%	10%	10%	10%	58%
Retención	RR			85%	85%	88%	90%	90%	90%	42%
COTI/POL	50.000	7.500	6750	5.738	4.877	4.292	3.862	3.476	3.129	3.129
Prima		550	550	523	496	472	448	426	404	
Riesgo		400	400	370	342	317	293	271	251	
Margen Tecnico		150	150	153	154	155	155	155	154	
Total			1.012.500	874.969	751.648	665.098	599.229	537.790	480.997	4.922.232
Gastos Gestión		50	50	50	50	50	50	50	50	
		37.500	337.500	286.875	243.844	214.583	193.124	173.812	156.431	1.643.668
Mkt/Comisiones			110	52	50	47	45	43	40	
(20%/10%)			742.500	299.784	242.076	202.375	173.031	147.942	126.490	1.934.198
20%										
10%		- 37.500	- 67.500	288.309	265.729	248.141	233.074	216.037	198.076	1.344.365
			- 105.000	183.309	449.038	697.179	930.252	1.146.289	1.344.365	
Siniestralidad			73%	71%	69%	67%	65%	64%	62%	
Ratio Gastos			29%	20%	20%	21%	21%	22%	22%	
Ratio Combinado			102%	90%	89%	88%	87%	85%	84%	

# RENOVACION – Simulación

**B: Contratación agresiva y renovación muy estricta (expulsión a la mínima)**

Compañía directo / compañía nueva sin marca

Gastos en marketing / sin comisiones

Años		0	1	2	3	4	5	6	7	SUMA 7 Años
		NB	NB	RW1	RW2	RW3	RW4	RW5	RW6	
Evol Prima				105%	105%	105%	102%	100%	100%	
Evol Riesgo				90,0%	90,0%	92,5%	92,5%	92,5%	92,5%	
Conversión	CR	30%								
Bajas			10%	30%	25%	25%	20%	20%	20%	82%
Retención	RR			70%	75%	75%	80%	80%	80%	18%
COTI/POL	50.000	15.000	13500	9.450	7.088	5.316	4.253	3.402	2.722	2.722
Prima		400	400	420	441	463	472	472	472	
Riesgo		400	400	360	324	300	277	256	237	
Margen Tecnico		0	0	60	117	163	195	216	235	
Total			-	567.000	829.238	868.307	829.614	734.424	639.882	4.468.465
Gastos Gestión		50	50	50	50	50	50	50	50	
		75.000	675.000	472.500	354.375	265.781	212.625	170.100	136.080	2.361.461
Mkt/Comisiones			120	0	0	0	0	0	0	
(20%/10%)			1.620.000	-	-	-	-	-	-	1.620.000
30%										
0%		- 75.000	- 2.295.000	94.500	474.863	602.526	616.989	564.324	503.802	487.004
			- 2.370.000	- 2.275.500	- 1.800.638	- 1.198.111	- 581.123	- 16.798	487.004	
Siniestralidad			100%	86%	73%	65%	59%	54%	50%	
Ratio Gastos			43%	12%	11%	11%	11%	11%	11%	
Ratio Combinado			143%	98%	85%	76%	69%	65%	61%	

# **E. Geo-spatial Smoothing**

# Geo-spatial Smoothing



FINANCIAL [THINKING]

## Input:

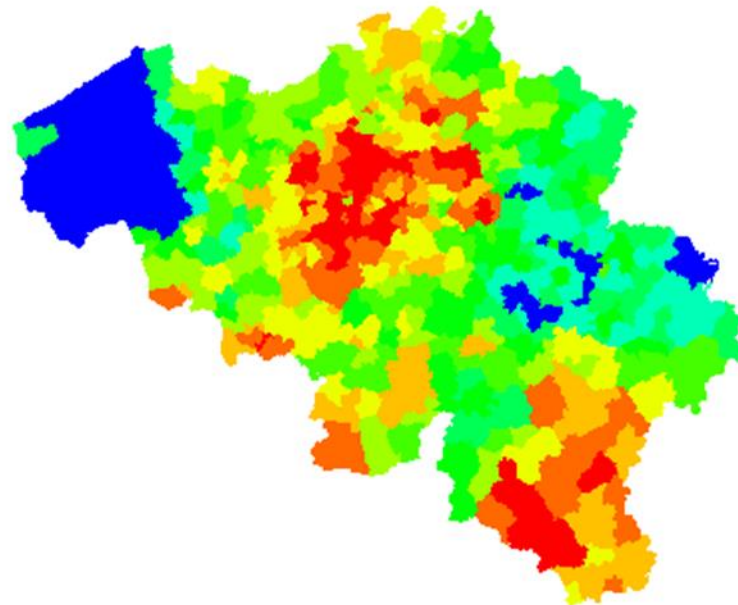
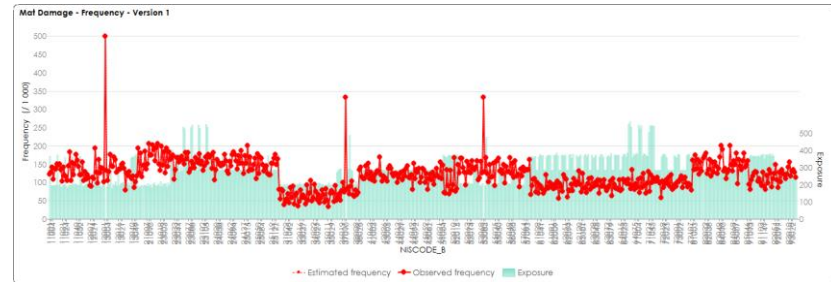
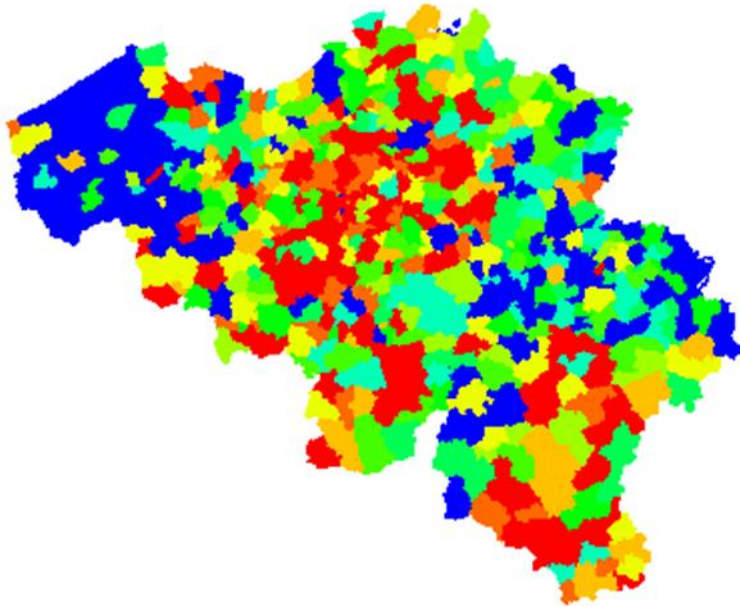
- **Factor Región (postcode, administration area, ...)**
- **Midpoints para cada región (id, LAT, LONG)**
- **Opcional: Mapa – polygons (para una representación grafica)**

Residuales = información geo-demografica + Ruido (Noise)

## Output:

- **Un version del Factor Región basada en los residuals suavizados**
- **Asignación de las regiones a zonas (fixed rates o a estimar por el GLM)**

# Geo-spatial Smoothing



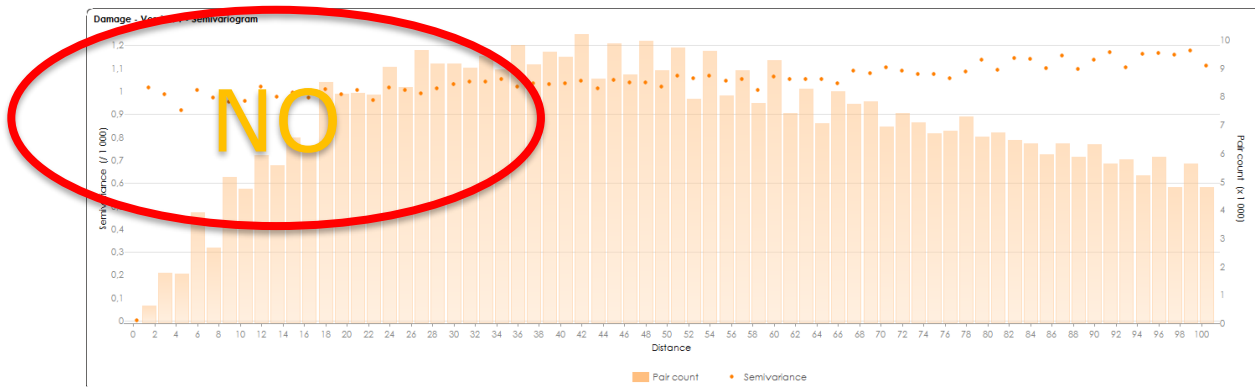
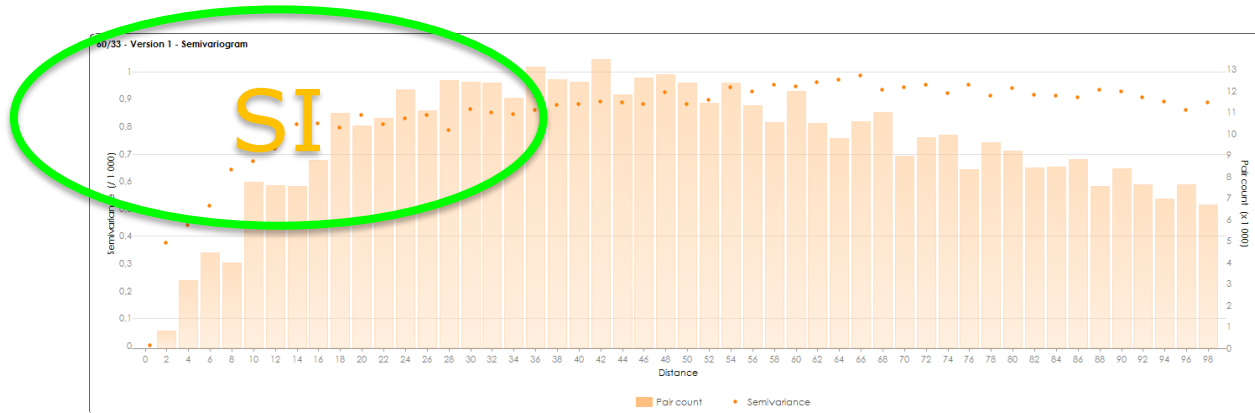


# Geo-spatial Smoothing

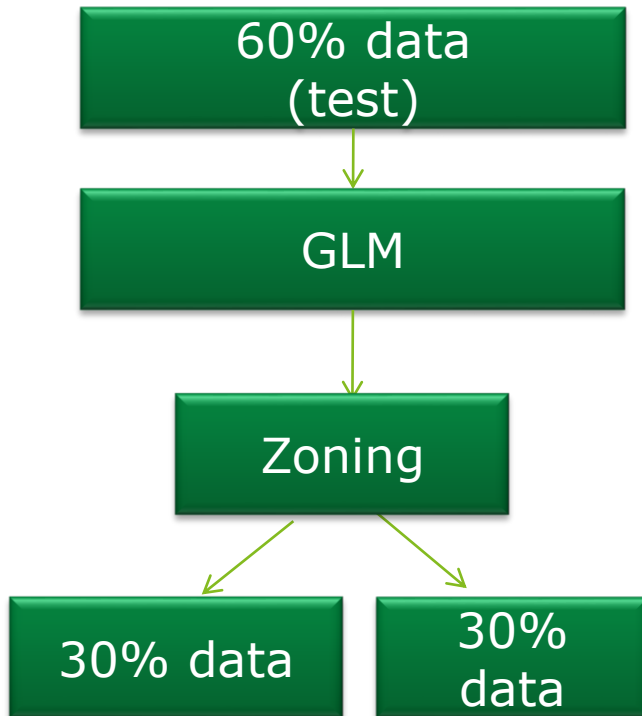
Parametro para Zonificación:

- Demasiadas categorías para incluir la variable directamente en los modelos GLM.
- Regiones vecinas tienen un comportamiento similar.

Semi-Variogram – para confirmar la existencia de un efecto geo-demografico en los residuales



# Geo-spatial Smoothing



40% data  
(control)

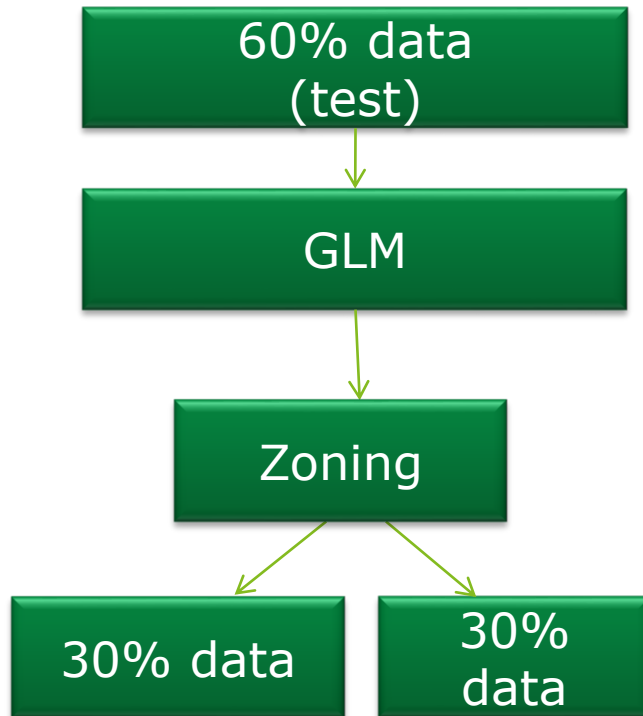
Steps:

1. Calculation of residuals on test data.
2. "Observed residuals"  $r_i$  for each region
3. Spatial smoothing:

$$r_i^* = Z(e_i).r_i + (1 - Z(e_i)).\frac{\sum_{j \neq i} e_j r_j f(d_{ij})}{\sum_{j \neq i} e_j f(d_{ij})}$$

4. "Smoothed residuals"  $r_i^*$  for each region
5. Define zones on test data
6. Estimate multipliers (rates) on control data

# Geo-spatial Smoothing



La distancia entre regions:

$$d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}$$

Spatial smoothing:

$$r_i^* = Z(e_i) \cdot r_i + (1 - Z(e_i)) \cdot \frac{\sum_{j \neq i} e_j r_j f(d_{ij})}{\sum_{j \neq i} e_j f(d_{ij})}$$

Distance function – el impacto decrece con un aumento de la distancia:

$$f(d_{ij}) = \frac{1}{d_{ij}^n}$$

Credibility function – la credibilidad aumenta con un aumento de los expuestos:

$$Z(e_i) = \left( \frac{e_i}{e_i + a} \right)$$

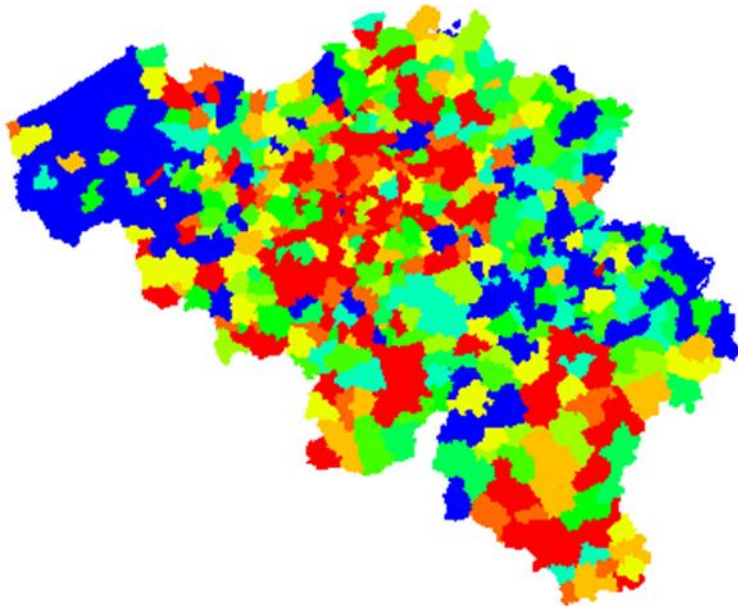
Estimamos  $n, a$  para minimizar el error:

$$\sum_{i=1}^r (r_i^* - r_i)^2 * e_i$$

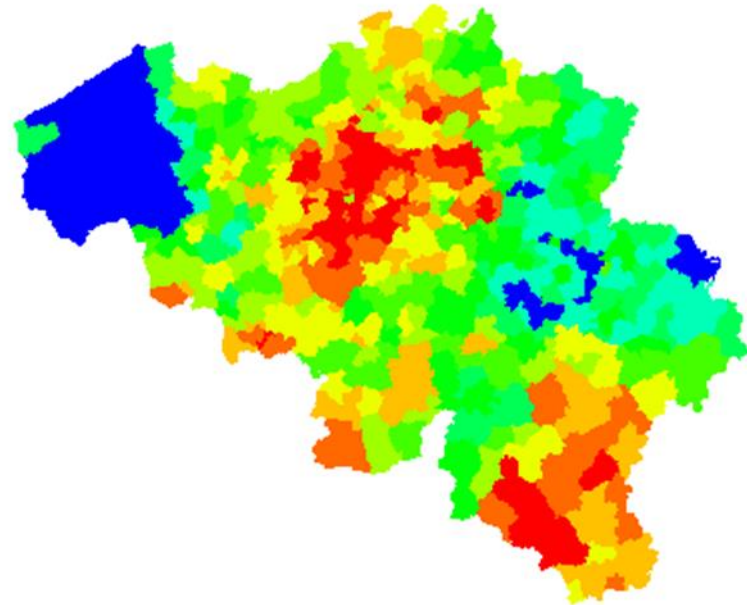
# Geo-spatial Smoothing



Residuales observados



Residuales suavizados

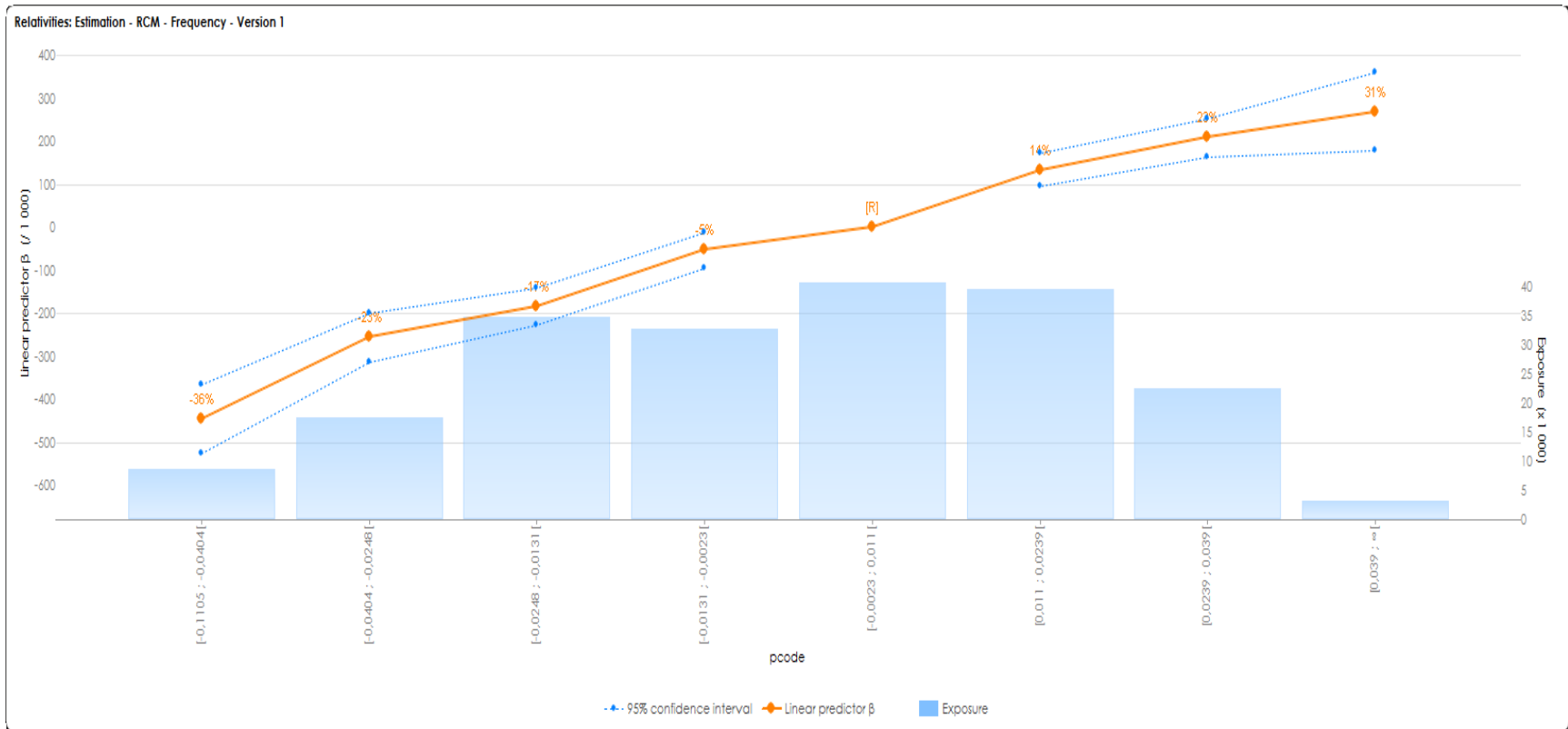


# Geo-spatial Smoothing

40% data  
(control)

GLM

Rates



# F. Modelo Impago

# Modelo Impago



FINANCIAL [THINKING]

¿Cuál es la finalidad del modelo de impago?

¿Qué es un impago?

¿Primer impago, mora, recuperación?

¿Horizonte de tiempo?

¿Cómo se define el target?

## **Impago en Seguros:**

### **Ramos más o menos conflictivos:**

- **Automóvil**
- **Hogar**
- **Salud**
- **Vida**



## Impago en Seguros:

Factor de riesgo

- Rechazo
- Recuperación
- Fraude
- Facilidades de pago

## Impago en Seguros:

$$\text{Pérdida Esperada} = \text{PD} * \text{EAD} * \text{LGD}$$

- PD (Probability of Default) –Probabilidad de impago
- EAD (Exposure at Default) –Deuda en el momento de impago
- LGD (Loss given Default) –Porcentaje de importe (EAD) no recuperado

# Modelo Impago

## Impago en Seguros:

```
set.seed(1234)
SAMPLE = sample.split(Prestamos$target, SplitRatio = .60)
DataTrain = subset(Prestamos, SAMPLE == TRUE)
DataValTest = subset(Prestamos, SAMPLE == FALSE)
```

```
set.seed(1234)
SAMPLE = sample.split(DataValTest$target, SplitRatio = .50)
DataVal = subset(DataValTest, SAMPLE == TRUE)
DataTest = subset(DataValTest, SAMPLE == FALSE)
```

```
modelo_log = glm(target ~ funded_amnt + int_rate + installment + home_ownership +
annual_inc + verification_status + term + purpose + CargaFinanciera + Desempleo, data = DataTrain, family = binomial(link = "logit"))
summary(modelo_log)
```

```
modelo_final = step(modelo_log, direction = "both")
summary(modelo_final)
```

```
coefficients(modelo_final)
confint(modelo_final)
exp(coefficients(modelo_final))
exp(confint(modelo_final))
```

# **G. Reaseguros**

# Compartir Riesgo

X – coste individual o colectivo

Compartir riesgo  
proporcionalmente

$$X = cX + (1-c) X$$
$$0 < c < 1$$

Tarifas porcentuales de  
reembolso (salud)  
Compartir seguros  
Falta de cobertura

Compartir riesgo no  
proporcionalmente

$$X = \min (X,a) + \max (X-a,0)$$
$$a > 0$$

Franquicias (coche)  
Primer riesgo (hogar/agua)  
Franquicia anual (salud)

Entre asegurador y aseguradora:

- Quitar siniestros pequeños
- Influir en el comportamiento
- Reducir coste del seguro

# Compartir Riesgo

X – coste individual o colectivo

Compartir riesgo  
proporcionalmente

$$X = cX + (1-c) X$$
$$0 < c < 1$$

Quota parte Re (QP)  
Excedente – Suma (SX)

Compartir riesgo no  
proporcionalmente

$$X = \min (X,a) + \max (X-a,0)$$
$$a > 0$$

Costes anuales (Stop-Loss)  
Excedente – individual (XL)  
Excedente – cumulo (Cat XL)

Entre aseguradora y reaseguradora:

- Reducir riesgo
- Reducir Capital de riesgo
- Compartir riesgo

# Distintos tipos Re

## QP – Quota parte

$$\text{SB: } \underline{S} = c S, \quad 0 < c < 1$$

$$\text{Re: } \underline{S} = (1-c) S$$

## SX – Excedente suma

$$\text{SB: } \underline{S} = \sum_{i=1}^I c_i R_i \quad \text{donde } c_i = \min \left( \frac{u_0}{u_i}, 1 \right), \quad u_i = \text{Cobertura } R_i$$

$u_0 = \text{"Franquicia máxima"}$

$$\text{Re: } \underline{S} = \sum_{i=1}^I (1 - c_i) R_i$$

$$\text{Realmente SB: } \underline{S} = \sum_{u_i \leq u_0} R_i + \sum_{u_i > u_0} \frac{u_0}{u_i} R_i$$

Re: con una cobertura mas alta – la reaseguradora paga una proporción mas grande de cada siniestro.

De punto de vista matemático/estadístico bastante sencillo

# Distintos tipos Re

## QP – Quota parte

$$\text{SB: } \underline{S} = c S, \quad 0 < c < 1$$

$$\text{Re: } \underline{S} = (1-c) S$$

Contratos proporcionales (QP):

$$E(\underline{S}) = c E(S)$$

$$\text{Var}(\underline{S}) = c^2 \text{Var}(S)$$

$$\text{Vko}(\underline{S}) = \text{Vko}(S)$$

Coeficiente variación para medir el “peligro”  $\text{Vko}(\underline{S}) = \text{Sta}(\underline{S}) / E(\underline{S})$

Capital de seguridad:  $\beta \cdot \text{Sta}(\underline{S})$  -  $\beta$  define nuestro nivel de seguridad



## Contratos proporcionales (SX):

Ejemplo: Seguro de accidente 1.000 pólizas

600 pólizas 30.000€

300 pólizas 50.000€

100 pólizas 100.000€    probabilidad accidente mortal 1‰

Prima de riesgo:  $E(S) = 600 \cdot 30 + 300 \cdot 50 + 100 \cdot 100 = 43.000$

Prima = prima de riesgo.

$$\text{Var}(R_i) = p \cdot (1-p) \cdot u^2$$

$$\text{Var}(S) = 999 \cdot (600 \cdot 30^2 + 300 \cdot 50^2 + 100 \cdot 100^2) = 47.830^2$$

$$\text{Vko}(S) = 47.830 / 43.000 = 1.11$$

1 siniestro por año → para 400 pólizas importe superior que prima.

## Contratos proporcionales (SX):

Ejemplo: Seguro de accidente 1.000 pólizas

600 pólizas 30.000€

300 pólizas 50.000€

100 pólizas 100.000€                      probabilidad accidente mortal 1‰

$$\text{Var}(R_i) = p \cdot (1-p) \cdot u^2$$

$$\text{Var}(S) = 999 \cdot (600 \cdot 30^2 + 300 \cdot 50^2 + 100 \cdot 100^2) = 47.830$$

$$\text{Vko}(S) = 47.830 / 43.000 = 1.11$$

Contrato SX con limite  $u_0 = 30.000$ , para Re:  $50 - 30 = 20$ ;  $100 - 30 = 70$ .  
→ paga 13.000 al Re

$$E(S) = \sum_{u_i \leq u_0} E(R_i) + \sum_{u_i > u_0} \frac{u_0}{u_i} E(R_i)$$

$$= 600 \cdot 30 + 300 \cdot 30 / 50 \cdot 50 + 100 \cdot 30 / 100 \cdot 100 = 30.000$$

$$\text{SB: } \text{Var}(S) = 999 \cdot (1.000 \cdot 30^2) = 29.985^2$$

$$\text{Vko}(S) = 1$$

$$\text{Re: } \text{Var}(S) = 999 \cdot (300 \cdot 20^2 + 100 \cdot 70^2) = 24.686^2$$

$$\text{Vko}(S) = 24.686 / 13.000 = 1.9$$

# Distintos tipos Re

Ejemplo que demuestra como hay ahorros superiores a los costes  $k_1 + k_2$ .

$S = S_0 + S_1$  con

$S_0 \sim \text{Normal}(\mu, \sigma^2)$

$S_1 \sim \text{Normal}(9\mu, 2\sigma^2)$

Capital de seguridad:  $\beta \cdot \text{Sta}(S) = \beta \sigma \sqrt{3}$

Para AS:

$R = S_0/2 \rightarrow$  nuevo capital de seguridad:  $\beta \sigma \sqrt{2,25}$

Para Re:

Tiene K contratos de este tipo.

Capital de seguridad de la reaseguradora:  $\beta \frac{\sigma}{2} \sqrt{K}$

Todos los K-AS ahorran  $K\beta\sigma(\sqrt{3} - \sqrt{2,25})$  en su capital de seguridad.

Sale bien mientras:

$K\beta\sigma(\sqrt{3} - \sqrt{2,25}) > \beta \frac{\sigma}{2} \sqrt{K} \Leftrightarrow K > 1/4(\sqrt{3} - \sqrt{2,25})^2 = 4,64$

A partir de 5 AS tiene sentido de formar una Re.

# Ejemplos

100 contratos con capital aseg.	4.000
300 contratos con capital aseg.	10.000

0.1 siniestro

0.9 sin siniestro

Cada siniestro: 50% cap. aseg. y 50% mitad cap. aseg.

¿Cómo influye un contrato XL con una reaseguradora sobre un importe de 3.000 en esperanza y varianza?

# Ejemplos

100 contratos con capital aseg.	4.000
300 contratos con capital aseg.	10.000

0.1 siniestro

0.9 sin siniestro

Cada siniestro: 50% cap. aseg. y 50% mitad cap. aseg.

Sin reaseguro:

$$\begin{aligned} E(S) &= 100 * (0.1 * (0,5 * 4.000 + 0,5 * 2.000)) \\ &+ 300 * (0.1 * (0,5 * 10.000 + 0,5 * 5.000)) \\ &= 100 * 300 + 300 * 750 = 255.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Var}(S) &= 100 * (0.9 * 300^2 + 0.1 * (0,5 * 1.700^2 + 0.5 * 3.700^2)) \\ &+ 300 * (0.9 * 750^2 + 0.1 * (0,5 * 4.250^2 + 0.5 * 9.250^2)) \\ &= 1.797.250.000 \end{aligned}$$

$$\text{Vko}(S) = \sqrt{1.797.250.000 / 255.000} = 0,1663$$

# Ejemplos

100 contratos con capital aseg.	4.000
300 contratos con capital aseg.	10.000

0.1 siniestro

0.9 sin siniestro

Cada siniestro: 50% cap. aseg. y 50% mitad cap. aseg.

Con reaseguro (3.000):

$$\begin{aligned} E(S) &= 100 * (0.1 * (0,5 * 3.000 + 0,5 * 2.000)) \\ &+ 300 * (0.1 * (0,5 * 3.000 + 0,5 * 3.000)) \\ &= 100 * 250 + 300 * 300 = 115.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Var}(S) &= 100 * (0.9 * 250^2 + 0.1 * (0,5 * 1.750^2 + 0.5 * 2.750^2)) \\ &+ 300 * (0.9 * 300^2 + 0.1 * (0,5 * 2.700^2 + 0.5 * 2.700^2)) \\ &= 301.750.000 \end{aligned}$$

$$Vko(S) = \sqrt{301.750.000 / 115.000} = 0,1511$$

→ El coef de variación baja, el riesgo disminuye.

# Ejemplos

Riesgo	N contratos	Capital Aseg
A	1	9
B	2	18
C	7	50

Descr. Riesgo	A	B	C
S=0	0,7	0,7	0,9
S=1/3 cap.	0,1	0,1	0
S=2/3 cap.	0,1	0,1	0
S=Cap.	0,1	0,1	0,1

1. Prima de riesgo para A, B, C
2. Valorar los riesgos según  $V_{ko}$ .
3.  $V_{ko}$  del modelo colectivo
4. AS cierra contrato XL con Re con una prioridad de 6.  
¿Cómo se distribuye la prima entre AS y Re?  
¿Cómo se cambia el  $V_{ko}$ ?

# Ejemplos

Riesgo	N contratos	Capital Aseg
A	1	9
B	2	18
C	7	50

Descr. Riesgo	A	B	C
S=0	0,7	0,7	0,9
S=1/3 cap.	0,1	0,1	0
S=2/3 cap.	0,1	0,1	0
S=Cap.	0,1	0,1	0,1

1. Prima de riesgo para A, B, C

$$A: 0,3+0,6+0,9 = 1,8$$

$$B: 1,8*2 = 3,6$$

$$C: 0,1*50 = 5,0$$

2. Valorar los riesgos según Vko.

$$A: \frac{\sqrt{\sigma^2}}{\mu} = \frac{\sqrt{(3^2+6^2+9^2) \cdot 0.1 - 1.8^2}}{1.8} = \frac{\sqrt{9.36}}{1.8} = 1.700$$

$$B: \frac{\sqrt{\sigma^2}}{\mu} = \frac{\sqrt{4 \cdot 9.36}}{2 \cdot 1.8} = 1.700$$

$$C: \frac{\sqrt{\sigma^2}}{\mu} = \frac{\sqrt{(50^2) \cdot 0.1 - 5^2}}{5} = \frac{\sqrt{225}}{5} = 3$$



# Ejemplos

Riesgo	N contratos	Capital Aseg
--------	----------------	-----------------

A	1	9
B	2	18
C	7	50

Descr. Riesgo	A	B	C
------------------	---	---	---

S=0	0,7	0,7	0,9
S=1/3 cap.	0,1	0,1	0
S=2/3 cap.	0,1	0,1	0
S=Cap.	0,1	0,1	0,1

3. Vko del modelo colectivo

Independencia  $\rightarrow$  Var(suma) = suma Var individuales.

$$Vko: \frac{\sqrt{\sigma^2}}{\mu} = \frac{\sqrt{(9,36+2*4*9,36+7*225)}}{1,8+2*3,6+7*5} = 0.92$$

4. AS cierra contrato XL con Re con una prioridad de 6.

¿Cómo se distribuye la prima entre AS y Re?

¿Cómo se cambia el Vko?

$$A: AS \ 2/3 = 1,2 \quad Re \ 1/3 = 0,6$$

$$B: AS \ 1/3 = 1,2 \quad Re \ 2/3 = 2,4$$

$$C: AS \ 6/50 = 0,6 \quad Re \ 44/50 = 4,4$$

$$Var(A) = (2/3)^2 * 9,36 = 4,16$$

$$Var(B) = (1/3)^2 * 4 * 9,36 = 4,16$$

$$Var(C) = (6/50)^2 * 225 = 3,24$$

$$\rightarrow Vko: \frac{\sqrt{\sigma^2}}{\mu} = \frac{\sqrt{(4,16+2*4,16+7*3,24)}}{1,2+2*1,2+7*0,6} = 0.76$$

# H. Fraude

## ¿Qué es fraude?

Toda acción u omisión en **la contratación de un seguro o declaración de siniestro** con el objetivo de obtener ilegítimamente un beneficio propio o favorecer a un tercero

## ¿Tipos de fraude?

Ocasional

Profesional

Redes/Mafia



### ERA VACA Y NO YEGÜA

Un motorista se estrella contra un animal en una carretera secundaria. El responsable del animal asegura que es una yegua que no presenta daños, pero que cuenta con un seguro de responsabilidad civil. En las inmediaciones del lugar encuentran a una vaca herida. Un análisis de ADN demuestra que los pelos y restos que han quedado en la moto siniestrada pertenecen a la vaca, que, por cierto, no está asegurada.



### FRAUDE EN LA MAQUINARIA

Un camión con una carga de maquinaria presuntamente valiosa se despeña y cae al mar. El camionero reclama al seguro la pérdida de la carga. El seguro descubre que el camionero estaba en quiebra y se abre una investigación. Buceadores de la Guardia Civil se sumergen y descubren que la maquinaria estaba fuera de uso.



### LOS ACOPLADOS

En una autopista llueve torrencialmente y se produce un golpe en cadena con cuatro coches presuntamente involucrados. Todos los conductores se meten en uno de los coches para arreglar los papeles. Se investiga y se descubre que uno de ellos era un conductor 'acoplado' que pasaba por allí y que intentaba 'colar' los datos de otro vehículo suyo con el que había sufrido un siniestro anterior.



### SIN PAPELES Y SIN PROTECCIÓN

Un inmigrante sin papeles trabaja en unas obras conduciendo una excavadora. Cae en una zanja y el hombre queda atrapado por un pie que finalmente pierde. El responsable de las obras dijo que el herido era un transeúnte que pasaba por allí e intentó que el seguro de la excavadora le pagara la indemnización.

## Impacto + importancia económica

(Datos ICEA)	Casos positivos	Fraude Evitado Bruto
Automóviles	> 75.000	200 M€
Diversos	> 20.000	70 M€
Vida, Accidentes, Salud	< 2.000	30 M€
Otros Ramos	700	6,5 M€

- Entre un 2% y un 8% de las reclamaciones son fraudulentas.
- Sólo se detecta el 10% de las reclamaciones fraudulentas.
- Sólo una pequeña parte de las detectadas son investigadas.

## Impacto + importancia económica: ICEA: Estadística de Fraude

En tiempos de crisis aumenta el fraude:  
entre 2008 y 2009 ha aumentado un 16% -  
Comparando con un 5,7% in años anteriores.

Coste inicial:	430 M€
Coste pagado:	123 M€
Ahorro:	307 M€
Gastos invest.:	6 M€

Cada Euro invertido tiene un retorno de 50 Euros.

# FRAUDE

## Prevención, detección y gestión del fraude



## Prevención, detección y gestión del fraude

Necesidad

Ocasión

Justificación

Cada motivo tiene su patrón



## Prevención, detección y gestión del fraude

Recursos de investigación limitados → preselección

No investigado y Fraude	Investigado y Fraude
No investigado y no Fraude	Investigado y no Fraude (falsos positivos)

Modelos para dirigir la investigación, el problema:  
No sabemos muy bien lo que estamos buscando.

## Prevención, detección y gestión del fraude

- Patrones conocidos → definir reglas / alertas
- Patrones no conocidos → detección de anomalías
- Patrones complejos → modelización predictiva (algoritmos que aprenden)
- Patrones asociativos → Social Network Analysis

## **Patrones conocidos → definir reglas / alertas**

Alertas ordenadas por severidad / probabilidad de fraude.

Generadas en tiempo real mediante reglas  
(TIREA : Senda)

Alertas para siniestros individuales

Posibilidad del análisis del éxito – introducir mejorar continuas  
etc.

Parámetro So/No – posibilidad de modelos.

## Patrones no conocidos → detección de anomalías

- Determinación de reclamaciones anómalas
- Descubrimiento de relaciones no obvias con casos de fraude conocidos, para identificar comportamientos sospechosos y generar nuevas reglas de negocio (vecinos)

### DATA MINING

- Ampliación de la información: llamadas/documentos "TEXT MINING"

Modelos con elementos novedosos.

## **Patrones complejos → modelización predictiva** (algoritmos que aprenden)

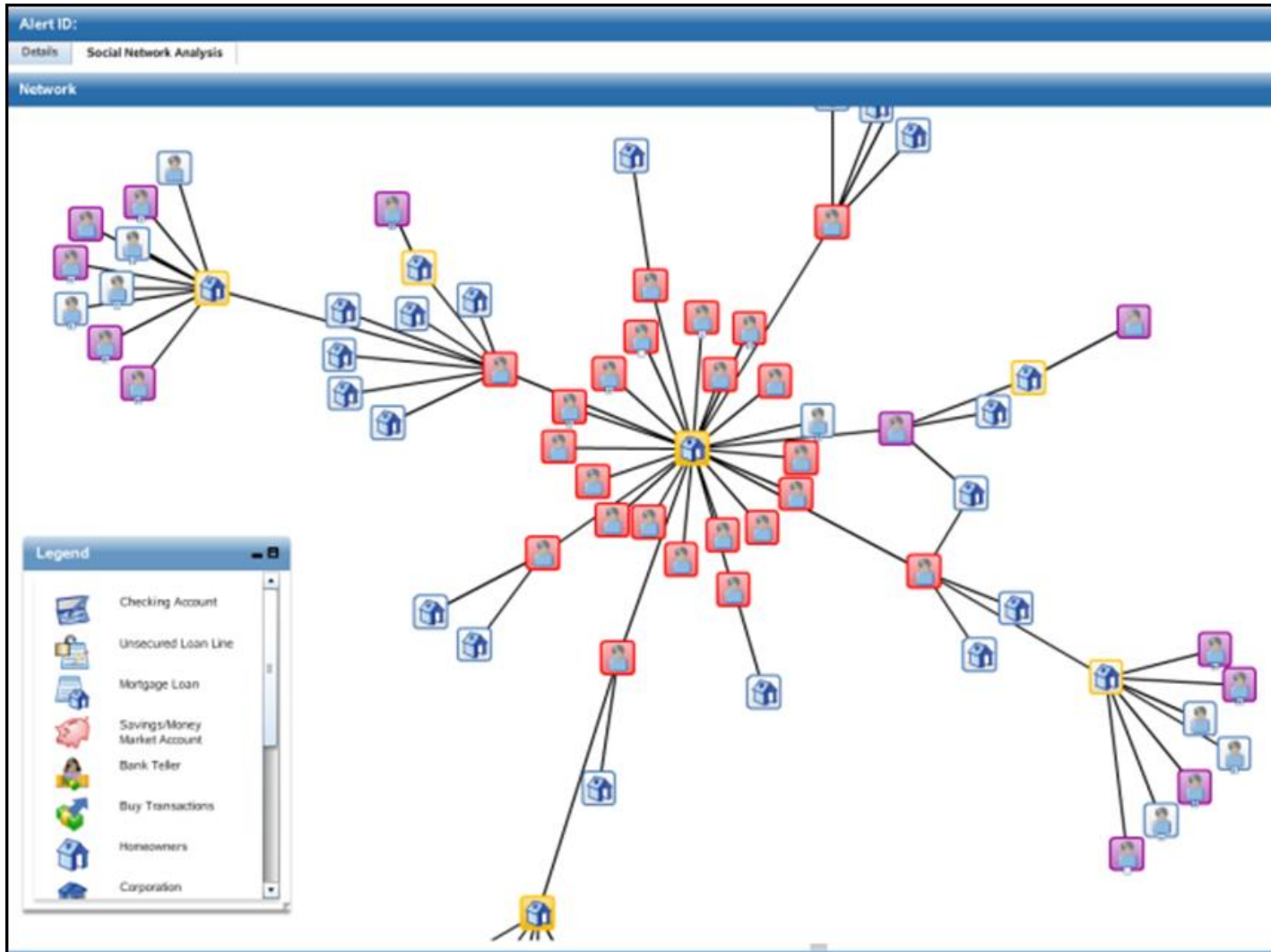
Algoritmos que “aprenden” del histórico de fraude para establecer relaciones causa-efecto no evidentes.

## **Patrones asociativos → Social Network Analysis**

Descubrimiento de conocimiento  
a través del análisis de vínculos entre  
asegurados, talleres, mediadores, ...

Nombres / Teléfonos / Direcciones / Cuentas  
Facebook etc.

## Patrones asociativos → Social Network Analysis



## Prevención

### **Es más económico y fácil prevenir que investigar:**

- Verificaciones/ Fotos (daños previos)
- Toma de datos en la contratación (figuras)
- Toma de datos en la declaración del siniestro (detalles para evitar sorpresas)
- Intercambiar información sectorial (Senda)



# FRAUDE



Retorno rápido del dinero

Mejora de competitividad

Ventajas para los clientes honestos

# FRAUDE



Desconocimiento

Imagen - falsos positivos

Limites legales

# **I. El futuro/ nuevos Retos**

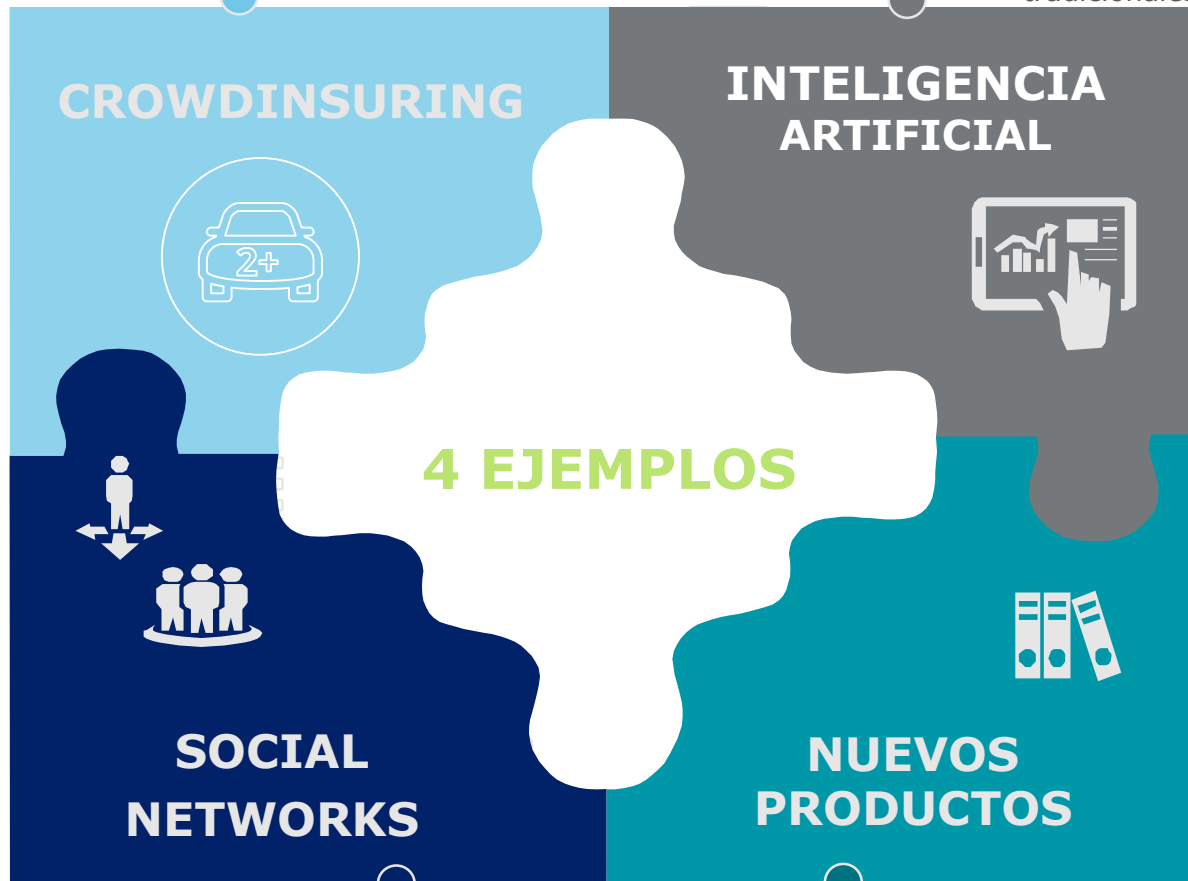
Observamos muchos **cambios**  
en la **vida diaria**, en los  
**hábitos** de consumo, en **otros**  
**sectores** –  
¿Cómo nos puede afectar  
esto en el  
**mundo del Seguro?**



# Posibles cambios / retos para el sector

Blablacar - Airbnb en el mundo de seguros

Los objetos se cambian, los accidentes, los robos, los fraudes se transforman. Productos tradicionales pierden sentido



La dinámica de los redes sociales. Un trato individual/ personalizado de los clientes

Nuevos objetos para asegurar. Ciber riesgos – el nuevo “seguro de incendio”