

II práctica del bloque Estadística Actuarial No Vida

Prof. Lluís Bermúdez

Primera parte

Una vez ejecutada la función con los datos de Taylor y Ashe, y con el objetivo de interpretar los resultados, se pide:

1. La reserva o provisión total estimada

Función: Chain-Ladder Básico

```
#DATOS
datos_desac <- Xij <- scan(n=55)
357848 766940 610542 482940 527326 574398 146342 139950 227229 67948
352118 884021 933894 1183289 445745 320996 527804 266172 425046
290507 1001799 926219 1016654 750816 146923 495992 280405
310608 1108250 776189 1562400 272482 352053 206286
443160 693190 991983 769488 504851 470639
396132 937085 847498 805037 705960
440832 847631 1131398 1063269
359480 1061648 1443370
376686 986608
344014

ChainLadder<-function(Xij){
  n <- length(Xij)
  TT <- trunc(sqrt(2*n))
  i <- rep(1:TT, TT:1)
  j <- as.factor(i)
  j <- sequence(TT:1)
  j <- as.factor(j)

  Xij.mat.fim <- Xij.mat.cum2 <- Xij.mat.cum <- Xij.mat <- matrix(NA,nrow=TT,ncol=TT)
  for(k in 1:length(Xij)) Xij.mat[i(k),j(k)] <- Xij[k] # Matriz
  Xij.mat.cum <- t(apply(Xij.mat, 1,cumsum)) #Matriz Acumulada - iden GenIns

  lambda<-provisions<-0
  for (k in 2:nrow(Xij.mat)) {
    lambda(k) <- sum(Xij.mat.cum(1:(nrow(Xij.mat)-k+1),k))/sum(Xij.mat.cum(1:(nrow(Xij.mat)-k+1),k-1))
  }

  i.mat <- row(Xij.mat)
  j.mat <- col(Xij.mat)
  future <- i.mat+j.mat-1 > TT

  for (m in 1:nrow(Xij.mat)){
    for (l in 1:nrow(Xij.mat)){
      if (m+l > nrow(Xij.mat)+1){
        Xij.mat.cum(l,m) <- Xij.mat.cum(l,m-1)*lambda(m)
        Xij.mat.cum2(l,m) <- Xij.mat.cum(l,m) - Xij.mat.cum(l,m-1)
      }
    }
  }

  provisions<-rowSums(na.rm=T,Xij.mat.cum2)
  names(provisions)<-paste("Año",seq(1,nrow(Xij.mat)))
  provision<-sum(provisions)

  Xij.mat.fim<-Xij.mat.cum2
  Xij.mat.fim[future]<-Xij.mat[future]

  pg<-matrix(numeric(),table(future)(2),2)
  p=1
  for (m in 1:nrow(Xij.mat)){
    for (l in 1:nrow(Xij.mat)){
      if (m+l > nrow(Xij.mat)+1){
        pg(p,2)<-Xij.mat.fim(l,m)
        pg(p,1)<-l+m-1
        p=p+1
      }
    }
  }

  NumVar<-pg[,2]
  CategVar<-pg[,1]
  table(CategVar)

  pagosfuturos<-tapply(NumVar,CategVar,sum)
  names(pagosfuturos)<-paste("Año",seq(nrow(Xij.mat)+1,nrow(Xij.mat)+nrow(Xij.mat)-1))
  #(sum(pagosfuturos)-provision)==0
  result<-list()
  result[[1]]<-Xij.mat.cum
  result[[2]]<-provisions(-1)
  result[[3]]<-provision
  result[[4]]<-pagosfuturos
  names(result)<-c("Triangulo completo - datos acumulados","Provisiones por año","Provisión Total","Pagos Futuros")
  return(result)
}
```



II práctica del bloque Estadística Actuarial No Vida Prof. Lluís Bermúdez

Resultados:

```
> ChainLadder(datos_desac)
$`Triangulo completo - datos acumulados`
      (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9)
(1,) 357848 1124788 1735330 2218270 2745596 3319994 3466336 3606286 3833515
(2,) 352118 1236139 2170033 3353322 3799067 4120063 4647867 4914039 5339085
(3,) 290507 1292306 2218525 3235179 3985995 4132918 4628910 4909315 5285148
(4,) 310608 1418858 2195047 3757447 4029929 4381982 4588268 4835458 5205637
(5,) 443160 1136350 2128333 2897821 3402672 3873311 4207459 4434133 4773589
(6,) 396132 1333217 2180715 2985752 3691712 4074999 4426546 4665023 5022155
(7,) 440832 1288463 2419861 3483130 4088678 4513179 4902528 5166649 5562182
(8,) 359480 1421128 2864498 4174756 4900545 5409337 5875997 6192562 6666635
(9,) 376686 1363294 2382128 3471744 4075313 4498426 4886502 5149760 5544000
(10,) 344014 1200818 2098228 3057984 3589620 3962307 4304132 4536015 4883270
      (10)
(1,) 3901463
(2,) 5433719
(3,) 5378826
(4,) 5297906
(5,) 4858200
(6,) 5111171
(7,) 5660771
(8,) 6784799
(9,) 5642266
(10,) 4969825

$`Provisiones por año`
      Año 2      Año 3      Año 4      Año 5      Año 6      Año 7      Año 8
94633.81 469511.29 709637.82 984888.64 1419459.46 2177640.62 3920301.01
      Año 9      Año 10
4278972.26 4625810.69

$`Provisión Total`
(1) 18680856

$`Pagos Futuros`
      Año 11      Año 12      Año 13      Año 14      Año 15      Año 16      Año 17
5226535.83 4179394.44 3131667.52 2127271.92 1561878.91 1177743.69 744287.37
      Año 18      Año 19
445521.29 86554.62
```

Através do Modelo de Mack

```
ChainLadder<-function(datos){
  require(ChainLadder)
  TaylorAsheIncr <- as.triangle(TaylorAsheRegr,origin="NumAV",dev="NumDY",value="Paym") #triangle desacomulat
  TaylorAshe <- incr2cum(TaylorAsheIncr) #triangle acumulat
  m1<-as.matrix("")
  # get latest cumulative
  diagonal<-getLatestCumulative(TaylorAshe) # obtenim la diagonal -> ES LA OPCIO SCL$latest
  ## Mack model
  SCL<-MackChainLadder(TaylorAshe) #MackChainLadder(GenIns.est.sigma="Mack")
  return(SCL)
}
```

La reserva o provisión estimada la podemos calcular de dos formas:

```
> provisio<-SCL$FullTriangle[,10]-diagonal
> sum(provisio)
(1) 18680856
```

ó con el objeto SCL:

```
> SCL
MackChainLadder(Triangle = TaylorAshe)

      Latest Dev.To.Date Ultimate IBNR Mack.S.E CV(IBNR)
1 3,901,463 1.0000 3,901,463 0 0 NaN
2 5,339,085 0.9826 5,433,719 94,634 71,835 0.759
3 4,909,315 0.9127 5,378,826 469,511 119,474 0.254
4 4,588,268 0.8661 5,297,906 709,638 131,573 0.185
5 3,873,311 0.7973 4,858,200 984,889 260,530 0.265
6 3,691,712 0.7223 5,111,171 1,419,459 410,407 0.289
7 3,483,130 0.6153 5,660,771 2,177,641 557,796 0.256
8 2,864,498 0.4222 6,784,799 3,920,301 874,882 0.223
9 1,363,294 0.2416 5,642,266 4,278,972 970,960 0.227
10 344,014 0.0692 4,969,825 4,625,811 1,362,981 0.295

      Totals
Latest: 34,358,090.00
Dev: 0.65
Ultimate: 53,038,945.61
IBNR: 18,680,855.61
Mack S.E.: 2,441,364.13
CV(IBNR): 0.130688025151046
```



II práctica del bloque Estadística Actuarial No Vida Prof. Lluís Bermúdez

2. El importe total estimado de los pagos que se deberán efectuar por los siniestros ocurridos en el cuarto año de ocurrencia;

Es el latest 4: **4,588,268**

```
> SCL
MackChainLadder(Triangle = TaylorAshe)

Latest Dev.To.Date Ultimate IBNR Mack.S.E CV(IBNR)
1 3,901,463 1.0000 3,901,463 0 0 NaN
2 5,339,085 0.9826 5,433,719 94,634 71,835 0.759
3 4,909,315 0.9127 5,378,826 469,511 119,474 0.254
4 4,588,268 0.8661 5,297,906 709,638 131,573 0.185
5 3,873,311 0.7973 4,858,200 984,889 260,530 0.265
6 3,691,712 0.7223 5,111,171 1,419,459 410,407 0.289
7 3,483,130 0.6153 5,660,771 2,177,641 557,796 0.256
8 2,864,498 0.4222 6,784,799 3,920,301 874,882 0.223
9 1,363,294 0.2416 5,642,266 4,278,972 970,960 0.227
10 344,014 0.0692 4,969,825 4,625,811 1,362,981 0.295

Totals
Latest: 34,358,090.00
Dev: 0.65
Ultimate: 53,038,945.61
IBNR: 18,680,855.61
Mack S.E.: 2,441,364.13
CV(IBNR): 0.130688025151046
```

3. La reserva o provisión referida al cuarto año de ocurrencia;

Es el IBNR 4: **709,638**

```
> SCL
MackChainLadder(Triangle = TaylorAshe)

Latest Dev.To.Date Ultimate IBNR Mack.S.E CV(IBNR)
1 3,901,463 1.0000 3,901,463 0 0 NaN
2 5,339,085 0.9826 5,433,719 94,634 71,835 0.759
3 4,909,315 0.9127 5,378,826 469,511 119,474 0.254
4 4,588,268 0.8661 5,297,906 709,638 131,573 0.185
5 3,873,311 0.7973 4,858,200 984,889 260,530 0.265
6 3,691,712 0.7223 5,111,171 1,419,459 410,407 0.289
7 3,483,130 0.6153 5,660,771 2,177,641 557,796 0.256
8 2,864,498 0.4222 6,784,799 3,920,301 874,882 0.223
9 1,363,294 0.2416 5,642,266 4,278,972 970,960 0.227
10 344,014 0.0692 4,969,825 4,625,811 1,362,981 0.295

> provisio<-SCL$FullTriangle(.10)-diagonal
> provisio
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0.00 94633.81 469511.29 709637.82 984888.64 1419459.46 2177640.62 3920301.01 4278972.26 4625810.69
> provisio(4)
4
709637.8

> SCL$FullTriangle
dev
origin 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
1 357848 1124788 1735330 2218270 2745596 3319994 3466336 3606286 3833515 3901463
2 352118 1236139 2170033 3353322 3799067 4120063 4647867 4914039 5339085 5433719
3 290507 1292306 2218525 3235179 3985995 4132918 4628910 4909315 5285148 5378826
4 310608 1418858 2195047 3757447 4029929 4381982 4588268 4835458 5205637 5297906
5 443160 1136350 2128333 2897821 3402672 3873311 4207459 4434133 4773589 4858200
6 396132 1333217 2180715 2985752 3691712 4074999 4426546 4665023 5022155 5111171
7 440832 1288463 2419861 3483130 4088678 4513179 4902528 5166649 5562182 5660771
8 359480 1421128 2864498 4174756 4900545 5409337 5875997 6192562 6666635 6784799
9 376686 1363294 2382128 3471744 4075313 4498426 4886502 5149760 5544000 5642266
10 344014 1200818 2098228 3057984 3589620 3962307 4304132 4536015 4883270 4969825
>
```

4. El importe estimado de los pagos futuros por siniestros ocurridos en el cuarto año que se harán efectivos durante el año siguiente a la estimación de la provisión.

```
> SCL$FullTriangle(4,8)
(1) 4835458
> SCL$FullTriangle
dev
origin 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
1 357848 1124788 1735330 2218270 2745596 3319994 3466336 3606286 3833515 3901463
2 352118 1236139 2170033 3353322 3799067 4120063 4647867 4914039 5339085 5433719
3 290507 1292306 2218525 3235179 3985995 4132918 4628910 4909315 5285148 5378826
4 310608 1418858 2195047 3757447 4029929 4381982 4588268 4835458 5205637 5297906
5 443160 1136350 2128333 2897821 3402672 3873311 4207459 4434133 4773589 4858200
6 396132 1333217 2180715 2985752 3691712 4074999 4426546 4665023 5022155 5111171
7 440832 1288463 2419861 3483130 4088678 4513179 4902528 5166649 5562182 5660771
8 359480 1421128 2864498 4174756 4900545 5409337 5875997 6192562 6666635 6784799
9 376686 1363294 2382128 3471744 4075313 4498426 4886502 5149760 5544000 5642266
10 344014 1200818 2098228 3057984 3589620 3962307 4304132 4536015 4883270 4969825
```

II práctica del bloque Estadística Actuarial No Vida
Prof. Lluís Bermúdez**Segunda parte**

Una vez ejecutada la función con los datos de Taylor y Ashe, y con el objetivo de interpretar los resultados, se pide:

La segunda parte fue desarrollada con la function `BootChainLadder()`

`BootChainLadder` gives a list with the following elements back:

<code>call</code>	matched call
<code>Triangle</code>	input triangle
<code>f</code>	chain-ladder factors
<code>simClaims</code>	array of dimension $c(m, n, R)$ with the simulated claims
<code>IBNR.ByOrigin</code>	array of dimension $c(m, 1, R)$ with the modeled IBNRs by origin period
<code>IBNR.Triangles</code>	array of dimension $c(m, n, R)$ with the modeled IBNR development triangles
<code>IBNR.Totals</code>	vector of R samples of the total IBNRs
<code>ChainLadder.Residuals</code>	adjusted Pearson chain-ladder residuals
<code>process.distr</code>	assumed process distribution
<code>R</code>	the number of bootstrap replicates

1. La reserva o provisión total estimada

```
B <- BootChainLadder(Xij.mat.cum,R=999,process.distr="od.pois")
```

```
> mean(B((7)))  
(1) 18865913
```

La reserva o provisión total estimada es **18.865.913**

2. El error de predicción de la provisión total estimada.

```
> sd(B((7)))  
(1) 3064324
```

3. Los dos apartados anteriores para la provisión referida al cuarto año de ocurrencia.

```
a)  
> mean(B((6))(4,))  
(1) 70454.07
```

```
b)  
> mean(sd(B((6))(4,)))  
(1) 142865.3
```

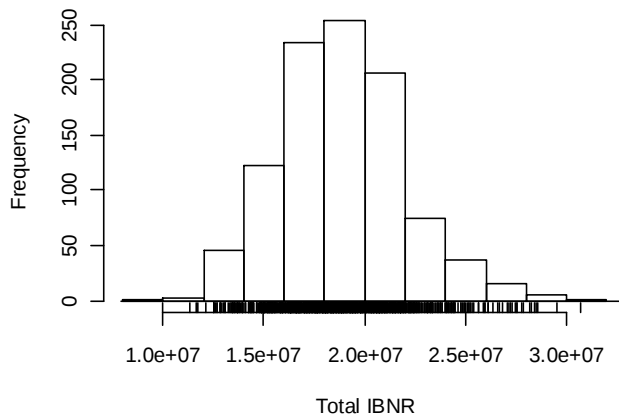
4. Explicar qué significado actuarial podemos dar al percentil 95 de la distribución predictiva simulada para la provisión total.

```
> quantile(B((7)),.95)  
95%  
24217133
```

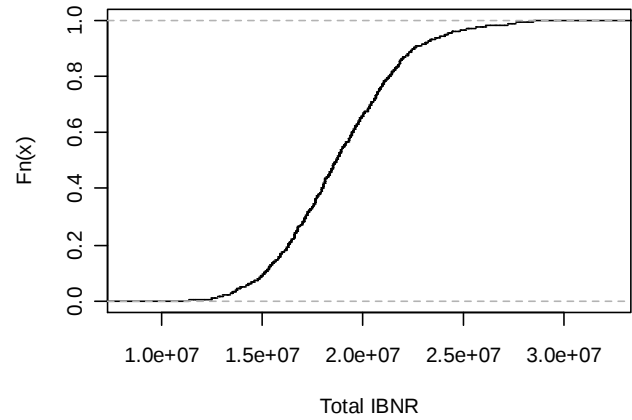
5% de los pagos de provisión total es mayor que 24.217.133.

II práctica del bloque Estadística Actuarial No Vida Prof. Lluís Bermúdez

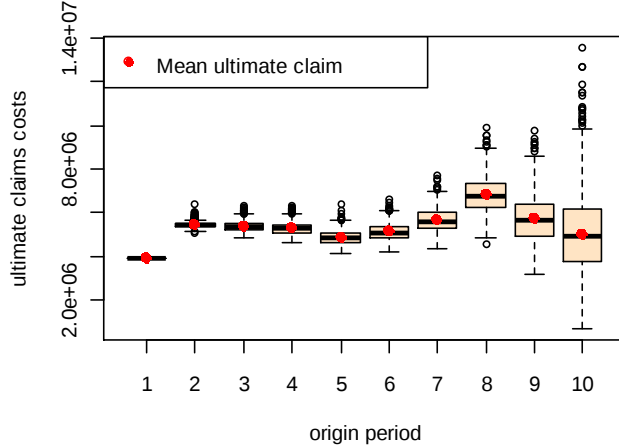
Histogram of Total.IBNR



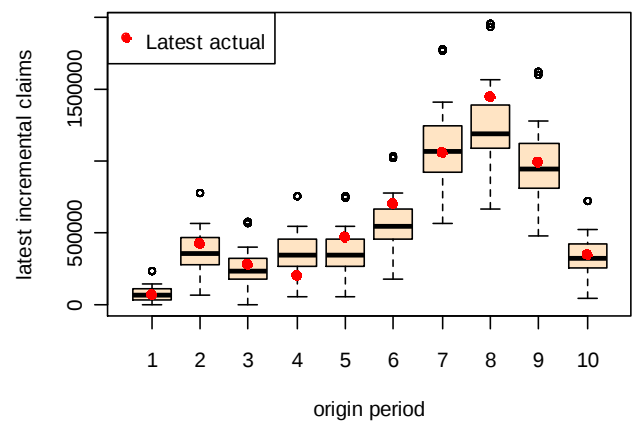
ecdf(Total.IBNR)



Simulated ultimate claims cost



Latest actual incremental claims against simulated values



Histogram of B\$IBNR.Totals

