UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Ajuste con mixturas de las carteras C2 y C15 sobre el número de siniestros en seguros de autos

Presentado por:
Alejandro Arias Garzón

Presentado a:
José Alfredo Jiménez Moscoso

Bogotá, Colombia, 23 de febrero de 2024

Cartera C2

La cartera C2 se compone de la siguiente manera:

Siniestros	**C-2**
0	20592
1	2651
2	297
3	41
4	7
5	0
6	1
≥ 7	-
Total pólizas	23589

Cálculo del índice de disopersión y momentos

Hacemos el respectivo cálculo de $\bar{n}$ y de s_n^2.

$$\bar{n} = \frac{\sum \text{Siniestros} \times \text{C-2}}{\text{Total pólizas}} = \frac{3402}{23589} = 0{,}1442198$$

$$s_n^2 = 0{,}1846623 - (0{,}1442198)^2 = 0{,}163863$$

Decimos que d es el índice de dispersión muestral, luego

$$d = \frac{s_n^2}{\bar{n}} = 1{,}136204$$

Como $d > 1$, existe sobredispersión. En este caso, se sugiere usar la pmf binomial negativa. Sin embargo, entre las distribuciones dadas se buscará la pmf que mejor ajuste los datos.

Con esto, determinamos un intervalo de confianza al 95 % para I_n.

$$IC(I_n) = (1{,}107197, 1{,}16521)$$

Por otra parte tenemos:

$$m_{[1]} = 0{,}1442198$$

$$m_{[2]} = 0{,}04044258$$

$$m_{[3]} = 0{,}02263767$$

$$m_{[4]} = 0{,}02238331$$

los cuales son los primeros 4 momentos factoriales muestrales.

Estimación de parámetros

Distribución Poisson inflada de ceros (ZIP)

Tenemos que los parámetros serán:

$$\widehat{\lambda}_2 = 0{,}2804233$$

$$\bar{\omega} = 0{,}5142931$$

Distribución binomial negativa inflada de ceros (ZINB)

Los parámetros estarán dados por los estimaciones que siguen:

$$\widehat{p} = 0{,}7816621$$

$$\widehat{r} = 0{,}00393138$$

$$\widehat{\omega} = 131{,}3318$$

El parámetro $\bar{\omega}$ da un valor muy grande, sin embargo, continuaremos con el ajuste.

Mezcla entre dos distribuciones Poisson

Dado el polinomio relacionado:

$$p_1(x) = 0{,}01964324x^2 - 0{,}01680505x + 0{,}001629197$$

Las raíces del polinomio anterior son 0,1114713 y 0,7440419. Luego los parámetros estimados a partir de esto son:

$$\widehat{\lambda}_1 = 0{,}7440419$$
$$\widehat{\lambda}_2 = 0{,}1114713$$
$$\widehat{\omega} = 0{,}05177041$$

Mezcla entre dos distribuciones binomiales negativas

Al unísono, hallando las raíces del polinomio corresponiente a esta mixtura, el cual es

$$p_2(x) = -0{,}0001251425x^3 + 7{,}496511 \times 10^{-5}x^2 + 0{,}0002082608x + 0{,}0001404491$$

podemos encontrar estas estimaciones de sus parámetros:

$$\widehat{p}_1 = 0{,}7950344$$
$$\widehat{p}_2 = 0{,}9349358$$
$$\widehat{r} = 1{,}837294$$
$$\widehat{\omega} = 0{,}04730572$$

Síntesis

En resumen tendríamos

Estimaciones para ajustar mezclas de pmf

Mezcla de distribuciones	**Parámetros estimados**			
	λ_1, p_1	λ_2, p_2	r	ω
ZIP	-	0.2804233	-	0.5142931
ZINB	-	0,7816621	0,00393138	131,3318
Poisson	0.7440419	0.1114713	-	0.05177041
BN	0.7950344	0.9349358	1.837294	0.04730572

Aproximaciones con cada distribución

A continuación, en la tabla se presentan las aproximaciones obtenidas con cada una de las mixturas de distribuciones trabajadas.

Siniestros (k)	n_k	ZIP	ZINB	Mix. Poisson	**Mix. BN**
0	20592	20622.371	20590.279	20588.674	**20592.221**
1	2651	2570.088	2656.641	2662.132	**2649.828**
2	297	360.356	291.163	284.939	**299.309**
3	41	33.684	42.465	44.457	**39.256**
4	7	2.361	6.963	7.539	**6.645**
5	0	0.132	1.217	1.106	**1.356**
6	1	0.006	0.222	0.137	**0.299**
$7 \geq$	-	-	-	-	-
Total pólizas	23589	23589	23588.95	23588.98	**23588.91**
Test χ^2	-	27.4192	0.1989	0.8961	**0.1066**
v	-	2	1	1	**0**

■ No ajustable

Los grados de libertad (v) se calculan según la definición y se agrupa según el criterio para usar la bondad de ajuste χ^2. Teniendo en cuenta que los grados de libertad para la bondad de ajuste χ^2 en la mixtura de binomiales negativas es 0, lo esto quiere decir que el modelo no es ajustable, no se tomará en consideración.

Así, para 2 grados de libertad y $\alpha = 0.05$, se obtiene que el límite de significancia de χ^2 es

$$\chi^2_{2,\alpha} = 5{,}99146$$

En este caso, se rechaza H_0 si $\chi^2_{2,\alpha} > 5{,}99146$. Luego para los valores menores a 5.99146 no hay evidencia para rechazar los modelos supuestos y, por ende, se puede decir que, con una confianza del 5 %, la distribución ZINB y la mixtura de dos poisson proporcionan un ajuste razonable de los datos.

Cartera C15

La cartera C15 se compone de la siguiente manera:

Siniestros	**C-15**
0	371481
1	26784
2	2118
3	174
4	18
5	2
6	2
7	0
≥ 8	0
Total pólizas	400579

Cálculo índice de dispersión

Hacemos el respectivo cálculo de $\bar{n}$ y de s_n^2.

$$\bar{n} = \frac{\sum \text{Siniestros} \times \text{C-15}}{\text{Total pólizas}} = \frac{31636}{400579} = 0{,}07897568$$

$$s_n^2 = 0{,}09294546 - (0{,}07897568)^2 = 0{,}0867083$$

Decimos que d es el índice de dispersión muestral, luego

$$d = \frac{s_n^2}{\bar{n}} = 1{,}097911$$

Como $d > 1$, existe sobredispersión. En este caso, se sugiere usar la pmf binomial negativa. Sin embargo, entre las distribuciones dadas se buscará la pmf que mejor ajuste los datos.

Con esto, determinamos un intervalo de confianza al 95 % para I_n.

$$IC(I_n) = (1{,}090627, 1{,}105196)$$

Por otra parte tenemos:

$$m_{[1]} = 0{,}07897568$$

$$m_{[2]} = 0{,}01396978$$

$$m_{[3]} = 0{,}00458336$$

$$m_{[4]} = 0{,}00347497$$

los cuales son los primeros 4 momentos factoriales muestrales.

Estimación de parámetros

Distribución Poisson inflada de ceros (ZIP)

Tenemos que los parámetros serán:

$$\widehat{\lambda}_2 = 0{,}1768871$$

$$\widehat{\omega} = 0{,}4464751$$

Distribución binomial negativa inflada de ceros (ZINB)

Los parámetros estarán dados por los estimaciones que siguen:

$$\widehat{p} = 0{,}8686555$$

$$\widehat{r} = 0{,}1698541$$

$$\widehat{\omega} = 3{,}075055$$

Mezcla entre dos distribuciones Poisson

Dado el polinomio relacionado:

$$p_1(x) = 0{,}00773262x^2 - 0{,}003480093x + 0{,}0001668197$$

Las raíces del polinomio anterior son 0.05454644 y 0.39550705. Luego los parámetros estimados a partir de esto son:

$$\widehat{\lambda}_1 = 0{,}395507$$
$$\widehat{\lambda}_2 = 0{,}054546$$
$$\widehat{\omega} = 0{,}071648$$

Mezcla entre dos distribuciones binomiales negativas

Al unísono, hallando las raíces del polinomio corresponiente a esta mixtura, el cual es

$$p_2(x) = -1{,}325052 \times 10^{-5}x^3 - 1{,}650553 \times 10^{-5}x^2 + 6{,}675122 \times 10^{-6}x + 1{,}538266 \times 10^{-5}$$

podemos encontrar estas estimaciones de sus parámetros:

$$\widehat{p}_1 = 0{,}6677907$$
$$\widehat{p}_2 = 0{,}9174412$$
$$\widehat{r} = 0{,}8694526$$
$$\widehat{\omega} = 0{,}00207534$$

Síntesis

En resumen tendríamos

Estimaciones para ajustar mezclas de pmf

Mezcla de distribuciones	**Parámetros estimados** λ_1, p_1	λ_2, p_2	r	ω
ZIP	-	0,176887	-	0,446475
ZINB	-	0.868655	0.169854	3.075055
Poisson	0.395507	0.054546	-	0.071648
BN	0.667790	0.917441	0.869453	0.002075

Aproximaciones con cada distribución

A continuación, en la tabla se presentan las aproximaciones obtenidas con cada una de las mixturas de distribuciones trabajadas.

Siniestros (k)	n_k	ZIP	ZINB	Mix. Poisson	Mix. BN
0	371481	371583.068	371467.574	371462.227	371478.930
1	26784	26506.994	26831.326	26851.127	26792.143
2	2118	2344.373	2061.369	2035.351	2106.991
3	174	138.230	195.829	208.793	178.915
4	18	6.113	20.383	19.833	18.317
5	2	0.216	2.233	1.560	2.776
6	2	0.006	0.253	0.103	0.648
7	0	0	0.029	0.006	0.191
$8 \geq$	0	0	0.003	0.001	0.061
Total pólizas	400579	400579	400579	400579	400579
Test χ^2	-	72.774	5.224	9.334	0.229
v	-	2	2	2	1

Los grados de libertad (v) se calculan según la definición y se agrupa según el criterio para usar la bondad de ajuste χ^2. Así, para 2 grados de libertad con $\alpha = 0.05$, se obtiene que el límite de significancia de χ^2 es

$$\chi^2_{2,\alpha} = 5{,}99146$$

En este caso, se rechaza H_0 si $\chi^2_{2,\alpha} > 5{,}99146$. Luego para los valores menores a 5.99146 no hay evidencia para rechazar los modelos supuestos y, por ende, se puede decir que, con una confianza del 5 %, la distribución ZINB y la mixtura de dos binimiales negativas proporcionan un ajuste razonable de los datos.

Código de R

Cartera C2

```
################# C2 ##########################
library(polynom)
k<-c(0:6)
n_k<-c(20592,2651,297,41,7,0,1)
Tcasos<-sum(n_k)
# Frecuencia relativa
freqrel<-(n_k/Tcasos)
# Estimadores
n_bar <- sum(k*n_k)/Tcasos
s_cua <- (sum(k^2*n_k)/Tcasos)-(n_bar^2)
n_bar;s_cua
### Prueba Chicuadrado
Chi_cua<-function(obs, esp,alpha=0.05,m=7,gl=3){
  chi<-sum((obs-esp)^2/esp)
  vchi<-qchisq(1-alpha,df = gl )
  if(chi<vchi){
    return(list("No hay evidencia para rechazar H_0",
                "Estadistica"=chi,"Valor critico"=vchi))
  }
  if(chi>=vchi){
    return(list("Hay evidencia para rechazar H_0",
                "Estadistica"=chi,"Valor critico"=vchi))
  }
}
# Momentos -----------------------------------------

m_4=0
for(k in 4:(length(n_k)-1)){
  m_4<-((gamma(k+1)/(gamma(k-3)))*freqrel[k+1])+m_4
}

m_3=0
for(k in 3:(length(n_k)-1)){
  m_3<-((gamma(k+1)/(gamma(k-2)))*freqrel[k+1])+m_3
}

m_2=0
for(k in 2:(length(n_k)-1)){
  m_2<-((gamma(k+1)/(gamma(k-1)))*freqrel[k+1])+m_2
}
m_1=0
for(k in 1:(length(n_k)-1)){
  m_1<-((gamma(k+1)/(gamma(k)))*freqrel[k+1])+m_1
}
#ZIP --------------------
lambZI <- m_2/m_1
omegaZI <- m_1/lambZI
lambZI
omegaZI
#ZINB --------------------
rZINB <- (m_2^2)/((n_bar*m_3)-m_2^2)-1
pqZINB <- ((n_bar*m_3)-m_2^2)/(n_bar*m_2)
pZINB <- (1+pqZINB)^(-1)
```

```
wZINB <- n_bar/(rZINB*pqZINB)
wZINB

#Mixtura Distribucion Poisson---------------------------
lambda<-n_bar
#Calculo de los lambdas------------------------
coef1<-((n_bar*m_3)-m_2^2)
coef2<-(m_3-(n_bar*m_2))
coef3<-(m_2-(n_bar^2))
# Construccion del polinomio
polLam <- polynomial(c(coef1, -coef2, coef3))
r1 <- solve(polLam) # raíces
# lambda1 -----------------------------------------
lam1 <- max(r1)
#Lambda 2------------------------------------------
lam2 <- min(r1)
# Theta -------------------------------------------
theta<- coef2/coef3
# Gamma-------------------------------------------
gamma<- coef1/coef3
#omega---------------------
omega_1 <- (n_bar-lam2)/(lam1-lam2)
lam1;lam2;omega_1

polLam
r1

####### Mixtura de Binomiales Negativas--------------
# parametros --------------------------------------
q_bin <- 1-(n_bar/s_cua)
r_bin <- n_bar^2/(s_cua-n_bar)
q_bin;r_bin
#Calculo del r-------------------------
a1 <- n_bar*m_2*m_3
coef1<-(m_2^3+m_3^2-m_2*m_4+n_bar^2*m_4-2*a1)
coef2<-(7*m_2^3+4*m_3^2-3*m_2*m_4+4*n_bar^2*m_4 -12*a1)
coef3<-(16*m_2^3+3*m_3^2-2*m_2*m_4+5*n_bar^2*m_4-22*a1)
coef4<-(2*(6*m_2^3+n_bar^2*m_4-6*a1))
# Construccion del polinomio
polr <- polynomial(c(coef4, coef3, coef2, coef1))
polr
r2 <- sort(solve(polr), decreasing = FALSE)
hr<-abs(Im(r2))
if (hr[3]==0) {
  r=Re(r2[3])
} else if (hr[2]==0) {
  r=Re(r2[2])
}  else if (hr[1]==0) {
  r=Re(r2[1])
}
denpar <- ((r+2)*((r*m_2)-((r+1)*n_bar^2)))
# Theta--------------------
thetabn <- ((r*m_3)-((r+2)*n_bar*m_2))/denpar
# gamma --------------------
gammabn <-((n_bar*m_3)-((r+1)^(-1)*(r+2)*m_2^2))/denpar
## ## ## Estimacion de P
```

```
p_1 <- 1/((thetabn/2)+sqrt((thetabn/2)^2-gammabn)+1)
p_2 <- 1/((thetabn/2)-sqrt((thetabn/2)^2-gammabn)+1)
## Estimacion del omega
omega_2 <- ((n_bar*p_2-r*(1-p_2))*p_1)/(r*(p_2-p_1))
p_1;p_2;r;omega_2
```

```
#Estimacion de las probabilidades ZIP
k<-c(0:6)

Est_poisZI1 <-omegaZI*dpois(x = k,lambda = lambZI)
Est_poisZI0 <- (1-omegaZI)*c(1,0,0,0,0,0,0)
Est_poisZI <- (Est_poisZI0+Est_poisZI1)
Est_poisZI
#Estimacion No. de casos con Poisson
est_pZI<-round(Est_poisZI*Tcasos, 6)
est_pZI
#Casos Totales con Poisson
sum(est_pZI)
est_pZI
#Se agrupan los datos
ajuspoisZI <- c(est_pZI[1:4],sum(est_pZI[5:7]))
# Se agrupa de la misma manera los observados
n_ka<-c(n_k[1:4],sum(n_k[5:7]))
Chi_pZI<-sum((n_ka-ajuspoisZI)^2/ajuspoisZI)
# Se hace la prueba Chi-cuadrado
Chi_cua(obs = n_ka,esp=ajuspoisZI)
```

```
#Estimacion de las probabilidades ZINB
Est_ZINB1 <-wZINB*dnbinom(x = k,size = rZINB,prob = (pZINB))
Est_ZINB0 <- (1-wZINB)*c(1,0,0,0,0,0,0)
Est_ZINB <- (Est_ZINB0+Est_ZINB1)
#Estimacion No. de casos con binomialnegativa
est_dZINB<-round(Est_ZINB*Tcasos,3)
est_dZINB
#Casos Totales con Poisson
sum(est_dZINB)
#Se agrupan los datos
ajusZINB <- c(est_dZINB[1:4],sum(est_dZINB[5:7]))
# Se agrupa de la misma manera los observados
n_ka<-c(n_k[1:4],sum(n_k[5:7]))
Chi_ZINB<-sum((n_ka-ajusZINB)^2/ajusZINB)
# Se hace la prueba Chi-cuadrado
Chi_cua(obs = n_ka,esp=ajusZINB)
```

```
#Estimacion de las probabilidades
Est_mix_pois <- omega_1 * dpois(x = k, lambda = lam1) +
  (1 - omega_1) * dpois(x = k, lambda = lam2)
#Estimacion No. de casos con Poisson
```

```
est_mix_p<-round(Est_mix_pois*Tcasos,3)
est_mix_p
#Casos Totales con Poisson
sum(est_mix_p)
#Se agrupan los datos
ajuspois1 <- c(est_mix_p[1:4],sum(est_mix_p[5:7]))
# Se agrupa de la misma manera los observados
n_ka<-c(n_k[1:4],sum(n_k[5:7]))
Chi_mix_p<-sum((n_ka-ajuspois1)^2/ajuspois1)
# Se hace la prueba Chi-cuadrado
Chi_cua(obs = n_ka,esp=ajuspois1,gl = 1)


# Estimacion de probabilidades con binomial
# negativa por el metodo de los momentos
dbnp1 <- dnbinom(x = k,size = r,prob = (p_1));
dbnp2 <- dnbinom(x = k,size = r,prob = (p_2));
Est_mix_binom <-dbnp1*omega_2+dbnp2*(1-omega_2)
# Estimacion No. de casos binomial negativa, por momentos

est_mix_binn1 <- round(Est_mix_binom*Tcasos,3)
est_mix_binn1
# Casos Totales con la estimacion binomial negativa
# por el metodo de los momentos
sum(est_mix_binn1)
ajusbinn11 <- c(est_mix_binn1[1:4],sum(est_mix_binn1[5:7]))
# Se agrupa de la misma manera los observados
n_ka<-c(n_k[1:4],sum(n_k[5:7]))
Chi_mix_binn1<-sum((n_ka-ajusbinn11)^2/ajusbinn11)
# Se hace la prueba Chi-cuadrado
Chi_cua(obs = n_ka,esp=ajusbinn11)


### Salida Final
test=c("test",".",round(Chi_pZI,4),round(Chi_ZINB,4),
       round(Chi_mix_p,4), round(Chi_mix_binn1,4))
test
salida=cbind(k,n_k,est_pZI,est_dZINB,est_mix_p,est_mix_binn1)
sal<-data.frame(salida)
install.packages("sqldf")
library(sqldf)

total <- sqldf("select sum(n_k) as totalnk, sum(est_pZI) as totalp, sum(est_dZINB) as totalbZ, sum(est_mix
             from     sal
              ")
salida=rbind(salida,total,test)
salida
```

Cartera C15

```
################ C15 ##########################
library(polynom)
k<-c(0:8)
n_k<-c(371481,26784,2118,174,18,2,2,0,0)
Tcasos<-sum(n_k)
# Frecuencia relativa
freqrel<-(n_k/Tcasos)
```

```
# Estimadores
n_bar <- sum(k*n_k)/Tcasos
s_cua <- (sum(k^2*n_k)/Tcasos)-(n_bar^2)
n_bar;s_cua
### Prueba Chicuadrado
Chi_cua<-function(obs, esp,alpha=0.05,m=7,gl=3){
  chi<-sum((obs-esp)^2/esp)
  vchi<-qchisq(1-alpha,df = gl )
  if(chi<vchi){
    return(list("No hay evidencia para rechazar H_0",
                "Estadistica"=chi,"Valor critico"=vchi))
  }
  if(chi>=vchi){
    return(list("Hay evidencia para rechazar H_0",
                "Estadistica"=chi,"Valor critico"=vchi))
  }
}
# Momentos -----------------------------------------

m_4=0
for(k in 4:(length(n_k)-1)){
  m_4<-((gamma(k+1)/(gamma(k-3)))*freqrel[k+1])+m_4
}

m_3=0
for(k in 3:(length(n_k)-1)){
  m_3<-((gamma(k+1)/(gamma(k-2)))*freqrel[k+1])+m_3
}

m_2=0
for(k in 2:(length(n_k)-1)){
  m_2<-((gamma(k+1)/(gamma(k-1)))*freqrel[k+1])+m_2
}
m_1=0
for(k in 1:(length(n_k)-1)){
  m_1<-((gamma(k+1)/(gamma(k)))*freqrel[k+1])+m_1
}

m_1;m_2;m_3;m_4
#ZIP --------------------
lambZI <- m_2/m_1
omegaZI <- m_1/lambZI
lambZI
omegaZI
#ZINB --------------------
rZINB <- (m_2^2)/((n_bar*m_3)-m_2^2)-1
pqZINB <- ((n_bar*m_3)-m_2^2)/(n_bar*m_2)
pZINB <- (1+pqZINB)^(-1)
wZINB <- n_bar/(rZINB*pqZINB)
rZINB
pZINB
wZINB

#Mixtura Distribucion Poisson---------------------------
lambda<-n_bar
#Calculo de los lambdas-------------------------
```

```
coef1<-((n_bar*m_3)-m_2^2)
coef2<-(m_3-(n_bar*m_2))
coef3<-(m_2-(n_bar^2))
# Construccion del polinomio
polLam <- polynomial(c(coef1, -coef2, coef3))
r1 <- solve(polLam) # raíces
# lambda1 -------------------------------------------
lam1 <- max(r1)
#Lambda 2-------------------------------------------
lam2 <- min(r1)
# Theta --------------------------------------------
theta<- coef2/coef3
# Gamma---------------------------------------------
gamma<- coef1/coef3
#omega---------------------
omega_1 <- (n_bar-lam2)/(lam1-lam2)
lam1;lam2;omega_1

polLam
r1

####### Mixtura de Binomiales Negativas--------------
# parametros ---------------------------------------
q_bin <- 1-(n_bar/s_cua)
r_bin <- n_bar^2/(s_cua-n_bar)
q_bin;r_bin
#Calculo del r-------------------------
a1 <- n_bar*m_2*m_3
coef1<-(m_2^3+m_3^2-m_2*m_4+n_bar^2*m_4-2*a1)
coef2<-(7*m_2^3+4*m_3^2-3*m_2*m_4+4*n_bar^2*m_4 -12*a1)
coef3<-(16*m_2^3+3*m_3^2-2*m_2*m_4+5*n_bar^2*m_4-22*a1)
coef4<-(2*(6*m_2^3+n_bar^2*m_4-6*a1))
# Construccion del polinomio
polr <- polynomial(c(coef4, coef3, coef2, coef1))
polr

r2 <- sort(solve(polr), decreasing = FALSE)
hr<-abs(Im(r2))
if (hr[3]==0) {
  r=Re(r2[3])
} else if (hr[2]==0) {
  r=Re(r2[2])
}  else if (hr[1]==0) {
  r=Re(r2[1])
}
denpar <- ((r+2)*((r*m_2)-((r+1)*n_bar^2)))
# Theta--------------------
thetabn <- ((r*m_3)-((r+2)*n_bar*m_2))/denpar
# gamma ---------------------
gammabn <-((n_bar*m_3)-((r+1)^(-1)*(r+2)*m_2^2))/denpar
## ## ## Estimacion de P
p_1 <- 1/((thetabn/2)+sqrt((thetabn/2)^2-gammabn)+1)
p_2 <- 1/((thetabn/2)-sqrt((thetabn/2)^2-gammabn)+1)
## Estimacion del omega
omega_2 <- ((n_bar*p_2-r*(1-p_2))*p_1)/(r*(p_2-p_1))
p_1;p_2;r;omega_2
```

```
#Estimacion de las probabilidades ZIP
k<-c(0:8)

Est_poisZI1 <-omegaZI*dpois(x = k,lambda = lambZI)
Est_poisZI0 <- (1-omegaZI)*c(1,0,0,0,0,0,0,0,0)
Est_poisZI <- (Est_poisZI0+Est_poisZI1)
Est_poisZI
#Estimacion No. de casos con Poisson
est_pZI<-round(Est_poisZI*Tcasos, 3)
est_pZI
#Casos Totales con Poisson
sum(est_pZI)
est_pZI
#Se agrupan los datos
ajuspoisZI <- c(est_pZI[1:4],sum(est_pZI[5:9]))
# Se agrupa de la misma manera los observados
n_ka<-c(n_k[1:4],sum(n_k[5:9]))
Chi_pZI<-sum((n_ka-ajuspoisZI)^2/ajuspoisZI)
# Se hace la prueba Chi-cuadrado
Chi_cua(obs = n_ka,esp=ajuspoisZI)


#Estimacion de las probabilidades ZINB
Est_ZINB1 <-wZINB*dnbinom(x = k,size = rZINB,prob = (pZINB))
Est_ZINB0 <- (1-wZINB)*c(1,0,0,0,0,0,0,0,0)
Est_ZINB <- (Est_ZINB0+Est_ZINB1)
#Estimacion No. de casos con binomialnegativa
est_dZINB<-round(Est_ZINB*Tcasos,3)
est_dZINB
#Casos Totales con Poisson
sum(est_dZINB)
#Se agrupan los datos
ajusZINB <- c(est_dZINB[1:5],sum(est_dZINB[6:9]))
# Se agrupa de la misma manera los observados
n_ka<-c(n_k[1:5],sum(n_k[6:9]))
Chi_ZINB<-sum((n_ka-ajusZINB)^2/ajusZINB)
# Se hace la prueba Chi-cuadrado
Chi_cua(obs = n_ka,esp=ajusZINB)



#Estimacion de las probabilidades
Est_mix_pois <- omega_1 * dpois(x = k, lambda = lam1) +
  (1 - omega_1) * dpois(x = k, lambda = lam2)
#Estimacion No. de casos con Poisson
est_mix_p<-round(Est_mix_pois*Tcasos,3)
est_mix_p
#Casos Totales con Poisson
sum(est_mix_p)
#Se agrupan los datos
```

```
ajuspois1 <- c(est_mix_p[1:4],sum(est_mix_p[5:9]))
# Se agrupa de la misma manera los observados
n_ka<-c(n_k[1:4],sum(n_k[5:9]))
Chi_mix_p<-sum((n_ka-ajuspois1)^2/ajuspois1)
# Se hace la prueba Chi-cuadrado
Chi_cua(obs = n_ka,esp=ajuspois1)


# Estimacion de probabilidades con binomial
# negativa por el metodo de los momentos
dbnp1 <- dnbinom(x = k,size = r,prob = (p_1));
dbnp2 <- dnbinom(x = k,size = r,prob = (p_2));
Est_mix_binom <-dbnp1*omega_2+dbnp2*(1-omega_2)
# Estimacion No. de casos binomial negativa, por momentos

est_mix_binn1 <- round(Est_mix_binom*Tcasos,3)
est_mix_binn1
# Casos Totales con la estimacion binomial negativa
# por el metodo de los momentos
sum(est_mix_binn1)
ajusbinn11 <- c(est_mix_binn1[1:5],sum(est_mix_binn1[6:9]))
# Se agrupa de la misma manera los observados
n_ka<-c(n_k[1:5],sum(n_k[6:9]))
Chi_mix_binn1<-sum((n_ka-ajusbinn11)^2/ajusbinn11)
# Se hace la prueba Chi-cuadrado
Chi_cua(obs = n_ka,esp=ajusbinn11)


### Salida Final
test=c("test",".",round(Chi_pZI,4),round(Chi_ZINB,4),
       round(Chi_mix_p,4), round(Chi_mix_binn1,4))
test
salida=cbind(k,n_k,est_pZI,est_dZINB,est_mix_p,est_mix_binn1)
sal<-data.frame(salida)
install.packages("sqldf")
library(sqldf)

total <- sqldf("select sum(n_k) as totalnk, sum(est_pZI) as totalp, sum(est_dZINB) as totalbZ, sum(est_mix
             from     sal
              ")
total
salida=rbind(salida,total,test)
salida
```

Referencias

[Jiménez, J. A. (2022)] Introducción a la teoría estadística del riesgo

[Vanegas, L. H. (2022)] https://r2022.netlify.app/