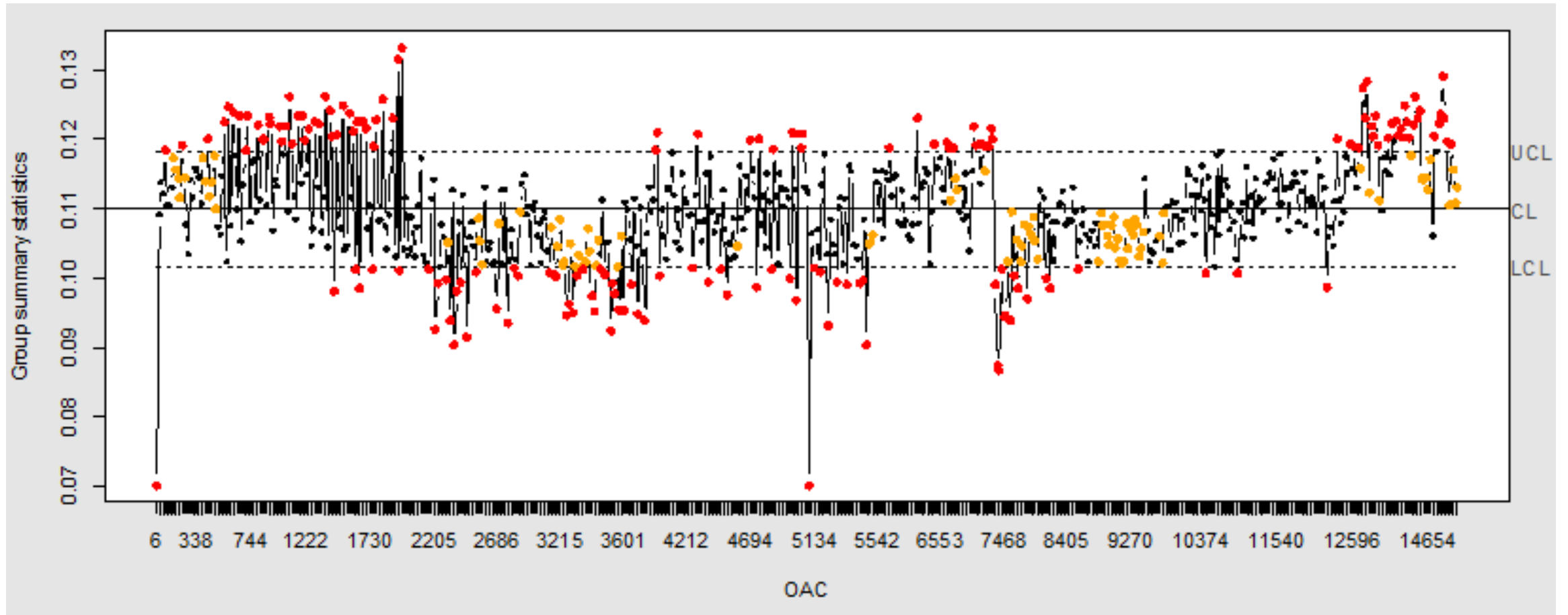


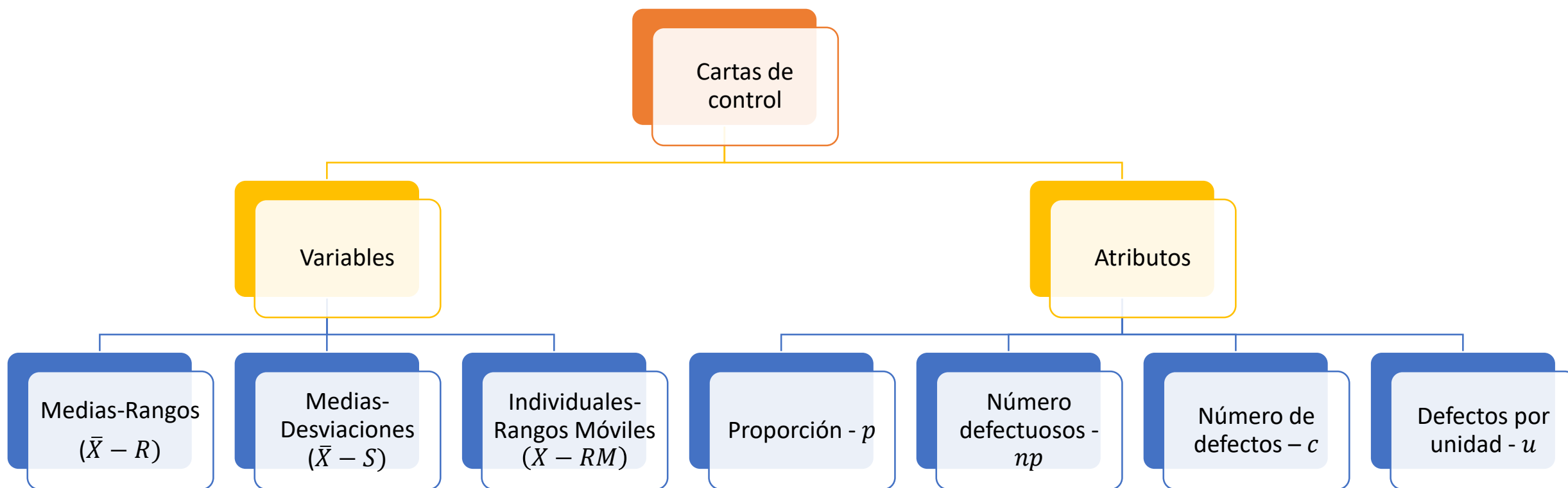
Sesión II

Cartas de control

Carta de control



Tipos de cartas de control



Carta de control

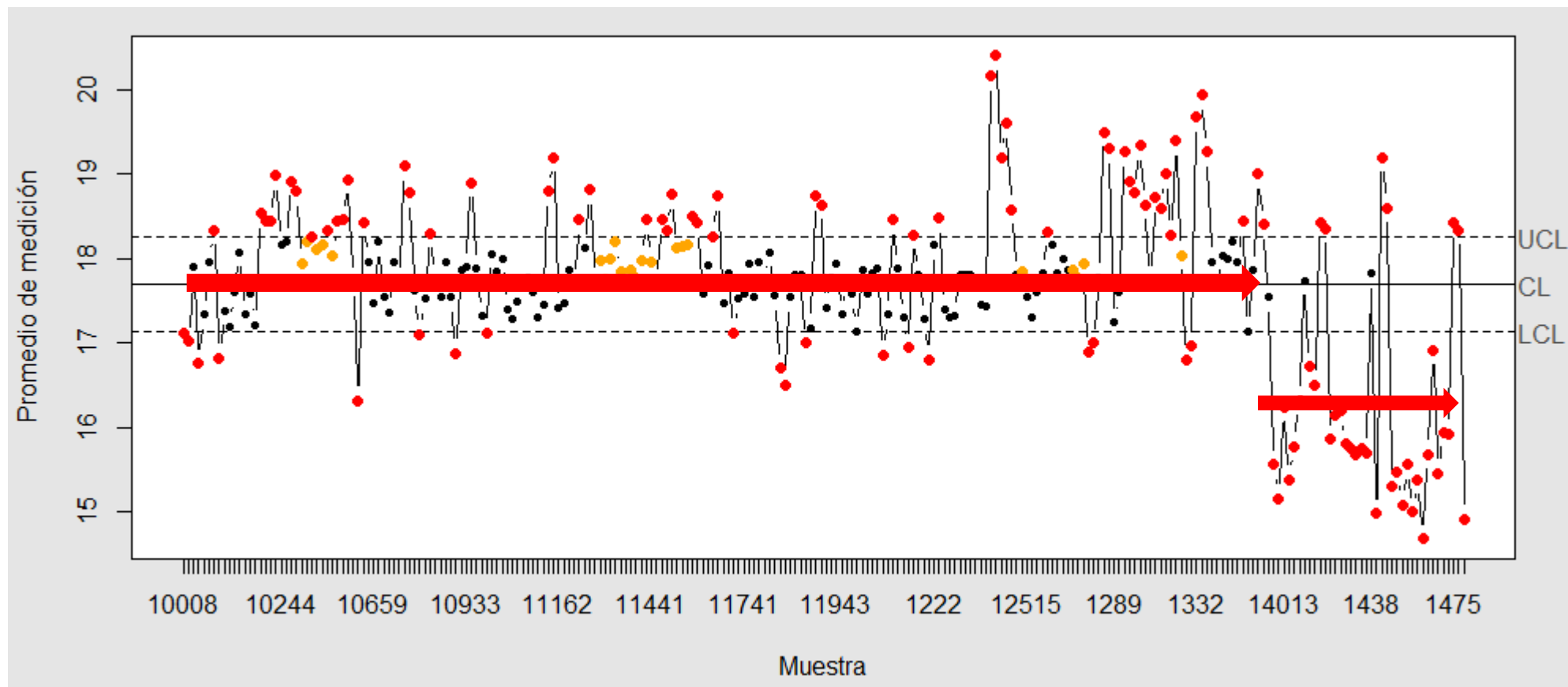
Usos

1. Observar y analizar la variabilidad y el comportamiento de un proceso a través del tiempo, lotes, etc.
2. Distinguir entre variaciones comunes y especiales del proceso.
3. Identificar desplazamientos o cambios en el nivel del proceso.
4. Detectar tendencias en el proceso.
5. Identificar ciclos recurrentes en el proceso.
6. Detectar alta variabilidad en el proceso.
7. Identificar poca variabilidad en el proceso.

Comportamientos no aleatorios de cartas de control

1. Desplazamientos
2. Tendencias
3. Ciclos
4. Variabilidad alta
5. Variabilidad baja

Desplazamiento



Análisis de desplazamiento

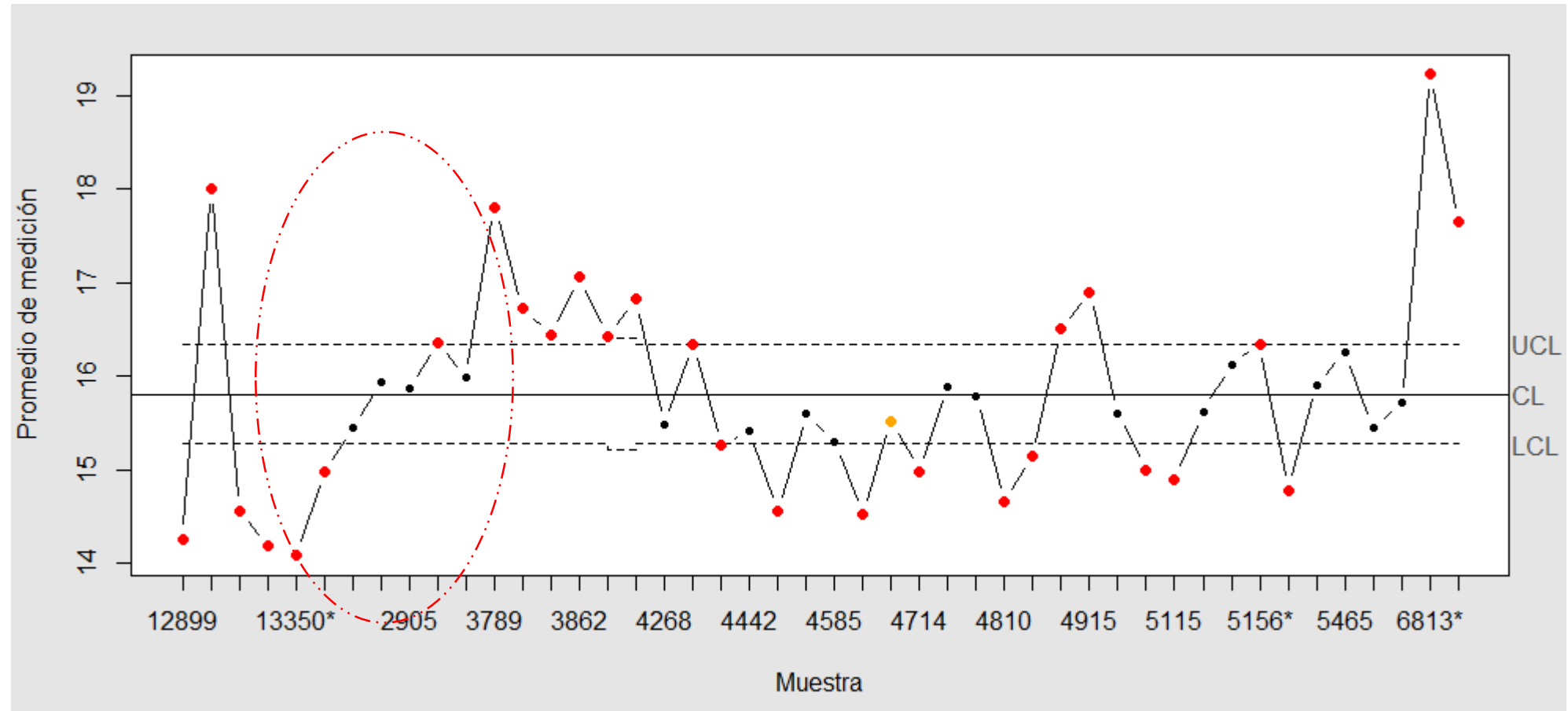
Causas

1. Introducción de nuevos trabajadores, máquinas, materiales o métodos.
2. Cambios en los métodos de inspección
3. El proceso ha mejorado (o empeorado)

Criterios:

1. Un punto fuera de los límites de control.
2. Hay una tendencia clara a que puntos consecutivos caigan de un solo lado de la línea central.
 - a. Ocho o más puntos consecutivos de un solo lado de la línea central.
 - b. Al menos 10 de 11 puntos consecutivos caen de un mismo lado de la línea central.
 - c. Por lo menos 12 de 14 puntos consecutivos ocurren por un mismo lado de la línea central.

Tendencia



Análisis de tendencia

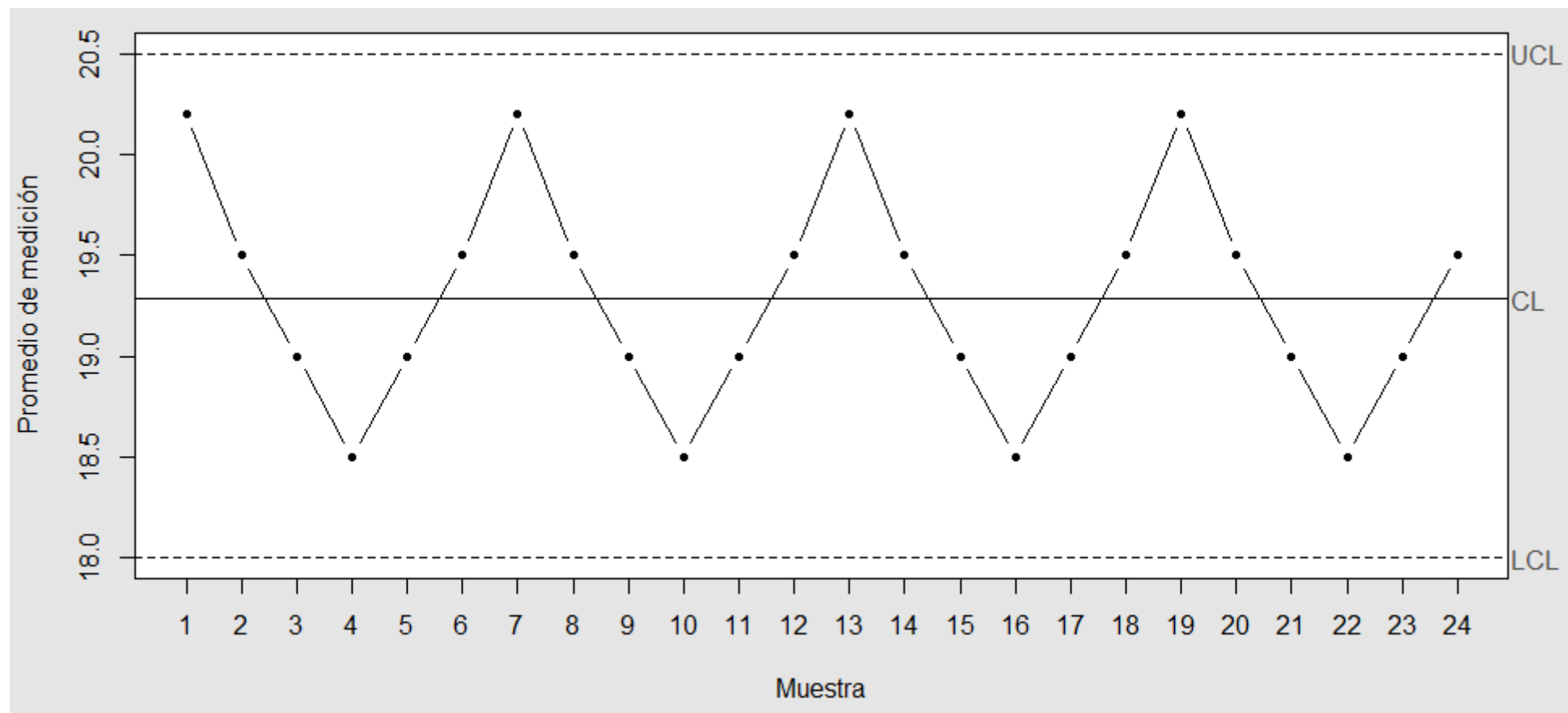
Causas

1. Deterioro o ajuste gradual del equipo de producción.
2. Desgaste de herramientas.
3. Cambios graduales en las condiciones del medio ambiente.

Criterios:

1. Seis o mas puntos consecutivos en ascenso o descenso.
2. Un movimiento demasiado largo de puntos hacia arriba (o abajo) de la carta de control.

Ciclos



Análisis de Ciclos

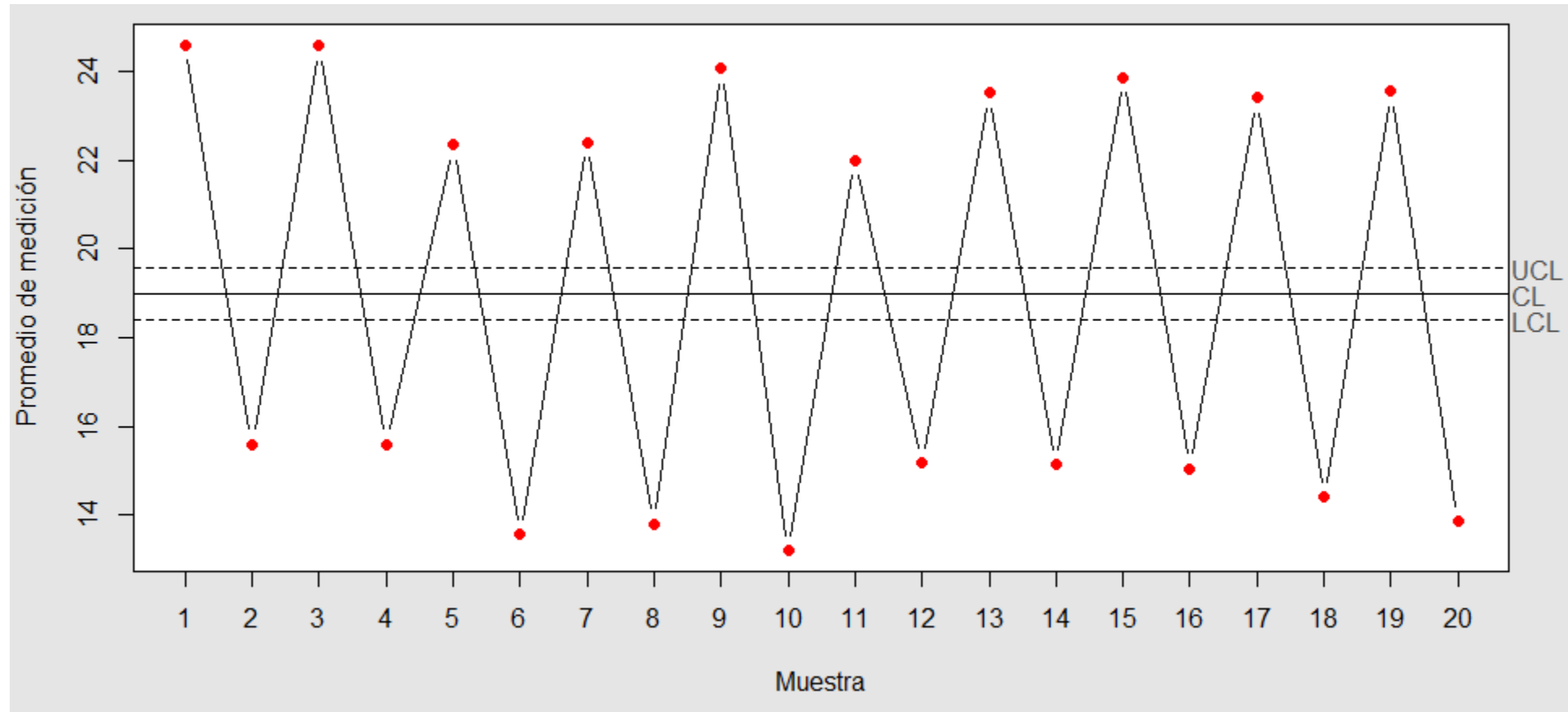
Causas

1. Cambios periódicos en el ambiente
2. Diferencias en los dispositivos de medición o prueba.
3. Rotación regular de máquinas u operarios.
4. Efecto sistemático producido por dos máquinas, operarios o materiales que se usan alternadamente.

Criterios:

1. Patrones en forma de ciclos con una periodicidad específica.

Variabilidad alta



Análisis de variabilidad alta

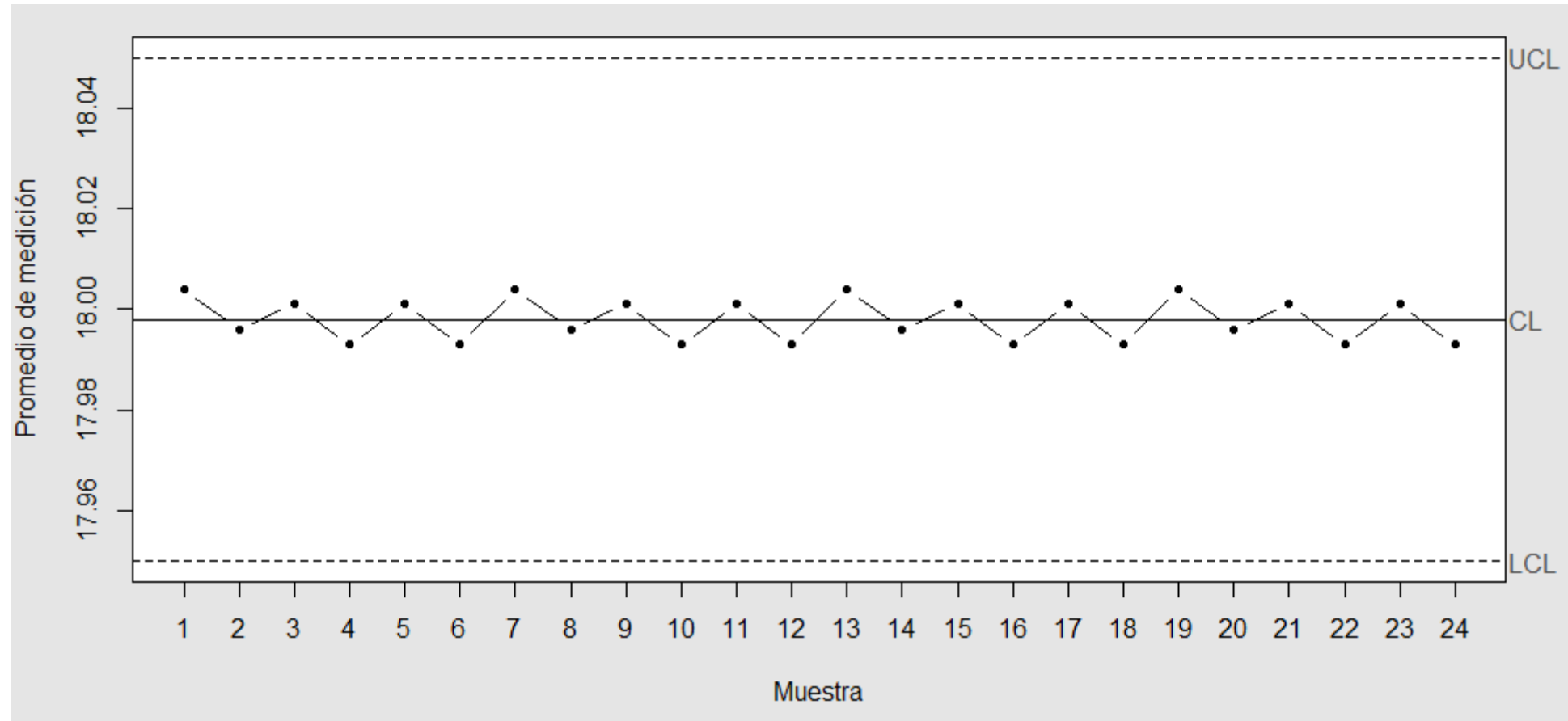
Causas

1. Sobrecontrol o ajustes innecesarios en el proceso.
2. Diferencias sistemáticas en la calidad del material o en los métodos de prueba
3. Control de dos o más procesos con diferentes promedios en la misma carta.

Criterios:

1. Ochos puntos consecutivos en ambos lados de la línea central con ninguno en la zona C.

Variabilidad baja



Análisis de variabilidad baja

Causas

1. Error en el cálculo de los límites de control.
2. Carta de control inapropiada.
3. Manejo inadecuado de los resultados.

Criterios:

1. Quince puntos consecutivos en la zona C, arriba o debajo de la línea central.

Análisis de variables críticas de T307EO

1. Apertura del anillo (POP) L-D
2. Apertura TOTAL (TEAR) L-C
3. Explosión L-C
4. Peso Barniz Post Repair, Especificación:14-18
5. Peso Barniz Post Repair L-A, (Ext)
6. Peso Barniz Post Repair L-B, (Ext)
7. Profundidad de la incisión L-B
8. Profundidad de la incisión L-C

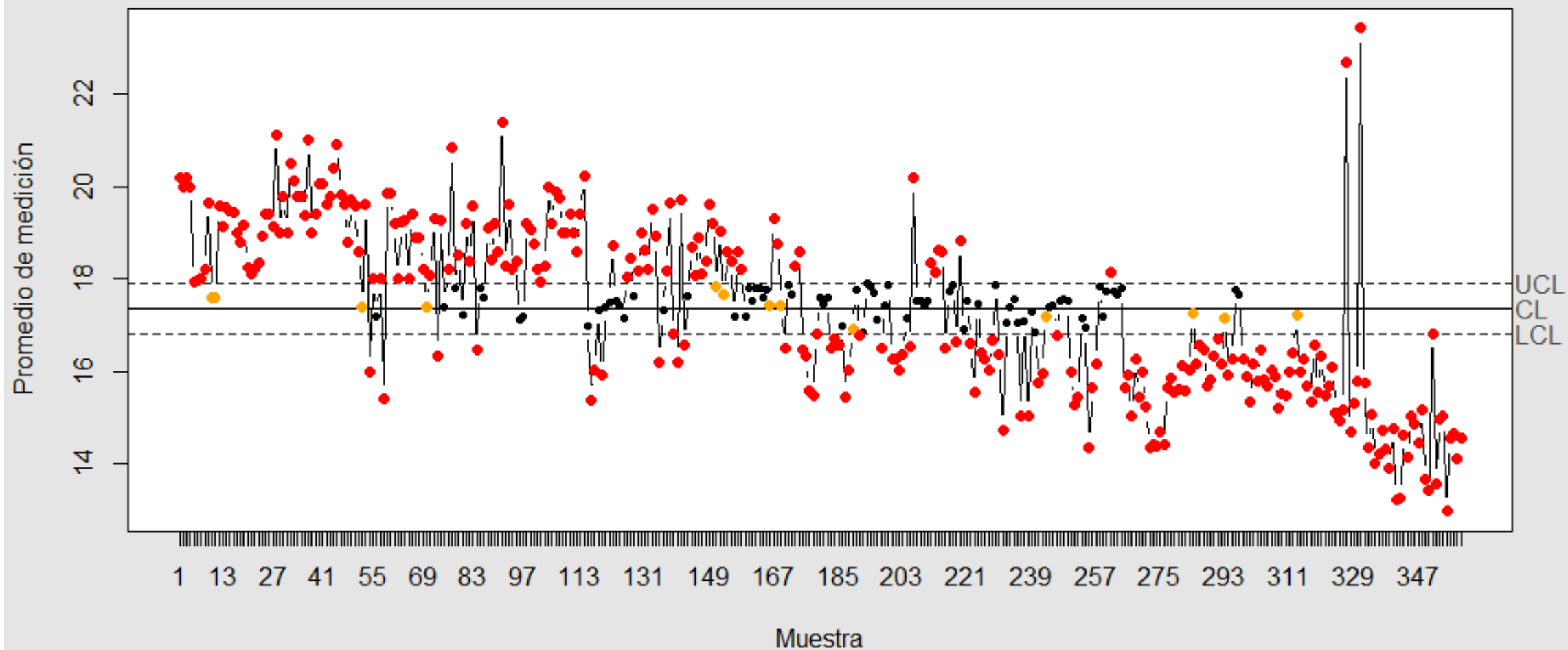
Lectura de datos

```
datos2 <- read.table(file="https://tinyurl.com/yarh35xd", header=T, sep =  
                      "\t", dec=".")
```

En R

```
require(qcc)
datos2_sub3 <- subset(datos2, variable=="Apertura Anillo (POP) L-D")
dataqcc1    <- qcc.groups(data= datos2_sub3$medicion, sample=
                        datos2_sub3$muestra)
carta1      <- qcc(dataqcc1, type="xbar",
                  title="Apertura Anillo (POP) L-D", xlab="Muestra",
                  ylab="Promedio de medición")
```

Apertura Anillo (POP) L-D



Number of groups = 359

Center = 17.37141

StdDev = 0.4062469

LCL = 16.82637

UCL = 17.91645

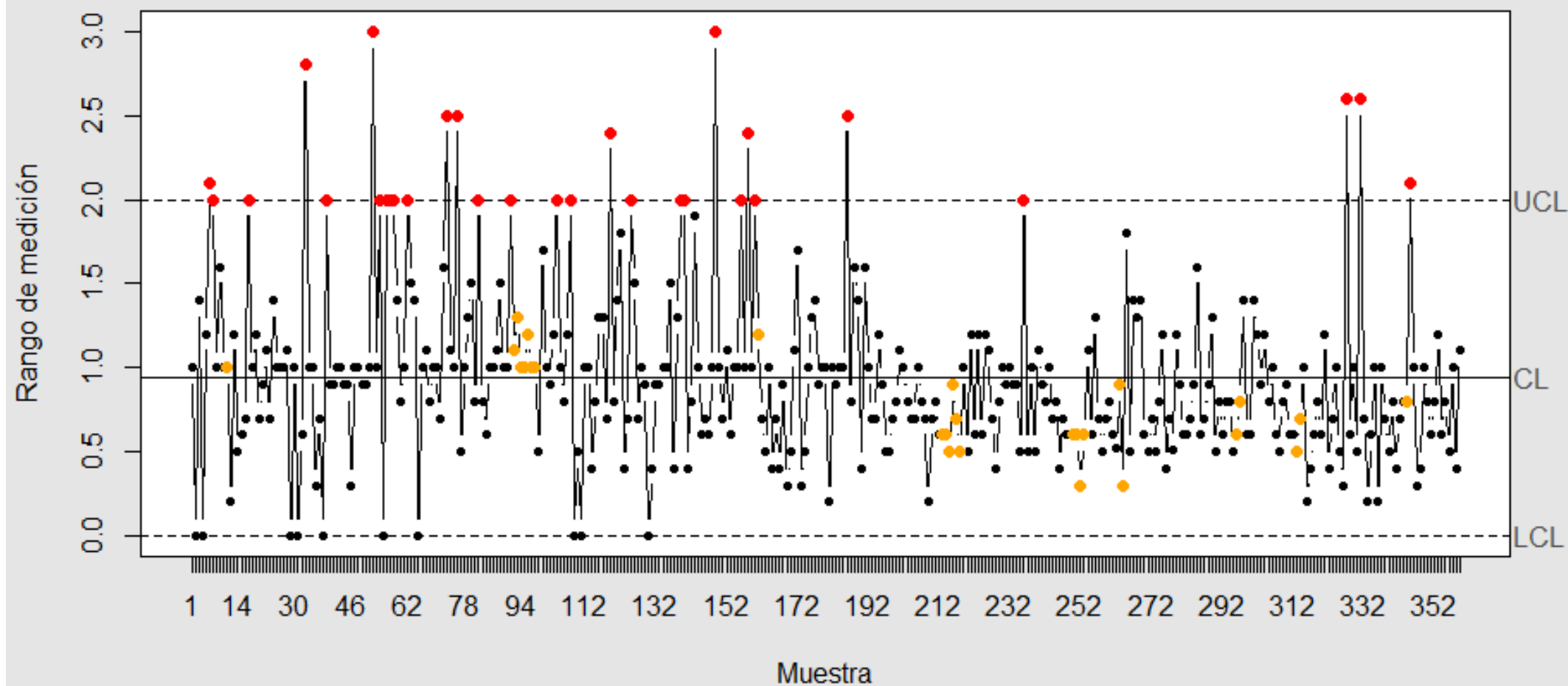
Number beyond limits = 273

Number violating runs = 164

En R

```
carta1R <- qcc(dataqcc1, type="R", title = "Apertura Anillo (POP) L-D",  
              xlab="Muestra", ylab="Rango de medición")
```

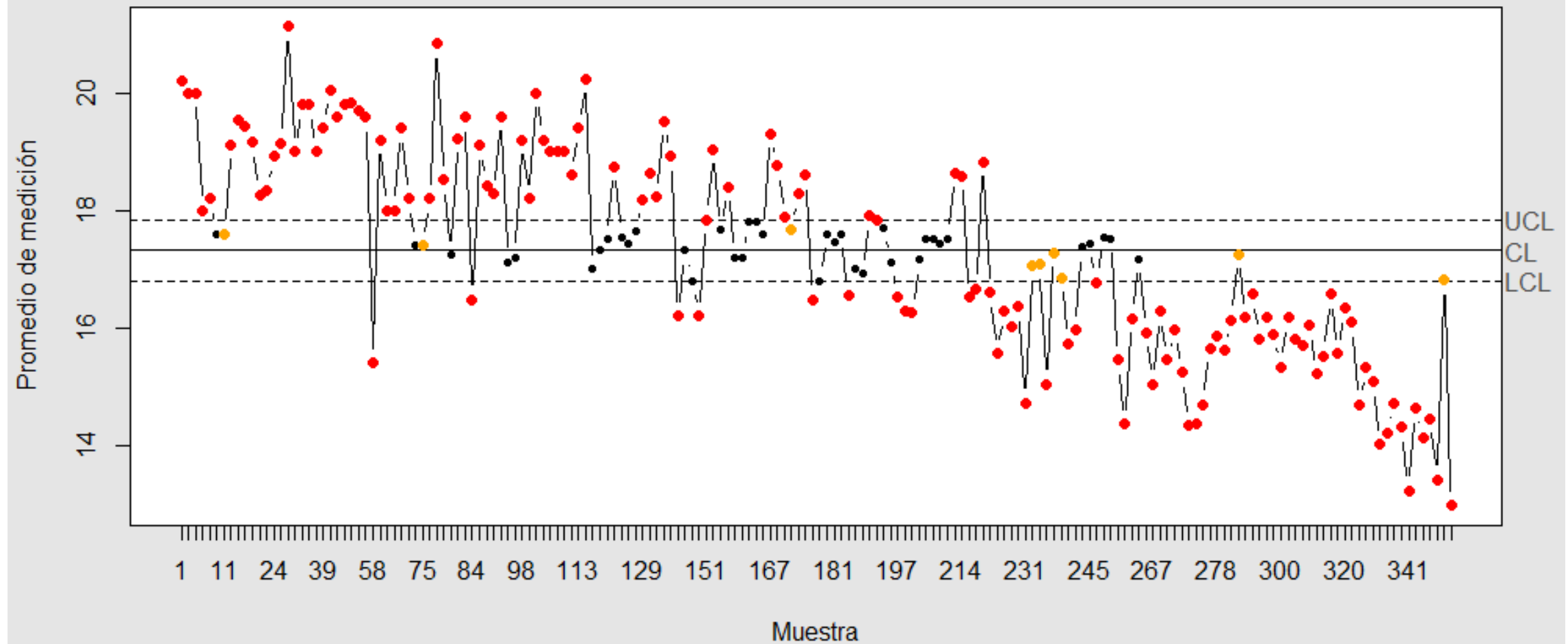
Apertura Anillo (POP) L-D



En R

```
datos2_sub4 <- subset(datos2, variable=="Apertura Anillo (POP) L-D" &  
                      turno=="A")  
dataqcc2    <- qcc.groups(data= datos2_sub4$medicion, sample=  
                        datos2_sub4$muestra)  
carta2      <- qcc(dataqcc2, type="xbar",  
                  title = "Apertura Anillo (POP) L-D en Turno A",  
                  xlab="Muestra", ylab="Promedio de medición")
```

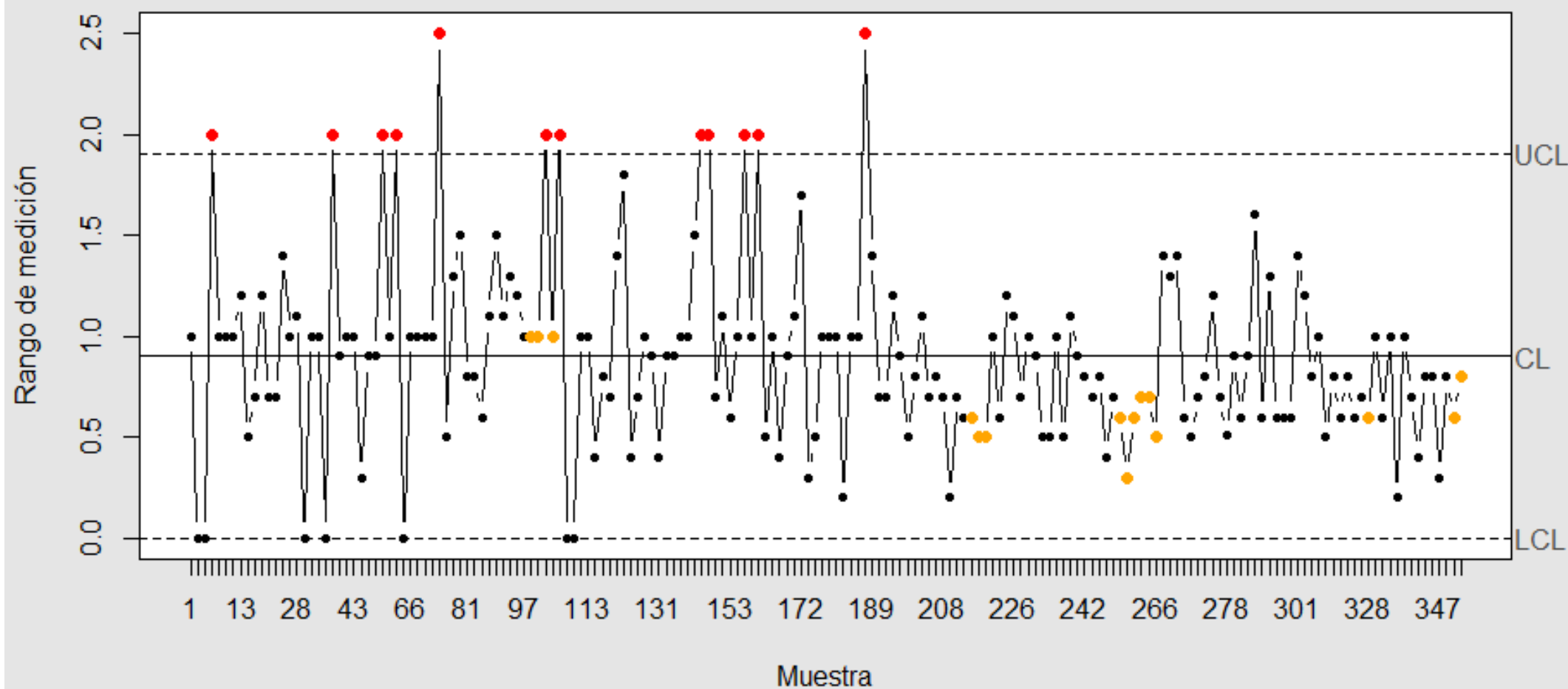
Apertura Anillo (POP) L-D en Turno A



En R

```
carta2R <- qcc(dataqcc2, type="R",  
               title = "Apertura Anillo (POP) L-D en Turno A",  
               xlab="Muestra", ylab="Rango de medición")
```

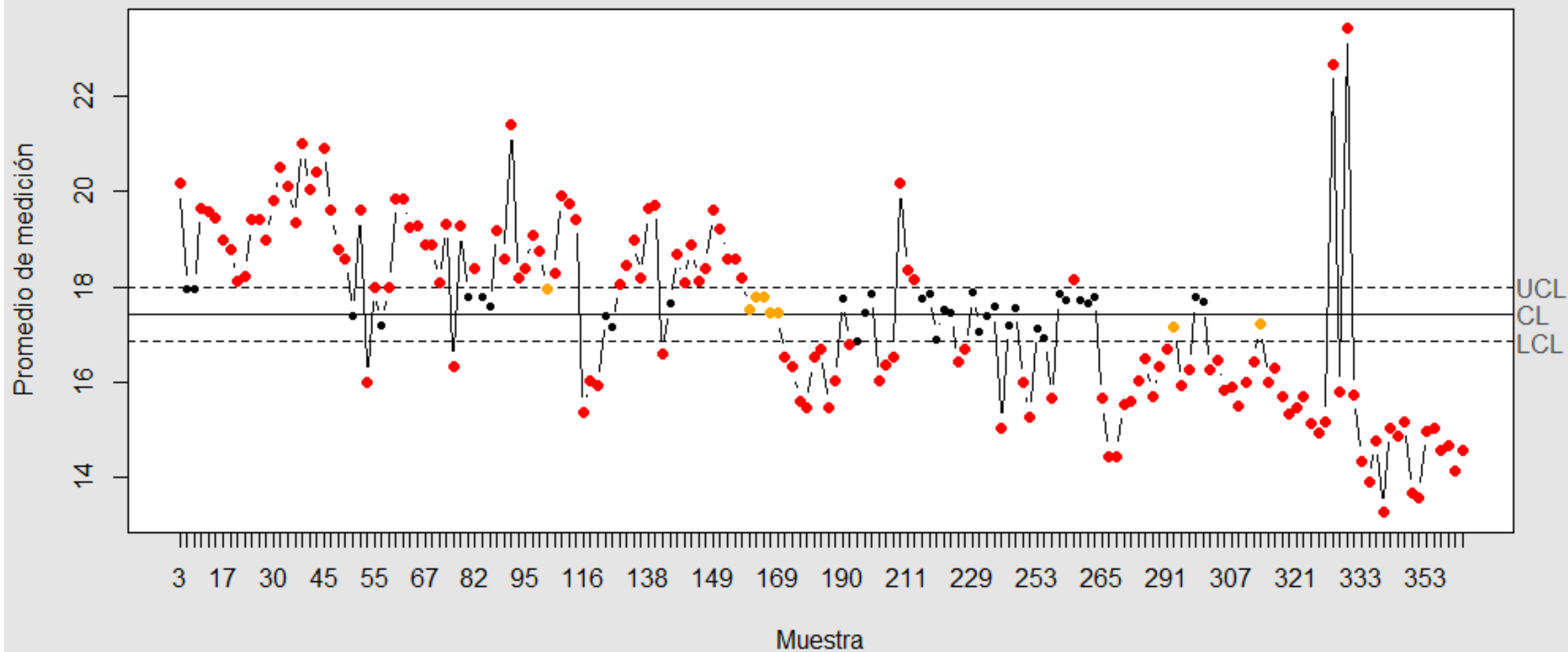

Apertura Anillo (POP) L-D en Turno A



En R

```
datos2_sub5 <- subset(datos2, variable=="Apertura Anillo (POP) L-D" &  
                      turno=="B")  
dataqcc3    <- qcc.groups(data= datos2_sub5$medicion, sample=  
                        datos2_sub5$muestra)  
carta3      <- qcc(dataqcc3, type="xbar",  
                  title = "Apertura Anillo (POP) L-D en Turno B",  
                  xlab="Muestra", ylab="Promedio de medición")
```

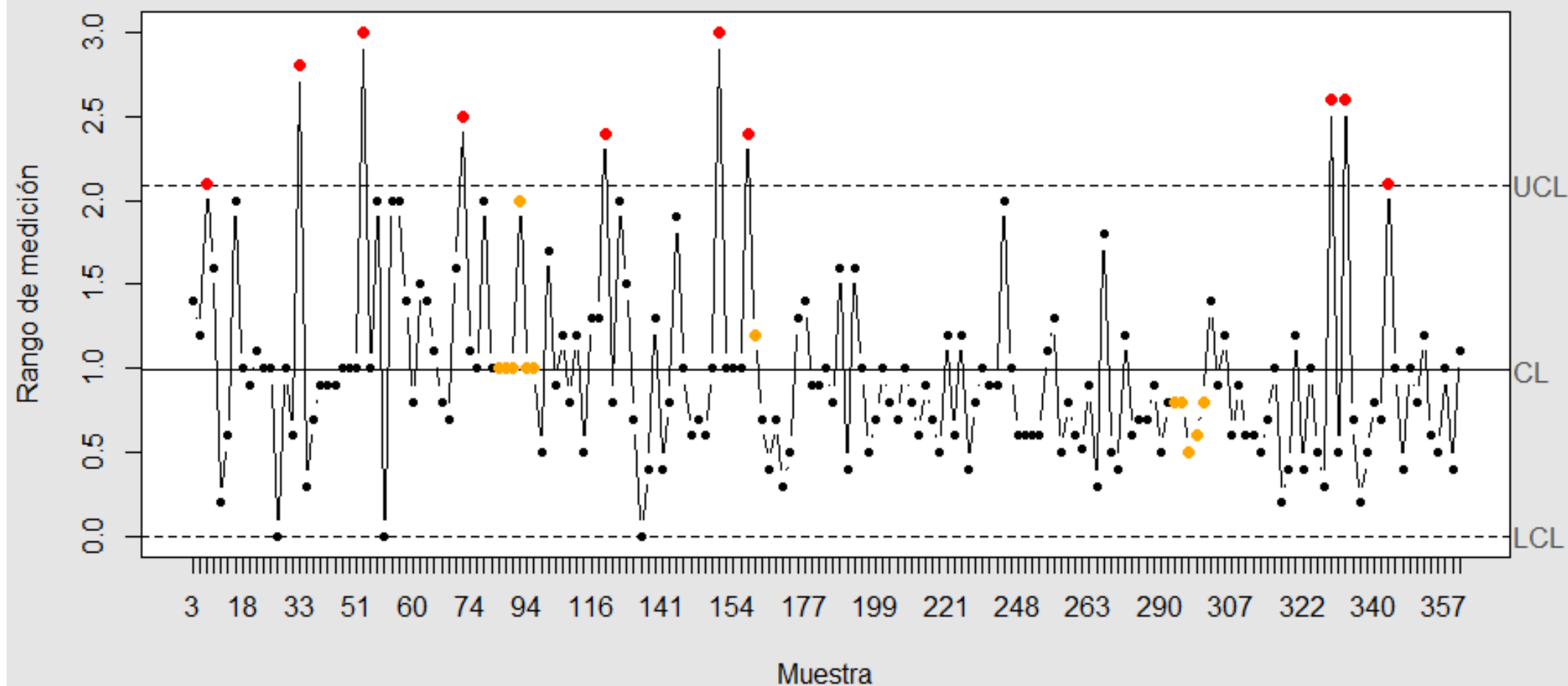
Apertura Anillo (POP) L-D en Turno B



En R

```
carta3R <- qcc(dataqcc3, type="R",  
               title = "Apertura Anillo (POP) L-D en Turno B",  
               xlab="Muestra", ylab="Rango de medición")
```

Apertura Anillo (POP) L-D en Turno B



Number of groups = 179

Center = 0.9889385

StdDev = 0.425167

LCL = 0

UCL = 2.091081

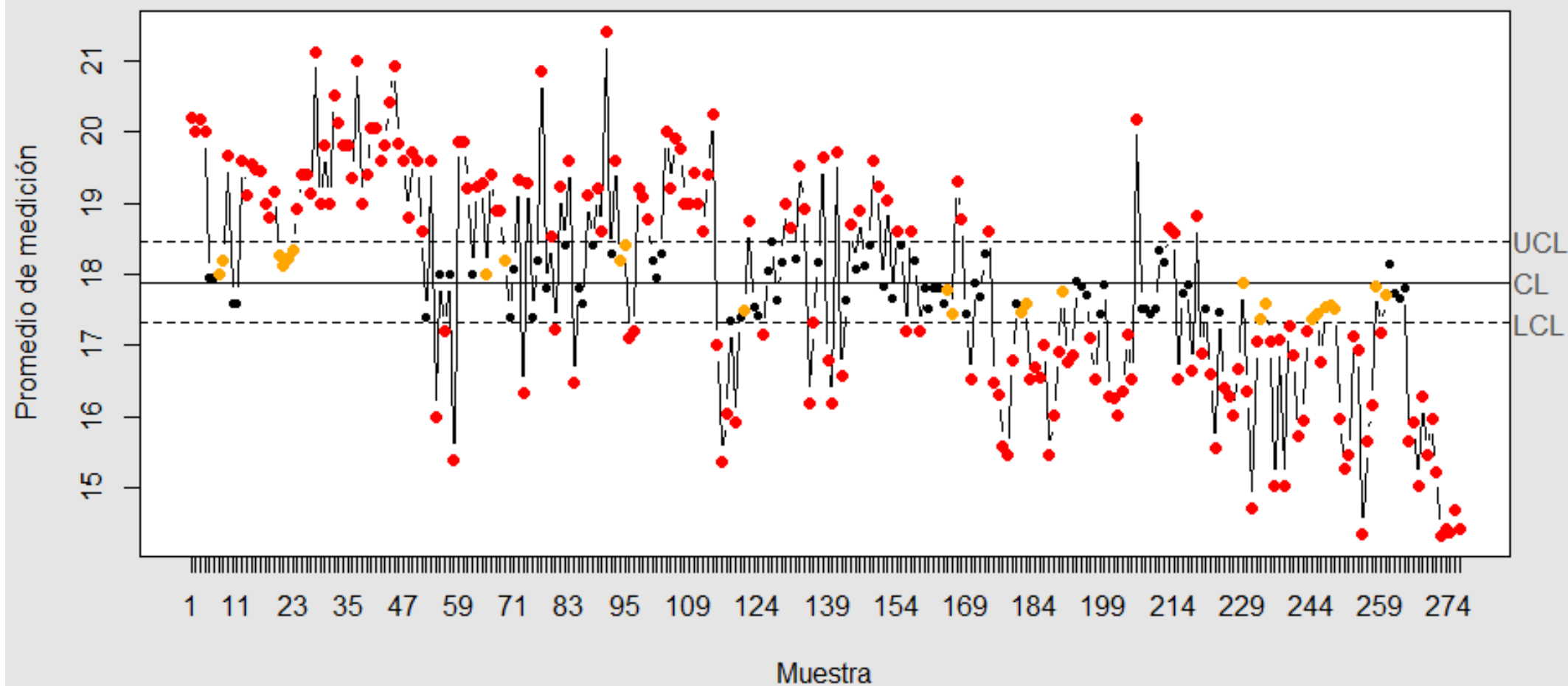
Number beyond limits = 10

Number violating runs = 12

En R

```
datos2_sub6 <- subset(datos2, variable=="Apertura Anillo (POP) L-D" &
                      año=="2015")
dataqcc4     <- qcc.groups(data= datos2_sub6$medicion, sample=
                          datos2_sub6$muestra)
carta4       <- qcc(dataqcc4, type="xbar",
                    title ="Apertura Anillo (POP) L-D en año 2015",
                    xlab="Muestra", ylab="Promedio de medición")
```

Apertura Anillo (POP) L-D en año 2015



Number of groups = 276

Center = 17.8913

StdDev = 0.4241903

LCL = 17.32219

UCL = 18.46042

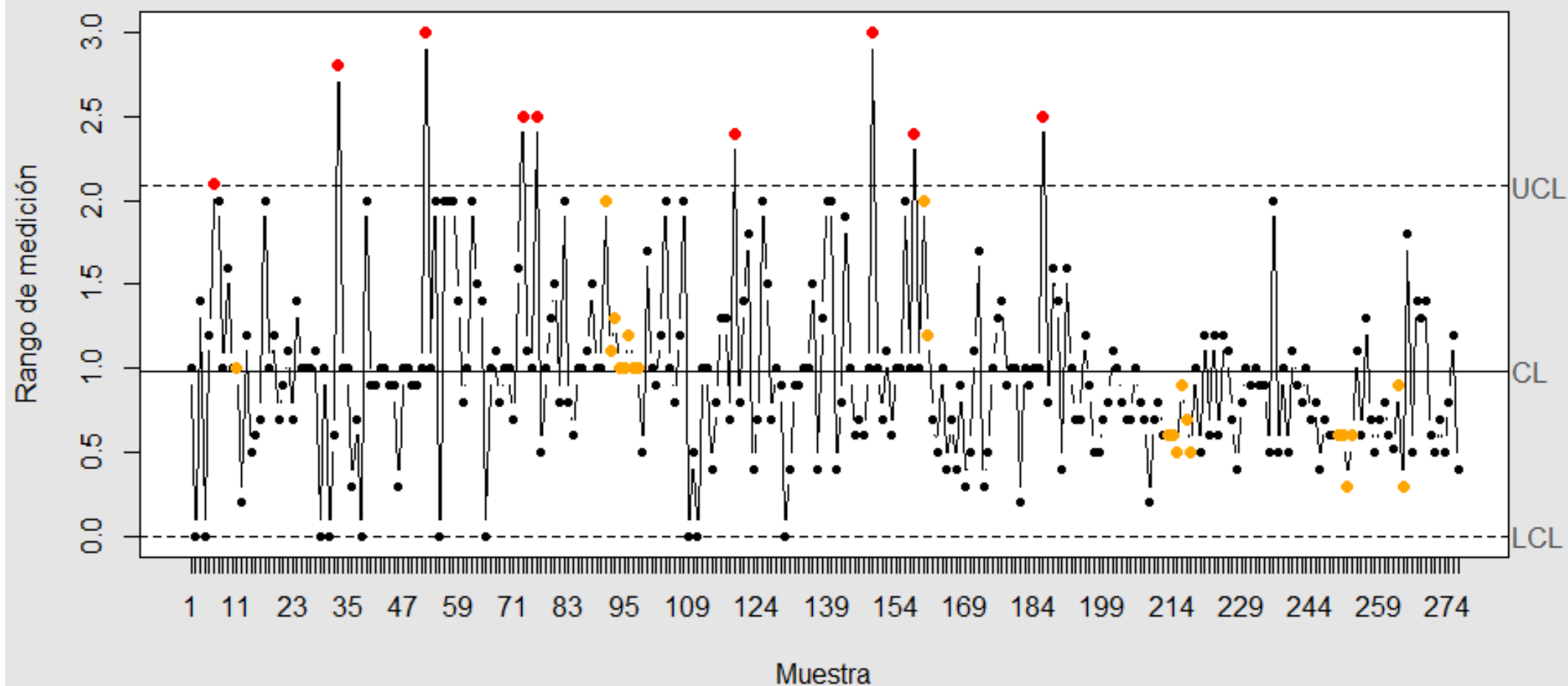
Number beyond limits = 182

Number violating runs = 122

En R

```
carta4R <- qcc(dataqcc4, type="R",  
              title = "Apertura Anillo (POP) L-D en año 2015",  
              xlab="Muestra", ylab="Rango de medición")
```


Apertura Anillo (POP) L-D en año 2015



Number of groups = 276

Center = 0.986667

StdDev = 0.4241903

LCL = 0

UCL = 2.086277

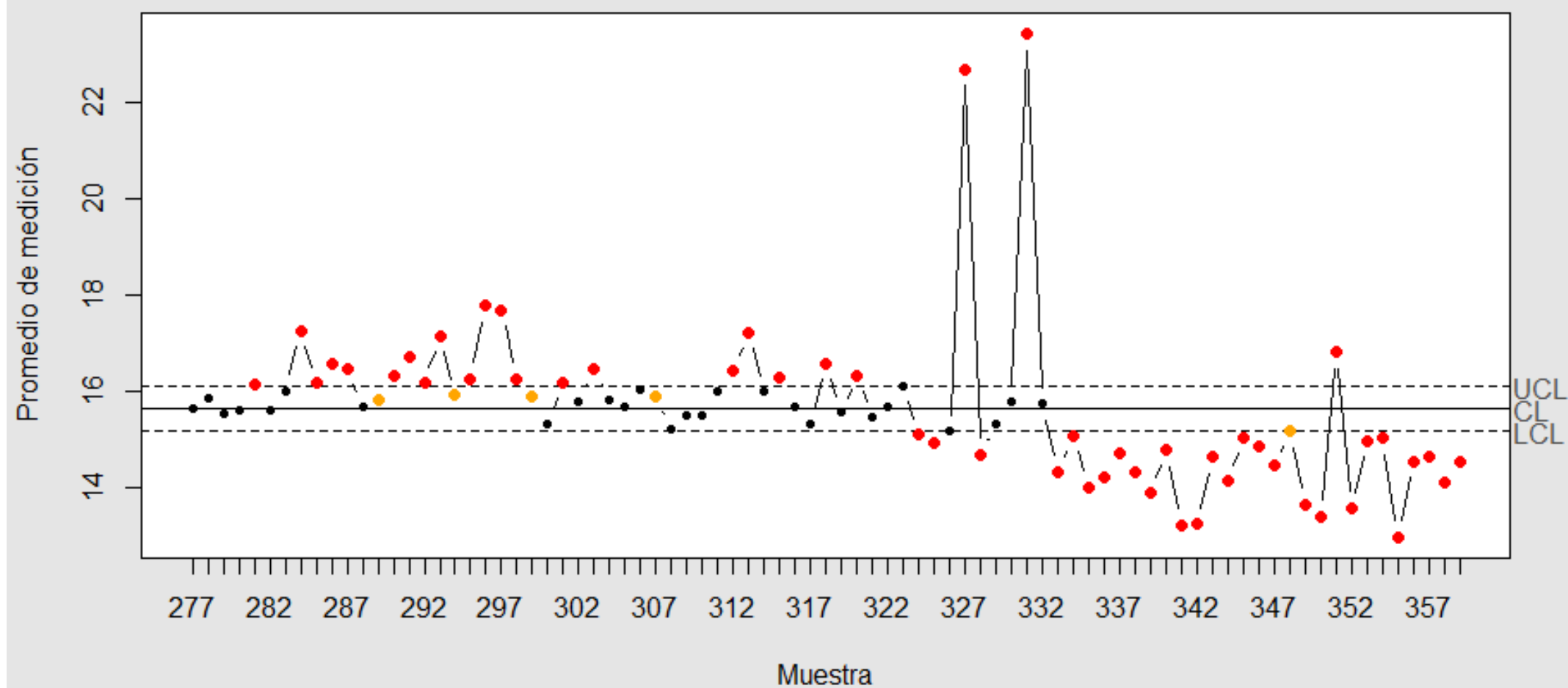
Number beyond limits = 9

Number violating runs = 23

En R

```
datos2_sub7 <- subset(datos2, variable=="Apertura Anillo (POP) L-D" &  
                      año=="2016")  
dataqcc5    <- qcc.groups(data= datos2_sub7$medicion, sample=  
                          datos2_sub7$muestra)  
carta5      <- qcc(dataqcc5, type="xbar",  
                  title = "Apertura Anillo (POP) L-D en año 2016",  
                  xlab="Muestra", ylab="Promedio de medición")
```

Apertura Anillo (POP) L-D en año 2016



Number of groups = 83

Center = 15.6426

StdDev = 0.3465798

LCL = 15.17762

UCL = 16.10759

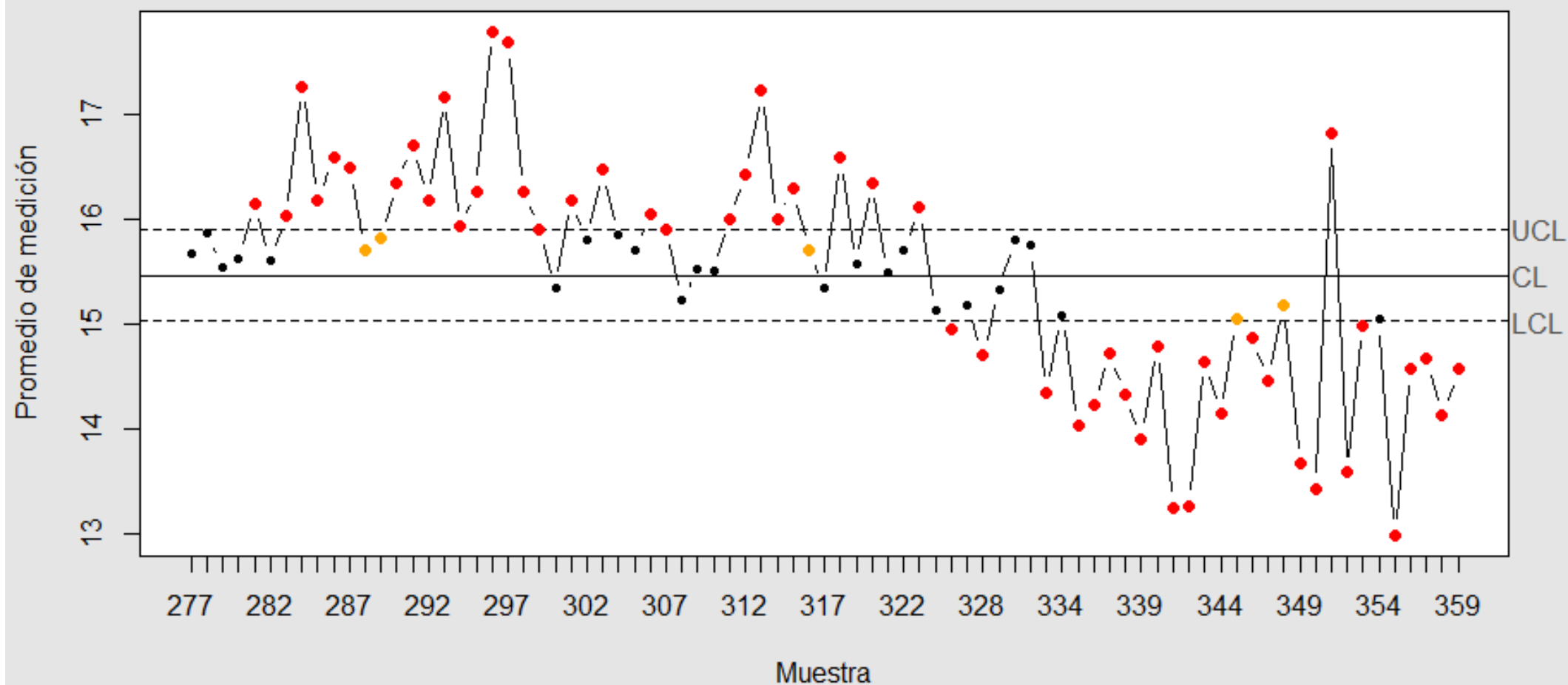
Number beyond limits = 51

Number violating runs = 26

En R

```
dataqcc5mod <- dataqcc5[-c(51,55),]  
carta5mod   <- qcc(dataqcc5mod, type="xbar",  
                    title = "Apertura Anillo (POP) L-D en año 2016 sin  
muestra 327 y 331", xlab="Muestra",  
                    ylab="Promedio de medición")
```

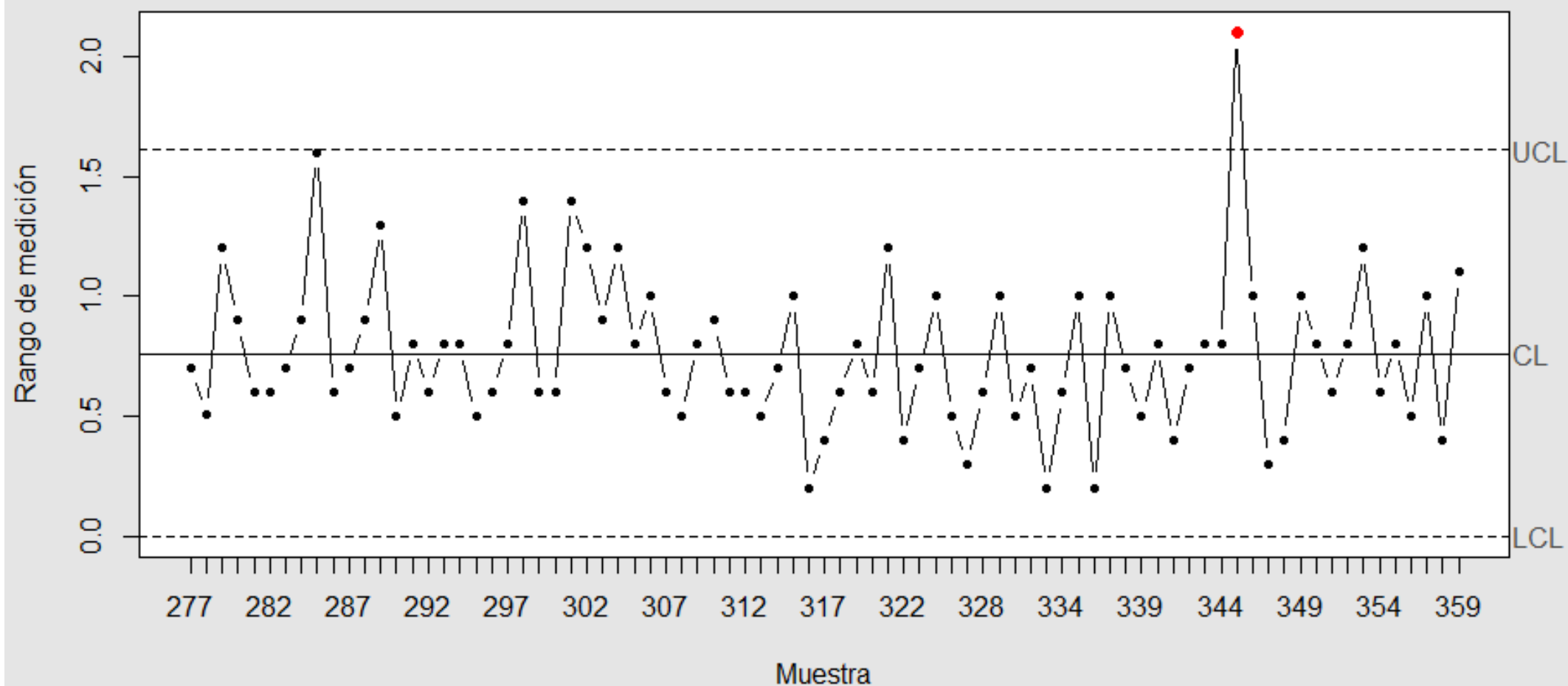
Apertura Anillo (POP) L-D en año 2016 sin muestra 327 y 331



En R

```
carta5modR <- qcc(dataqcc5mod, type="R",  
                  title = "Apertura Anillo (POP) L-D en año 2016",  
                  xlab="Muestra", ylab="Rango de medición")
```

Apertura Anillo (POP) L-D en año 2016



Number of groups = 81

Center = 0.7618519

StdDev = 0.3275373

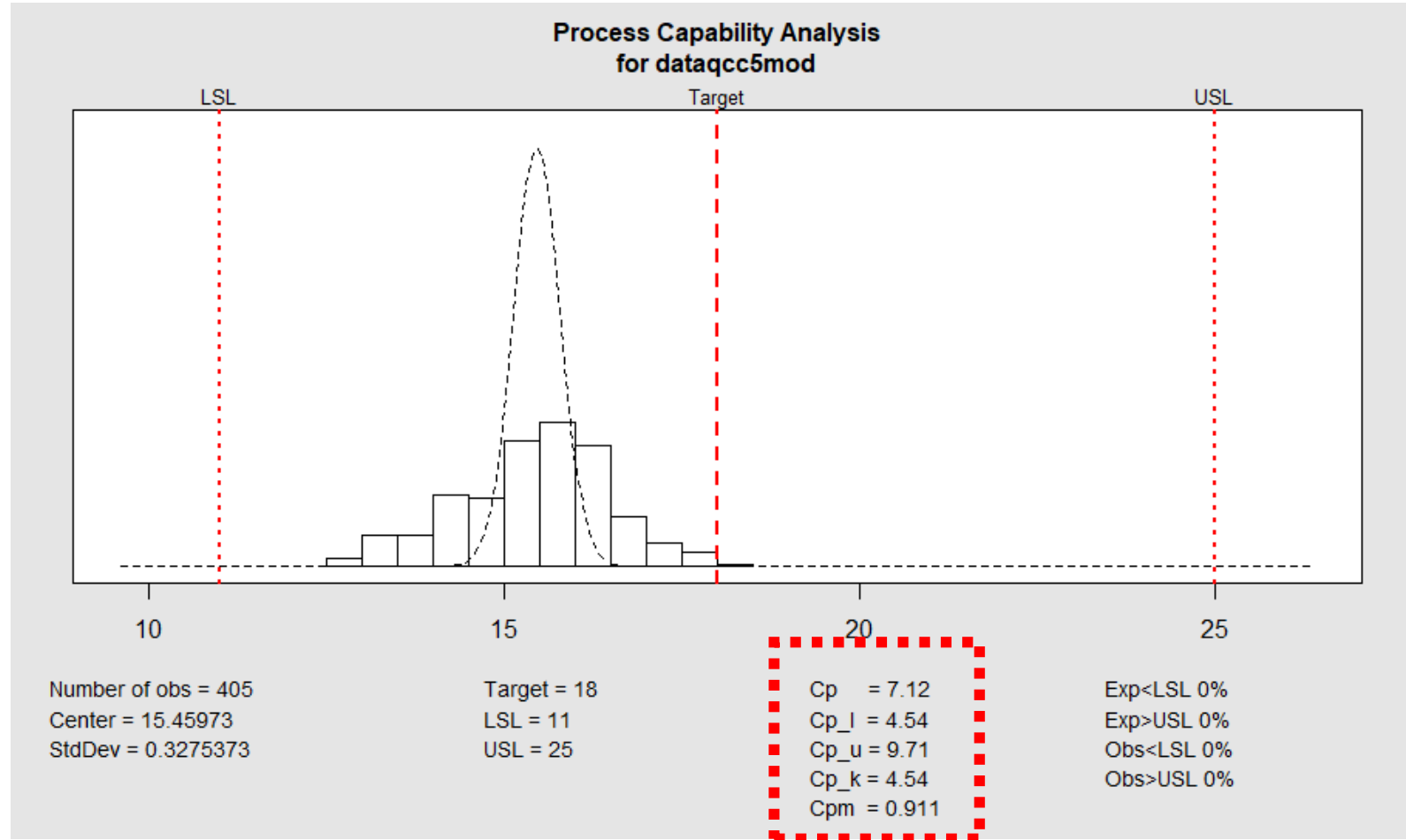
LCL = 0

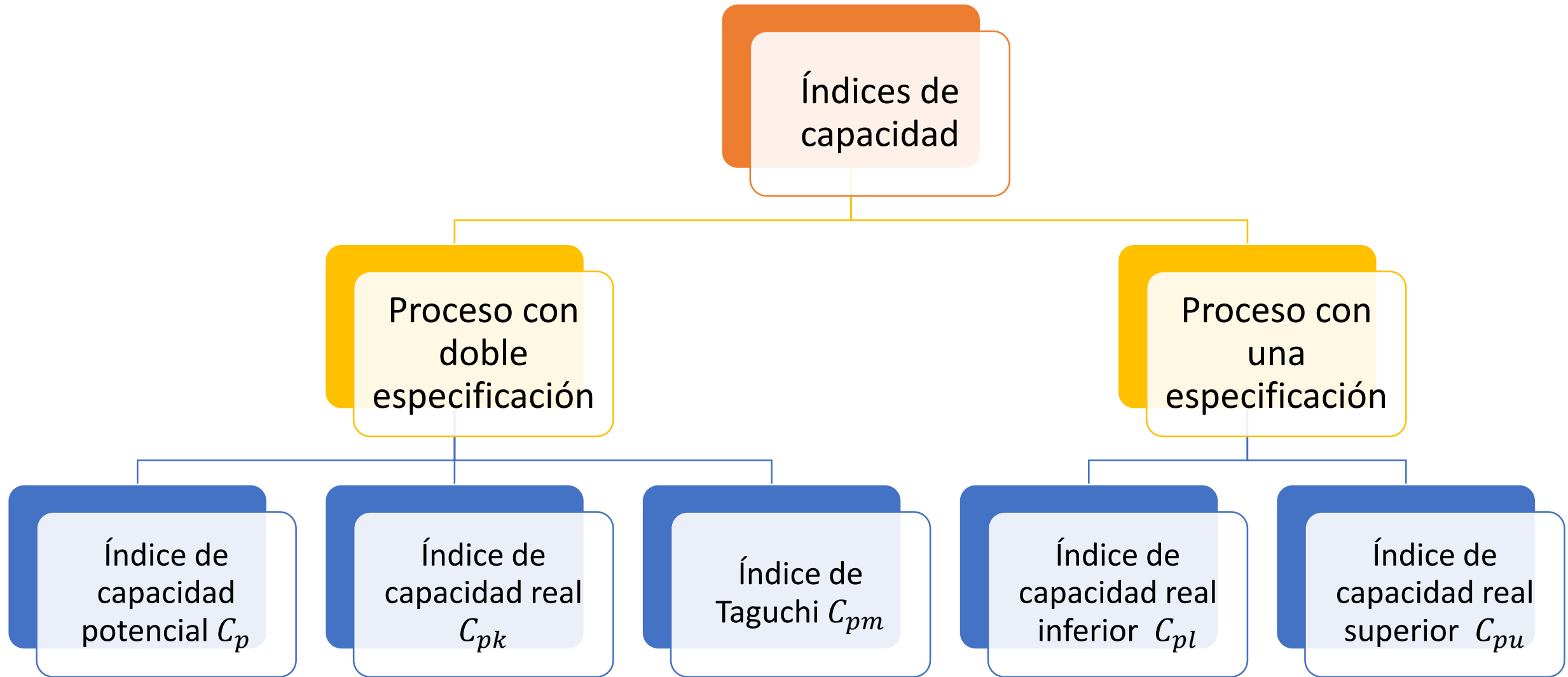
UCL = 1.610913

Number beyond limits = 1

Number violating runs = 0

Análisis de capacidad





Análisis de capacidad

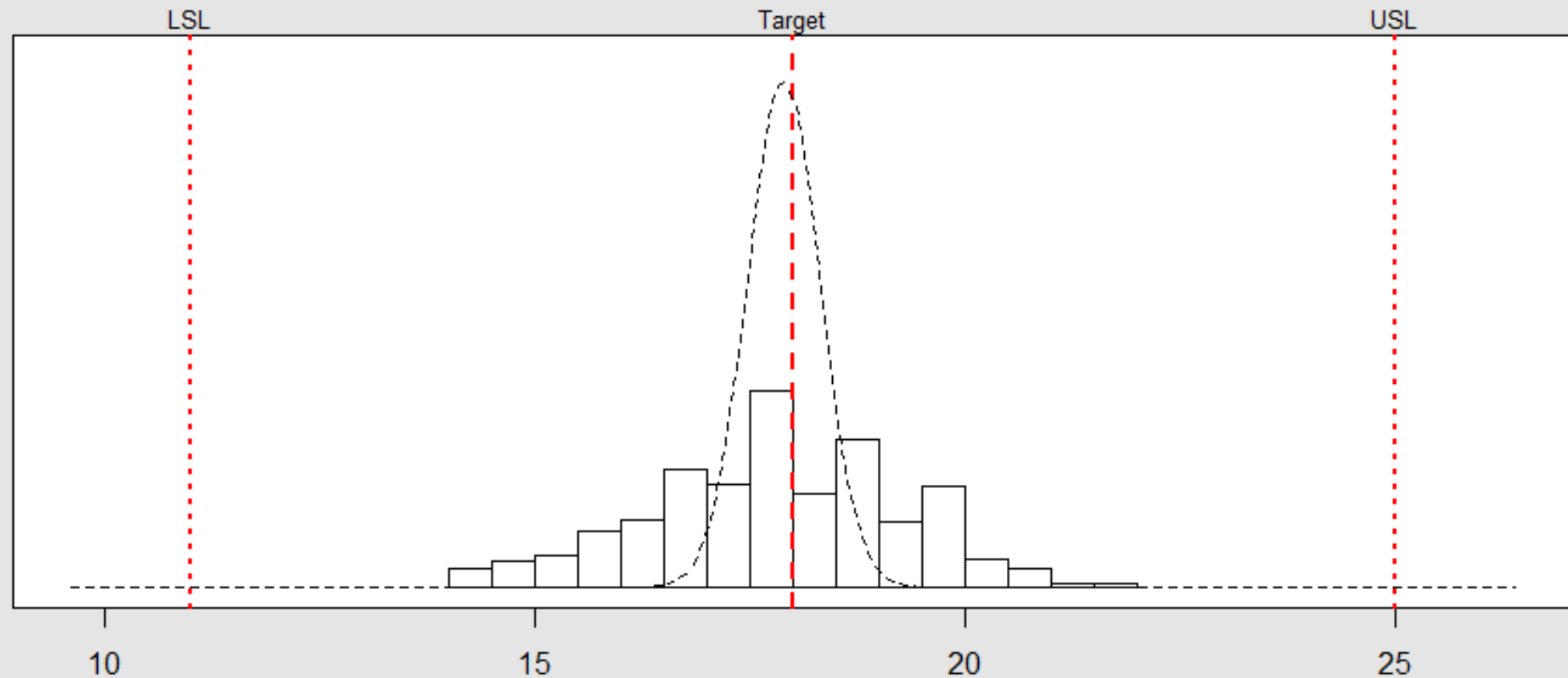
Usos

1. Conocer la amplitud de la variación natural del proceso en relación con sus especificaciones y su ubicación respecto al valor nominal y así saber en qué medida cumple los requerimientos.
2. Identificar la capacidad de un proceso para cumplir con la especificación superior del proceso.
3. Identificar la capacidad de un proceso para cumplir con la especificación inferior del proceso.

En R

```
process.capability(object=carta4, spec.limits = c(11,25), target= 18)
```

Process Capability Analysis for dataqcc4



Number of obs = 1380
Center = 17.8913
StdDev = 0.4241903

Target = 18
LSL = 11
USL = 25

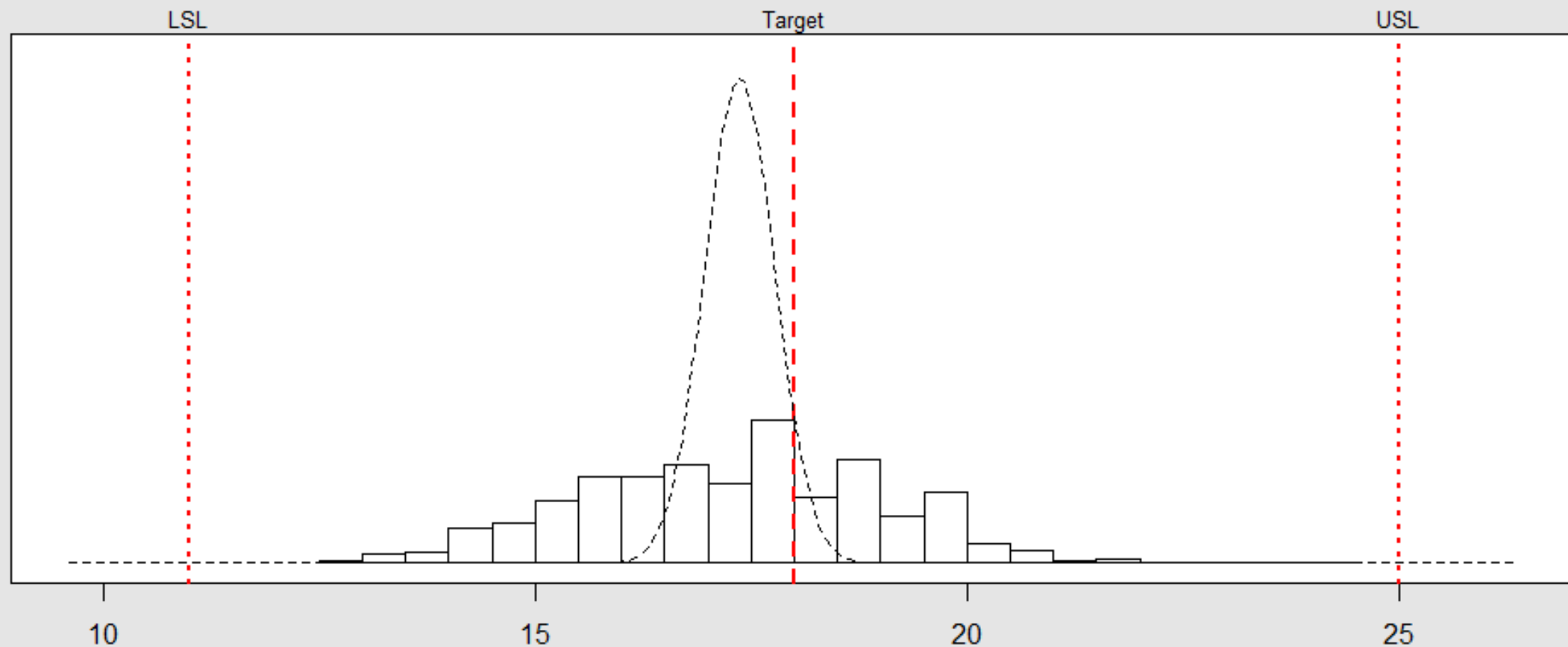
Cp = 5.5
Cp_l = 5.42
Cp_u = 5.59
Cp_k = 5.42
Cpm = 5.33

Exp<LSL 0%
Exp>USL 0%
Obs<LSL 0%
Obs>USL 0%

En R

```
process.capability(object=carta1, spec.limits = c(11,25), target= 18)
```

Process Capability Analysis for dataqcc1



Number of obs = 1795
Center = 17.37141
StdDev = 0.4062469

Target = 18
LSL = 11
USL = 25

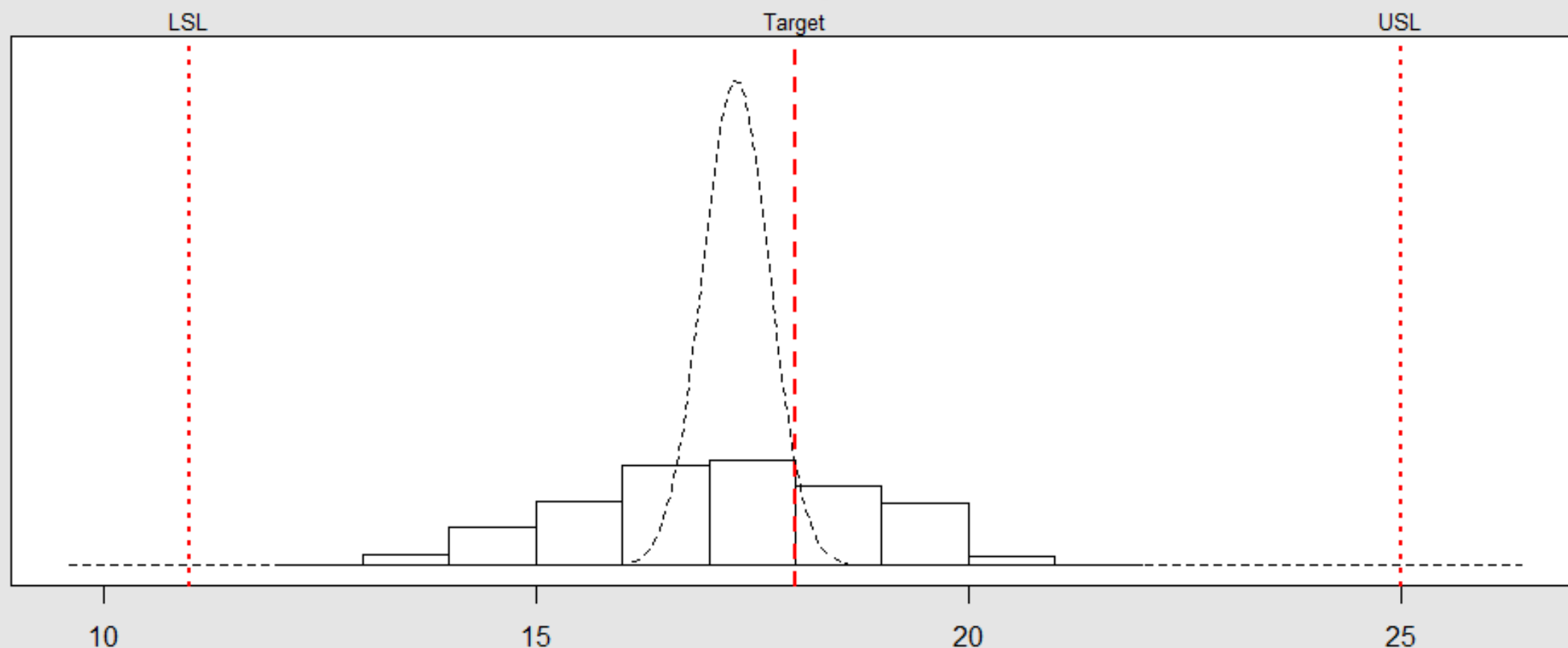
Cp = 5.74
Cp_l = 5.23
Cp_u = 6.26
Cp_k = 5.23
Cpm = 3.12

Exp<LSL 0%
Exp>USL 0%
Obs<LSL 0%
Obs>USL 0%

En R

```
process.capability(object=carta2, spec.limits = c(11,25), target= 18)
```

Process Capability Analysis for dataqcc2



Number of obs = 900
Center = 17.31583
StdDev = 0.3874319

Target = 18
LSL = 11
USL = 25

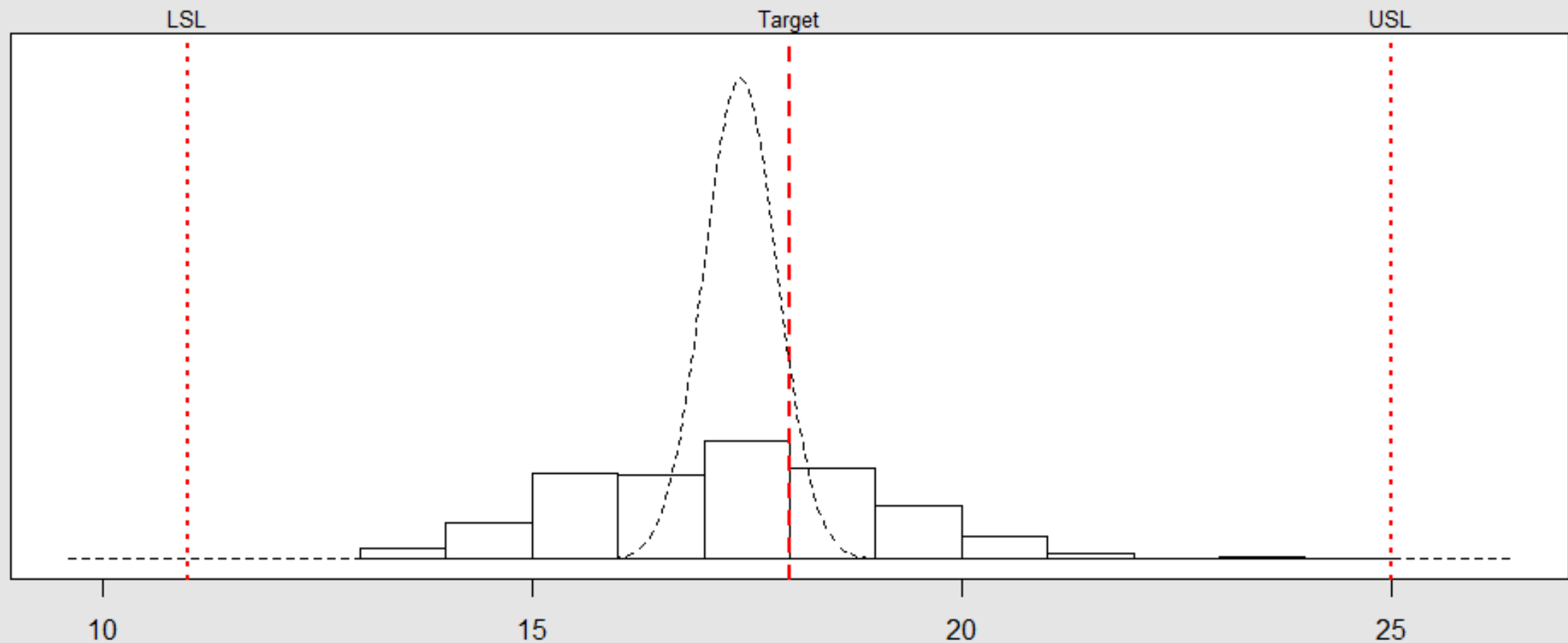
Cp = 6.02
Cp_l = 5.43
Cp_u = 6.61
Cp_k = 5.43
Cpm = 2.97

Exp<LSL 0%
Exp>USL 0%
Obs<LSL 0%
Obs>USL 0%

En R

```
process.capability(object=carta3, spec.limits = c(11,25), target= 18)
```

Process Capability Analysis for dataqcc3



Number of obs = 895
Center = 17.4273
StdDev = 0.425167

Target = 18
LSL = 11
USL = 25

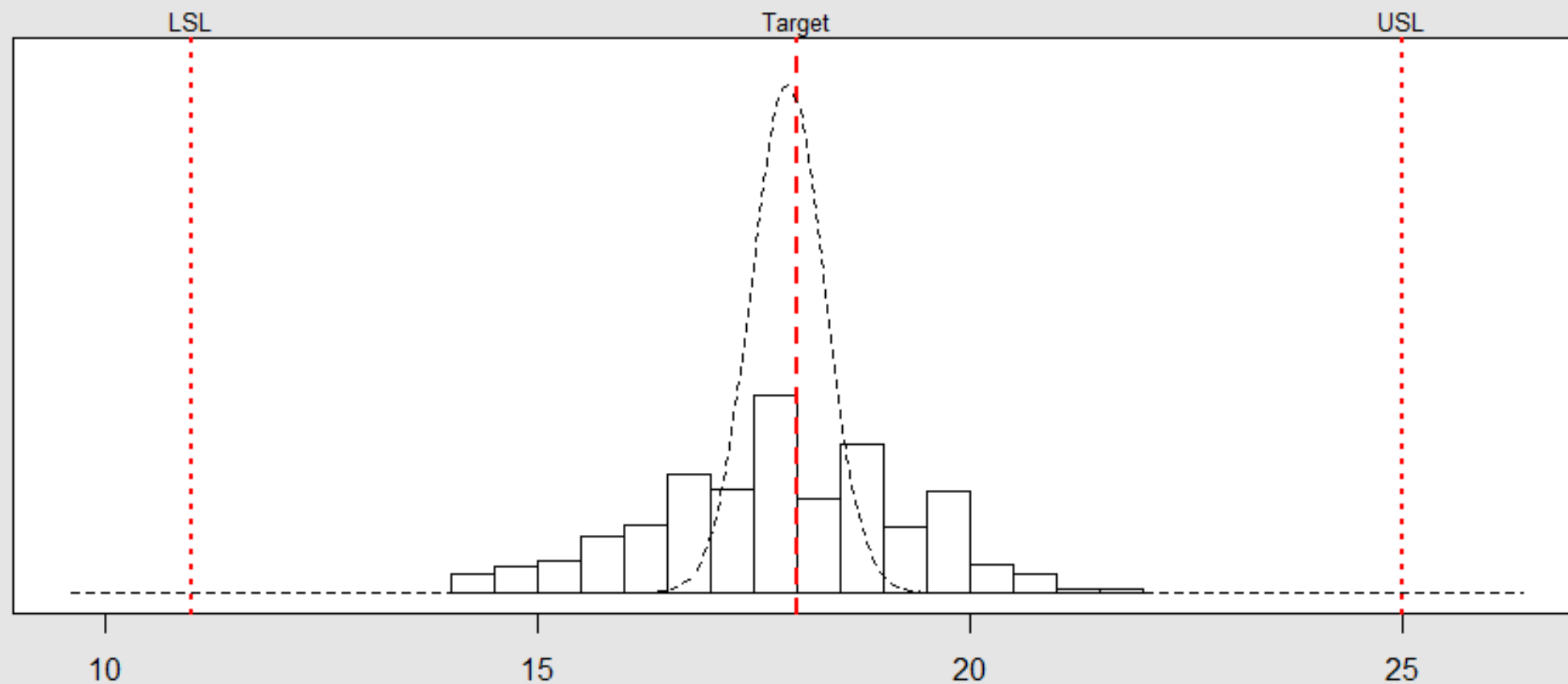
Cp = 5.49
Cp_l = 5.04
Cp_u = 5.94
Cp_k = 5.04
Cpm = 3.27

Exp<LSL 0%
Exp>USL 0%
Obs<LSL 0%
Obs>USL 0%

En R

```
process.capability(object=carta4, spec.limits = c(11,25), target= 18)
```

Process Capability Analysis for dataqcc4



Number of obs = 1380
Center = 17.8913
StdDev = 0.4241903

Target = 18
LSL = 11
USL = 25

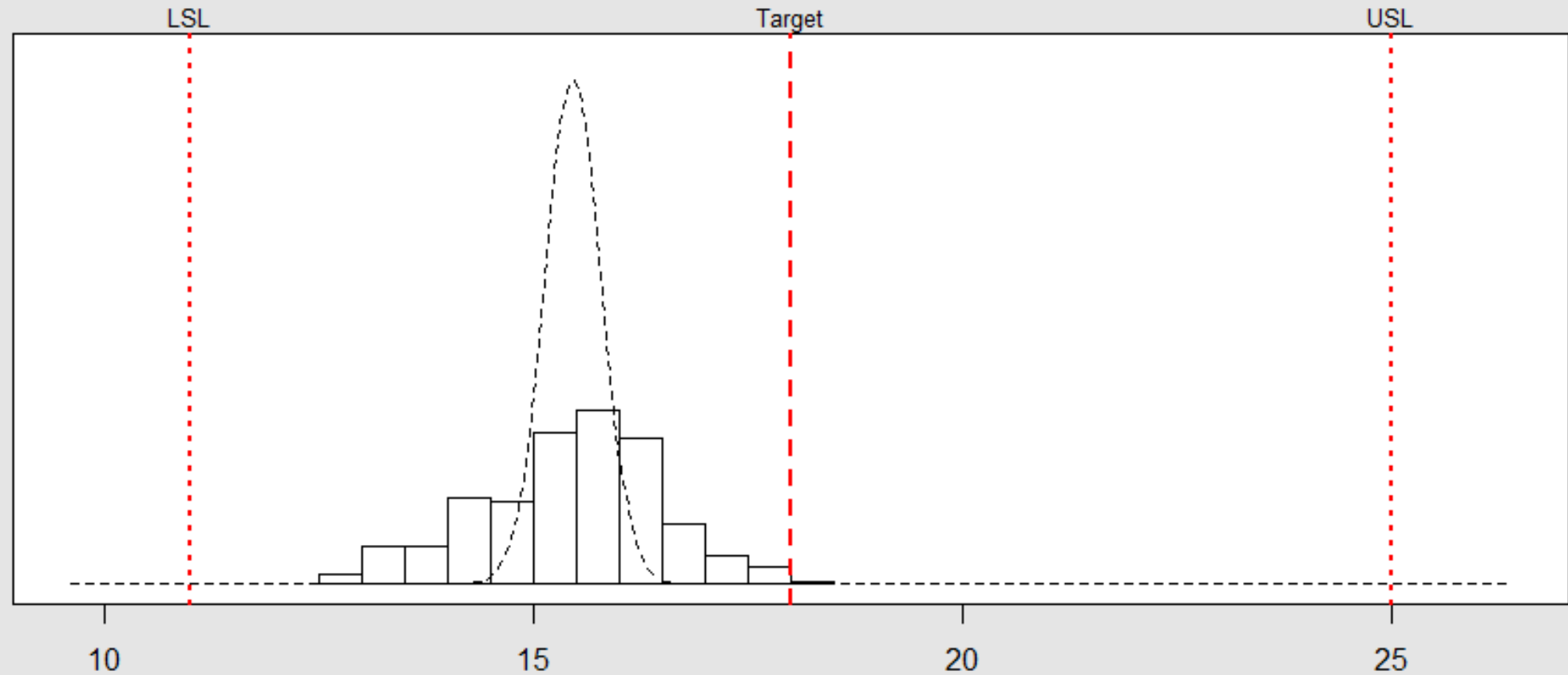
Cp = 5.5
Cp_l = 5.42
Cp_u = 5.59
Cp_k = 5.42
Cpm = 5.33

Exp<LSL 0%
Exp>USL 0%
Obs<LSL 0%
Obs>USL 0%

En R

```
process.capability(object=carta5mod, spec.limits = c(11,25), target= 18)
```

Process Capability Analysis for dataqcc5mod



Number of obs = 405
Center = 15.45973
StdDev = 0.3275373

Target = 18
LSL = 11
USL = 25

Cp = 7.12
Cp_l = 4.54
Cp_u = 9.71
Cp_k = 4.54
Cpm = 0.911

Exp<LSL 0%
Exp>USL 0%
Obs<LSL 0%
Obs>USL 0%

Taller

<https://tinyurl.com/y7nxc7bf>

Referencias

Gutierrez, H.P. y de la Vara, R.S.(2013). Control estadístico de la calidad y seis sigma. Mc Graw Hill. Tercera Edición.

Montgomery, D.C. (2013). Control estadístico de la calidad. Limusa Wiley. Tercera Edición.

R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

RStudio Team (2018). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>.

Scrucca, L. (2004). qcc: an R package for quality control charting and statistical process control. R News 4/1, 11-17. <https://cran.r-project.org/doc/Rnews>.