

# Control Estatístico da Calidade co R

Salvador Naya  
salva@udc.es



UNIVERSIDADE DA CORUÑA  
Departamento de Matemáticas

# Seis Sigma. Introducción

## Metoloxía Seis Sigma

Promove a utilización de **ferramentas e métodos estatísticos** de maneira sistemática e organizada, que permite as empresas alcanzar considerables **aforros económicos** a vez que **mellorar a satisfacción** dos seus clientes, todo elo nun período de **tempo moi corto**.

- Os **elementos clave** que soportan a filosofía Seis Sigma son os seguintes:
  - Coñecemento dos requerimentos do cliente.
  - Dirección baseada en datos e feitos.
  - Mellora de procesos.
  - Implicación da dirección.
- A aplicación da metodoloxía Seis Sigma a un proceso consta de cinco etapas denominado **DMAIC**.

# Seis Sigma. Introducción

## Metoloxía Seis Sigma

Promove a utilización de **ferramentas e métodos estatísticos** de maneira sistemática e organizada, que permite as empresas alcanzar considerables **aforros económicos** a vez que **mellorar a satisfacción** dos seus clientes, todo elo nun período de **tempo moi corto**.

- Os **elementos clave** que soportan a filosofía Seis Sigma son os seguintes:
  - (a) Coñecemento dos requerimentos do cliente.
  - (b) Dirección baseada en datos e feitos.
  - (c) Mellora de procesos.
  - (d) Implicación da dirección.
- A aplicación da metodoloxía Seis Sigma a un proceso consta de cinco etapas denominado **DMAIC**.

# Seis Sigma. Introducción

## Metoloxía Seis Sigma

Promove a utilización de **ferramentas e métodos estatísticos** de maneira sistemática e organizada, que permite as empresas alcanzar considerables **aforros económicos** a vez que **mellorar a satisfacción** dos seus clientes, todo elo nun período de **tempo moi corto**.

- Os **elementos clave** que soportan a filosofía Seis Sigma son os seguintes:
  - (a) Coñecemento dos requerimentos do cliente.
  - (b) Dirección baseada en datos e feitos.
  - (c) Mellora de procesos.
  - (d) Implicación da dirección.
- A aplicación da metodoloxía Seis Sigma a un proceso consta de cinco etapas denominado **DMAIC**.

- En cada una das fases do ciclo DMAIC se tratan os seguintes aspectos:

(a) **Definir**

- 1 Investigación histórica (Éxitos/Fracasos)
- 2 Selección do Proxecto (Identificación de Potencial/Evaluación/Priorización de Esfuerzo)
- 3 Definición do Proxecto (Obxectivos/Resumen do Proxecto)

(b) **Medir**

(c) **Análise**

(d) **Implementar**

(e) **Controlar**

- En cada una das fases do ciclo DMAIC se tratan os seguintes aspectos:

(a) **Definir**

(b) **Medir**

① Colectar información

② Almacenar información

③ Presentación de datos (Adición de valor/Sustracción de valor/Recursos consumidos/Tempos do proceso)

(c) **Análise**

(d) **Implementar**

(e) **Controlar**

- En cada una das fases do ciclo DMAIC se tratan os seguintes aspectos:
  - (a) **Definir**
  - (b) **Medir**
  - (c) **Análise**
    - ① Variables críticas
    - ② Mapeo
    - ③ Cuantificar
    - ④ Simulación de hipóteses (Posibilidade de implementar/Riesgo de implementar)
  - (d) **Implementar**
  - (e) **Controlar**

- En cada una das fases do ciclo DMAIC se tratan os seguintes aspectos:
  - (a) **Definir**
  - (b) **Medir**
  - (c) **Análise**
  - (d) **Implementar**
    - ① Optimizar procesos (Costos/Tempos)
    - ② Redeseño do proceso
    - ③ Deseño de experimentos (Análise estatístico)
  - (e) **Controlar**



- En cada una das fases do ciclo DMAIC se tratan os seguintes aspectos:
  - (a) **Definir**
  - (b) **Medir**
  - (c) **Análise**
  - (d) **Implementar**
  - (e) **Controlar**
    - ① Novo proceso (Documentar/Monitoreo)

- En cada una das fases do ciclo DMAIC se tratan os seguintes aspectos:
  - (a) **Definir**
  - (b) **Medir**
  - (c) **Análise**
  - (d) **Implementar**
  - (e) **Controlar**
- Utilizárase o paquete `qualityTools`, que contén funcións asociadas a cada unha das etapas do ciclo DMAIC.

## DEFINIR:

- O obxectivo da fase *definir* é **reunir a tódalas partes** interesadas, **xuntar seus coñementos** e ideas para o proceso en cuestión, **establecer un obxectivo común** e **definir cómo contribue cada parte** (ou o papel que cada parte ten) a solución do problema.
- Unha técnica de visualización clásica que se utiliza nesta fase e que está dispoñible no paquete qualityTools son os **diagrama de Pareto** e os **mapas de procesos**.

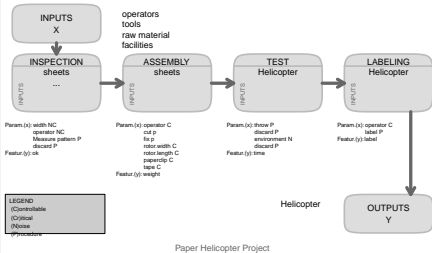
## DEFINIR:

- O obxectivo da fase *definir* é **reunir a tódalas partes** interesadas, **xuntar seus coñementos** e ideas para o proceso en cuestión, **establecer un obxectivo común** e **definir cómo contribue cada parte** (ou o papel que cada parte ten) a solución do problema.
- Unha técnica de visualización clásica que se utiliza nesta fase e que está dispoñible no paquete qualityTools son os **diagrama de Pareto** e os **mapas de procesos**.

# Mapas de procesos

## Helicóptero

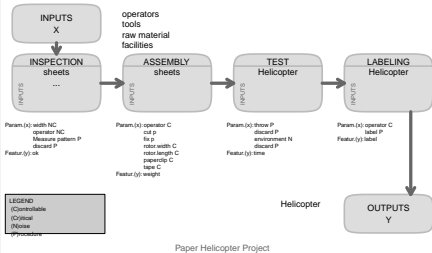
### Six Sigma Process Map



# Mapas de procesos

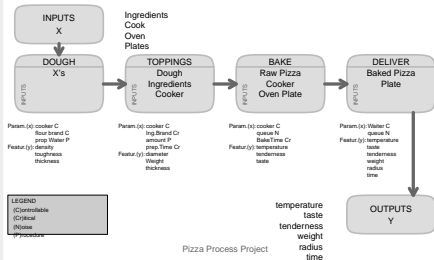
## Helicóptero

Six Sigma Process Map



## Pizza

Six Sigma Process Map



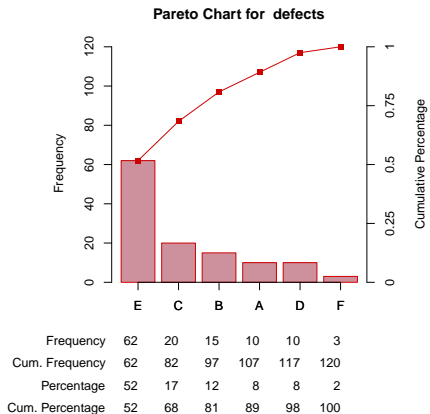


Figura : Resultado da implementação da função `paretoChart()` aplicada a 120 unidades com 6 diferentes tipos de defectos.

## MEDIR:

- A recopilación de datos implica o uso de sistemas de medición que a menudo denominanse **calibradores**.
- Un procedemento común aplicado na industria é o calibrado R&R para avaliar a repetibilidade e a reproducibilidade dun sistema de medición. O modelo xeral está dado por:

$$\sigma_{total}^2 = \sigma_{partes}^2 + \sigma_{instrumento}^2 + \sigma_{partes \times instrumento}^2 + \sigma_{error}^2$$



## MEDIR:

- A recopilación de datos implica o uso de sistemas de medición que a menudo denominanse **calibradores**.
- Un procedemento común aplicado na industria é o calibrado R&R para avaliar a repetibilidade e a reproducibilidade dun sistema de medición. O modelo xeral está dado por:

$$\sigma_{total}^2 = \sigma_{partes}^2 + \sigma_{instrumento}^2 + \sigma_{partes \times instrumento}^2 + \sigma_{error}^2$$

# Seis Sigma. DMAIC

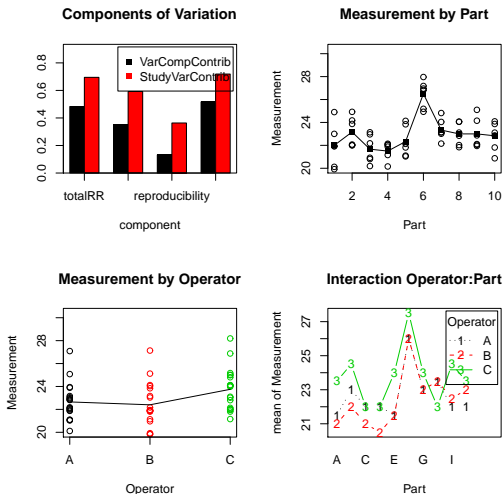


Figura : Implementación da función `gageRRDesign()`, `gageRR()` y `plot()`.

## ANALIZAR:

- Para avaliar a **capacidade dun proceso**, por exemplo, como parte dunha relación entre cliente-proveedor na industria.
- Os índices de capacidade dos procesos, básicamente, informan da cantidade do rango de tolerancia que se está utilizado pola variación provocada polas causas comúns do proceso considerado.
- Existen tres índices que se atopan definidos na correspondiente norma ISO 21747:2006:

$$C_p = \frac{USL - LSL}{Q_{0.99865} - Q_{0.00135}},$$
$$C_{pkL} = \frac{Q_{0.5} - LSL}{Q_{0.5} - Q_{0.00135}},$$
$$C_{pkU} = \frac{Q_{0.99865} - LSL}{Q_{0.5} - Q_{0.00135}},$$

## ANALIZAR:

- Para avaliar a **capacidade dun proceso**, por exemplo, como parte dunha relación entre cliente-proveedor na industria.
- Os índices de capacidade dos procesos, básicamente, informan da cantidade do rango de tolerancia que se está utilizado pola variación provocada polas causas comúns do proceso considerado.
- Existen tres índices que se atopan definidos na correspondiente norma ISO 21747:2006:

$$C_p = \frac{USL - LSL}{Q_{0.99865} - Q_{0.00135}},$$
$$C_{pkL} = \frac{Q_{0.5} - LSL}{Q_{0.5} - Q_{0.00135}},$$
$$C_{pkU} = \frac{Q_{0.99865} - LSL}{Q_{0.5} - Q_{0.00135}},$$

## ANALIZAR:

- Para avaliar a **capacidade dun proceso**, por exemplo, como parte dunha relación entre cliente-proveedor na industria.
- Os índices de capacidade dos procesos, básicamente, informan da cantidade do rango de tolerancia que se está utilizado pola variación provocada polas causas comúns do proceso considerado.
- Existen tres índices que se atopan definidos na correspondiente norma ISO 21747:2006:

$$C_p = \frac{USL - LSL}{Q_{0.99865} - Q_{0.00135}},$$
$$C_{pkL} = \frac{Q_{0.5} - LSL}{Q_{0.5} - Q_{0.00135}},$$
$$C_{pkU} = \frac{Q_{0.99865} - LSL}{Q_{0.5} - Q_{0.00135}}$$

# Seis Sigma. DMAIC

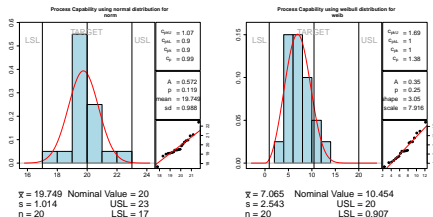


Figura : Resultado da implementaç3o da funç3o pcr().

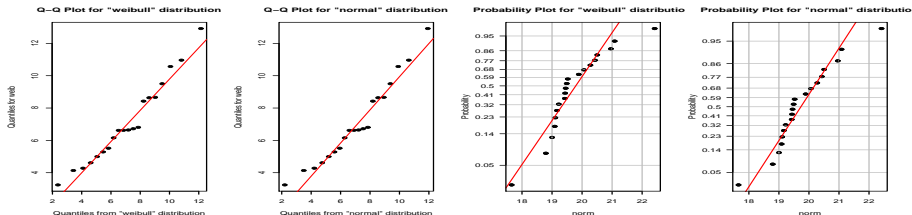


Figura : Resultado da implementaç3o das funç3es ppPlot() e qqPlot().

## IMPLEMENTAR:

- Co fin de alcanzar os valores deseados para as respostas, certas configuracións necesitan estar preparadas para o proceso. Estes valores refireñse as variables de entrada do proceso.

## CONTROLAR:

- Gráficos de Control con distintos paquetes (qcc, qualityTools, SixSigma e qcr).

## IMPLEMENTAR:

- Co fin de alcanzar os valores deseados para as respostas, certas configuracións necesitan estar preparadas para o proceso. Estes valores refireñse as variables de entrada do proceso.

## CONTROLAR:

- Gráficos de Control con distintos paquetes (qcc, qualityTools, SixSigma e qcr).



## Gráficos ( $\bar{\bar{x}}, R$ )

- Calcular a media e o rango de cada mostra,  $\bar{x}_i$  y  $R_i$ , respectivamente  $i = 1, \dots, k$ .
- Posto que  $R_i/d_2$  é un estimador innesgado de  $\sigma$ , e definiendo

$$\bar{R} = \frac{\sum_i R_i}{k}$$

$$\frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{\sum_i R_i}{d_2 k}$$

como estimador centrado da desviación típica teórica.

# Gráficos de Control

- Contrastar si todas as medias son homoxéneas:

$$\frac{\sqrt{nd_2}(\bar{x}_i - \bar{\bar{x}})}{\bar{R}} \sim N(0, 1)$$

Con lo cual cada valor  $\bar{x}_i$  debe estar en el intervalo

$$\left[ \bar{\bar{x}} - \frac{3\bar{R}}{\sqrt{nd_2}}, \bar{\bar{x}} + \frac{3\bar{R}}{\sqrt{nd_2}} \right]$$

con probabilidade aproximada do 97.73% (utilizando intervalos de amplitude  $3\sigma$ )

- Poderemos encontrar os valores dos límites de control  $3\sigma$  para a media como:

$$LCL = \bar{\bar{x}} - \frac{3}{\sqrt{nd_2}}\bar{R} = \bar{\bar{x}} - A_2\bar{R}$$

$$CL = \bar{\bar{x}}$$

$$UCL = \bar{\bar{x}} + \frac{3}{\sqrt{nd_2}}\bar{R} = \bar{\bar{x}} + A_2\bar{R}$$

## Gráficos $R$

- Dado  $n$ , encontrar los valores  $D_3$  e  $D_4$  e calcular  $\bar{R}$ . Con todo ello obtener los límites inferior  $D_3\bar{R}$  y superior  $D_4\bar{R}$  de control.
- Construir un gráfico que presente en abscisas e en ordenadas los valores  $R_i$ . Trazar también a línea central ( $\bar{R}$ ) e los límites de control ( $D_3\bar{R}$  y  $D_4\bar{R}$ ).
- Se algun dos rangos se sale dos límites de control, o proceso non está baixo control.

# Gráficos de Control

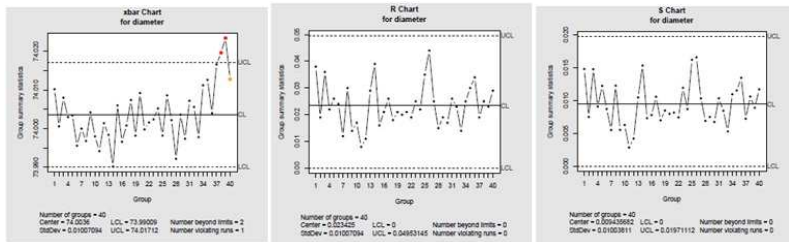


Figura : Gráficos de control ( $\bar{\bar{x}}, s$ ),  $s$  y  $R$ , coa función `qcc()`, para a base de datos `pistonrings`.

# Gráficos de Control

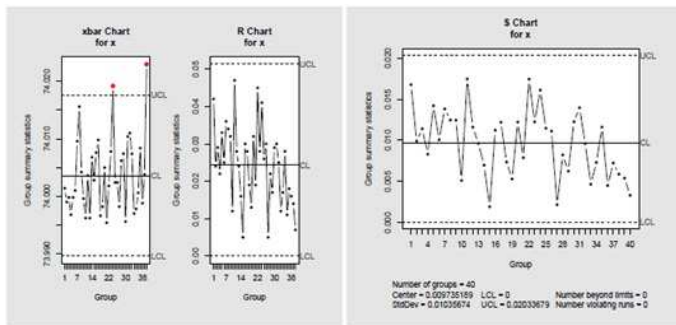


Figura : Gráficos de control ( $\bar{x}$ ,  $s$ ),  $R$  y  $s$ , coas funcións `cchart.Xbar_R()` e `cchart.S`, para a base de datos `pistonrings`.

# Gráficos de Control

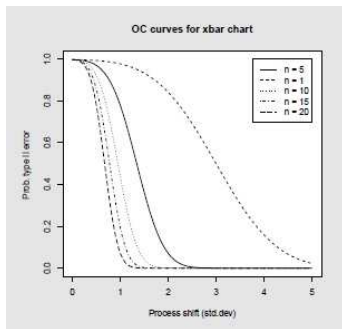


Figura : Curvas *OC* asociadas ao gráfico de control  $(\bar{\bar{x}}, s)$  para a base de dados pistonrings.

# Gráficos de Control

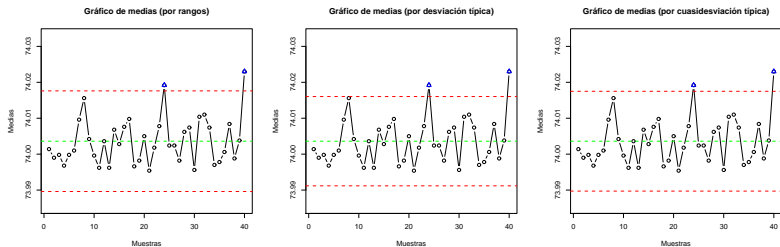


Figura : Gráficos de control para a media utilizando para o cálculo os rangos, as desviaciones típicas e as cuasidesviaciones típicas, respectivamente. Os límites de control son, respectivamente,  $[73.9896, 74.0176]$ ,  $[73.9912, 74.0160]$  y  $[73.9897, 74.0175]$ .

# Gráficos de Control

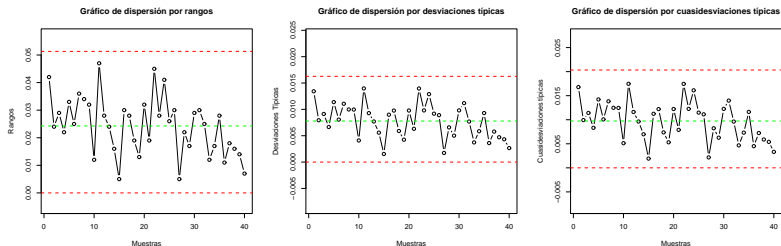


Figura : De izquierda a derecha, gráficos de control para a variabilidad utilizando rangos, desviaciones típicas e cuasidesviaciones típicas, respectivamente.



# Gráficos de Control

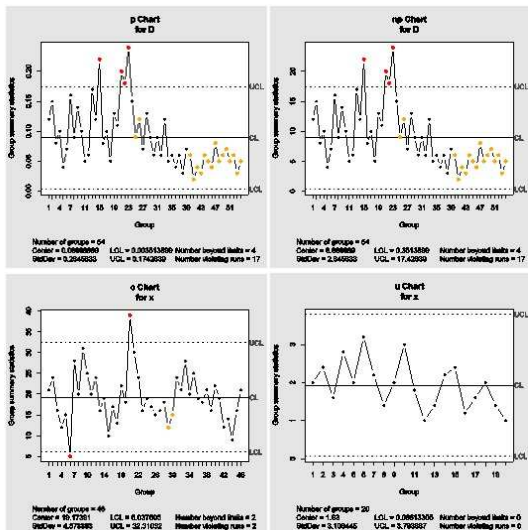


Figura : Gráficos de control P, NP, C e U, coa función `gpc()`, para as bases de

# Gráficos de Control

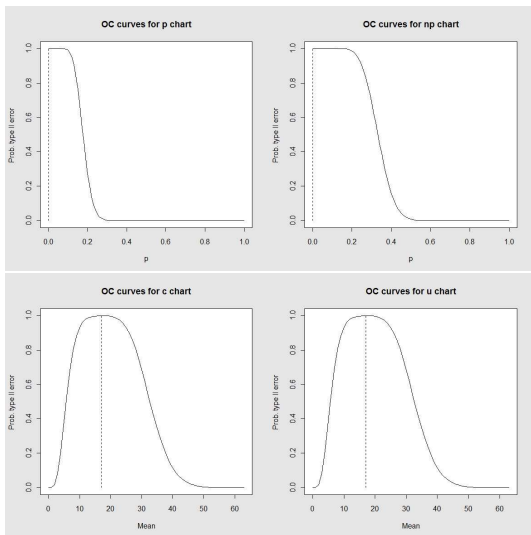


Figura : Curvas OC asociadas aos gráficos de control P, NP, C e U, coa función

# Gráficos de Control

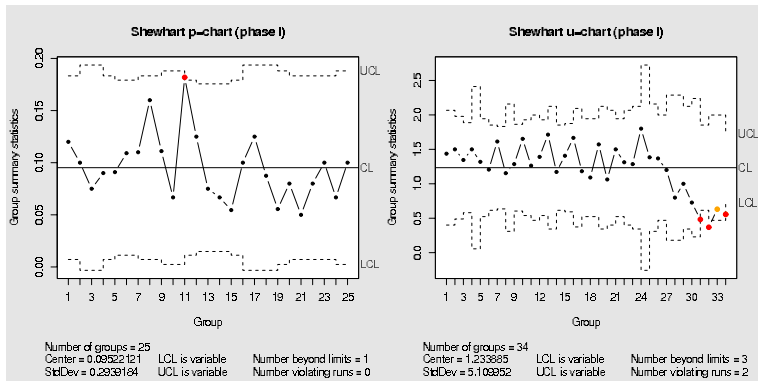


Figura : Gráficos de control P, y U, coas funcións `cchart.p()` e `cchart.u()`, para as bases de datos `binomdata`, e `moonroof`, respectivamente.

## Gráficos CUSUM

- 1 Os gráficos CUSUM basanse na decisión de comprobar si o proceso está baixo control usando o estatístico  $s_r$ :

$$s_r = \sum_{i=1}^r (\bar{x}_i - \mu_0).$$

- 2 A idea do gráfico CUSUM é representar as sumas acumuladas das diferenzas,  $s_1 = d_1$ ,  $s_2 = d_1 + d_2, \dots$ . Desta forma, en cada instante  $r$ .
- 3 Baixo supostos de normalidade é evidente deducir a distribución do estatístico  $s_r$ :

$$s_r \in N \left( r(\mu - \mu_0), \frac{r\sigma_0^2}{n} \right).$$

## Gráficos EWMA

- 1 Os gráficos EWMA representan promedios da observación contemporánea e das observaciones anteriores (medias móviles  $y_i$ ).
- 2 Se define como:

$$y_i = \lambda x_i + (1 - \lambda)y_{i-1}$$

- 3 Os límites de control e a liña central son:

$$LCL = \mu_0 - 3\sigma \sqrt{\frac{\lambda(1 - (1 - \lambda)^{2i})}{2 - \lambda}}$$

$$LCS = \mu_0$$

$$UCL = \mu_0 + 3\sigma \sqrt{\frac{\lambda(1 - (1 - \lambda)^{2i})}{2 - \lambda}}$$

# Gráficos de Control

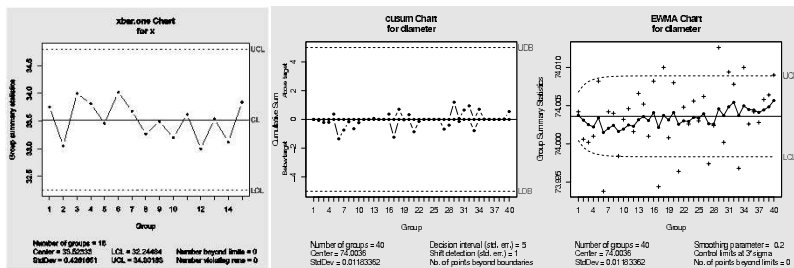


Figura : Gráficos CUSUM e gráfico EWMA, coas funcións `qcc()` (coa opción de `type` como `xbar`), `cusum()` e `ewma()`, para os datos de viscosidades e da base de datos pistonrings, respectivamente.

## Paquete qcc

Permite:

- Debuxar os gráficos de control de calidade de Shewhart para datos continuos, atributos e indicadores.
- Debuxar os gráficos Cusum e EWMA para datos continuos.
- Pintar as curvas características operativas (curvas OC).
- Analizar a capacidade de procesos.
- Debuxar os gráficos de Pareto e os diagramas de causa-efecto.

O autor deste paquete é **Luca Scrucca**.

## Paquete qualityTools

Incorpora funcións e exemplos da aplicación da metodoloxía Seis Sigma a un determinado proceso en cada una de sus cinco etapas: Definición, Medida, Análisis, Mejora y Control (DMAIC).

O autor de dito paquete é **Thomas Roth**.

## Paquete IQCC

Construe gráficos de control estatístico con límites exactos para os casos univariante e multivariante.

Seus autores son **Daniela R. Recchia**, **Emanuel P. Barbosa**, **Elias de Jesus Goncalves**.



## Paquete qualityTools

Incorpora funcións e exemplos da aplicación da metodoloxía Seis Sigma a un determinado proceso en cada una de sus cinco etapas: Definición, Medida, Análisis, Mejora y Control (DMAIC).

O autor de dito paquete é **Thomas Roth**.

## Paquete IQCC

Construe gráficos de control estatístico con límites exactos para os casos univariante e multivariante.

Seus autores son **Daniela R. Recchia**, **Emanuel P. Barbosa**, **Elias de Jesus Goncalves**.

# Paquetes e bases de datos de R para control da calidade

Base de datos `dyedcloth` (paquete `qcc`)

Recolle os defectos por cada 50 metros cadrados de dez rolos de tela teñida dunha planta de acabado textil.

Base de datos `orangejuice` (paquete `qcc`)

Recolle os defectos de 54 muestras de envases de zumo de laranxa. As últimas 24 mostras foron recoxidas despois de ter feito un axuste na máquina.

Base de datos `pcmanufact` (paquete `qcc`)

Recoxe o número de non conformidades por unidade en la liña de montaxe final de ordenadores personais. Recoxense datos sobre 20 mostras de 5 equipos cada un.

# Paquetes e bases de datos de R para control da calidade

Base de datos `dyedcloth` (paquete `qcc`)

Recolle os defectos por cada 50 metros cadrados de dez rolos de tela teñida dunha planta de acabado textil.

Base de datos `orangejuice` (paquete `qcc`)

Recolle os defectos de 54 muestras de envases de zumo de laranxa. As últimas 24 mostras foron recoxidas despois de ter feito un axuste na máquina.

Base de datos `pcmanufact` (paquete `qcc`)

Recoxe o número de non conformidades por unidade en la líña de montaxe final de ordenadores personais. Recoxense datos sobre 20 mostras de 5 equipos cada un.

# Paquetes e bases de datos de R para control da calidade

Base de datos `dyedcloth` (paquete `qcc`)

Recolle os defectos por cada 50 metros cadrados de dez rolos de tela teñida dunha planta de acabado textil.

Base de datos `orangejuice` (paquete `qcc`)

Recolle os defectos de 54 muestras de envases de zumo de laranxa. As últimas 24 mostras foron recoxidas despois de ter feito un axuste na máquina.

Base de datos `pcmanufact` (paquete `qcc`)

Recoxe o número de non conformidades por unidade en la liña de montaxe final de ordenadores personais. Recoxense datos sobre 20 mostras de 5 equipos cada un.

# Paquetes e bases de datos de R para control da calidade

Base de datos `pistonrings` (paquete `qcc`)

Recoxe o diámetro dos aneis dos pistóns dun motor dun automóvil durante o proceso de forxado. Midense en 25 muestras, cada unha de tamaño 5, dun proceso considerado baixo control, logo añádense outras 15 muestras.

Base de datos `binomdata` (paquete `IQCC`)

Recole datos binomiais que se utilizarán para os gráficos P.

`moonroof` (paquete `IQCC`)

Recole datos que se utilizarán para construír os gráficos U.

Novo paquete integral `qcr` (paquete `qcr`)

Recole os datos doutros paquetes como o `qcc` ou `QualityTools`, pero ademais permite realizar outros gráficos e manexar os procesos de control da fase I.

# Paquetes e bases de datos de R para control da calidade

Base de datos `pistonrings` (paquete `qcc`)

Recoxe o diámetro dos aneis dos pistóns dun motor dun automóvil durante o proceso de forxado. Midense en 25 muestras, cada unha de tamaño 5, dun proceso considerado baixo control, logo añadense outras 15 muestras.

Base de datos `binomdata` (paquete `IQCC`)

Recolle datos binomiais que se utilizarán para os gráficos P.

`moonroof` (paquete `IQCC`)

Recolle datos que se utilizarán para construír os gráficos U.

Novo paquete integral `qcr` (paquete `qcr`)

Recolle os datos doutros paquetes como o `qcc` ou `QualityTools`, pero ademais permite realizar outros gráficos e manexar os procesos de control da fase I.

# Paquetes e bases de datos de R para control da calidade

Base de datos `pistonrings` (paquete `qcc`)

Recoxe o diámetro dos aneis dos pistóns dun motor dun automóvil durante o proceso de forxado. Midense en 25 muestras, cada unha de tamaño 5, dun proceso considerado baixo control, logo añadense outras 15 muestras.

Base de datos `binomdata` (paquete `IQCC`)

Recolle datos binomiais que se utilizarán para os gráficos P.

`moonroof` (paquete `IQCC`)

Recolle datos que se utilizarán para construír os gráficos U.

Novo paquete integral `qcr` (paquete `qcr`)

Recolle os datos doutros paquetes como o `qcc` ou `QualityTools`, pero ademais permite realizar outros gráficos e manexar os procesos de control da fase I.

# Paquetes e bases de datos de R para control da calidade

Base de datos `pistonrings` (paquete `qcc`)

Recoxe o diámetro dos aneis dos pistóns dun motor dun automóvil durante o proceso de forxado. Midense en 25 muestras, cada unha de tamaño 5, dun proceso considerado baixo control, logo añadense outras 15 muestras.

Base de datos `binomdata` (paquete `IQCC`)

Recolle datos binomiais que se utilizarán para os gráficos P.

`moonroof` (paquete `IQCC`)

Recolle datos que se utilizarán para construír os gráficos U.

Novo paquete integral `qcr` (paquete `qcr`)

Recolle os datos doutros paquetes como o `qcc` ou `QualityTools`, pero ademais permite realizar outros gráficos e manexar os procesos de control da fase I.



## Paquete qcr

### Package 'qcr'

July 13, 2013

**Type** Package

**Title** Quality control and reliability

**Version** 0.1-15

**Date** 2013-07-13

**Author** Miguel Flores <mflores@outlook.com>, Salvador Naya <salva@udc.es>, Ruben Fernandez <ruben.fcasa@udc.es>

**Maintainer** Miguel Flores <mflores@outlook.com>

**Depends** R (>= 1.8.0), qcc, MSQC

**Suggests** IQCC

**Description** Shewhart quality control charts for continuous, attribute and count data. Cusum and EWMA charts. Multivariate control charts.

**License** GPL (>= 2)

**LazyData** yes

Máster en Técnicas Estadísticas

qcr

## Paquete qcr

### Package 'qcr'

July 13, 2013

Type: Package

Title: Quality control and reliability

Version: 0.1-15

Date: 2013-07-13

Author: Miguel Flores <mflores@outlook.com>, Salvador Naya <salva@udc.es>, Ruben Fernandez <ruben.fcasa@udc.es>

Maintainer: Miguel Flores <mflores@outlook.com>

Depends: R (>= 1.8.0), qcc, MSQC

Suggests: IQCC

Description: Shewhart quality control charts for continuous, attribute and count data. Cusum and EWMA charts. Multivariate control charts.

License: GPL (>= 2)

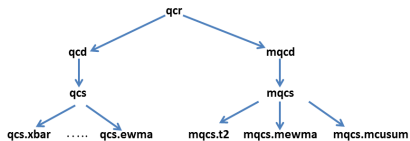
LazyData: yes

Máster en Técnicas Estadísticas

qcr

## Paquete qcr

### Estructura do paquete qcr



- Gráficos por variables
- Gráficos por atributos
- Gráficos por dependencia



Máster en Técnicas Estadísticas

qcr

## qcr na rede

Quality Control Res: x localhost:8100

### MASTER OF STATISTICAL TECHNIQUES - QUALITY CONTROL CHART (DEPENDENCE)

Choose a dataset: potonings

Number of observations to view: 10

Download

Quality Control Charts type:  cause  error

Number of standard deviations:

Title of Chart Control:

View Plot Summary

| diameter           | sample            | trial         |
|--------------------|-------------------|---------------|
| Min: -75.87        | Max: 1.00         | Rule: logical |
| 1st Qs: -74.88     | 1st Qs: 10.75     | FALSE: 75     |
| Median: -74.88     | Median: 108.00    | TRUE: 125     |
| Mean: -74.88       | Mean: 108.00      | NA: 10        |
| 3rd Qs: -74.85     | 3rd Qs: 108.75    |               |
| Std. Dev.: -136.88 | Std. Dev.: 148.88 |               |

| diameter | sample | trial  |
|----------|--------|--------|
| 1        | 74.88  | 1 TRUE |
| 2        | 74.88  | 1 TRUE |
| 3        | 74.88  | 1 TRUE |
| 4        | 74.88  | 1 TRUE |
| 5        | 74.88  | 1 TRUE |
| 6        | 74.88  | 1 TRUE |
| 7        | 74.88  | 1 TRUE |
| 8        | 74.88  | 1 TRUE |
| 9        | 74.88  | 1 TRUE |
| 10       | 74.88  | 1 TRUE |

## qcr na rede

Quality Control Res: localhost:8100

### MASTER OF STATISTICAL TECHNIQUES - QUALITY CONTROL CHART (DEPENDENCE)

Choose a dataset: pistonings

Number of observations to view: 10

Download

Quality Control Charts type:  custom

ewma

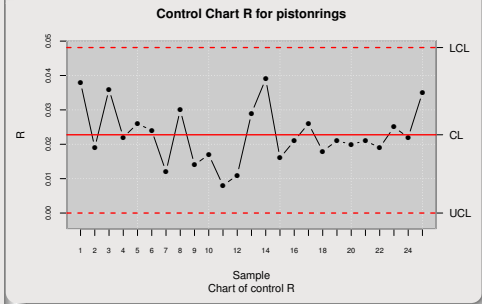
Number of standard deviations:

Title of Chart Control:

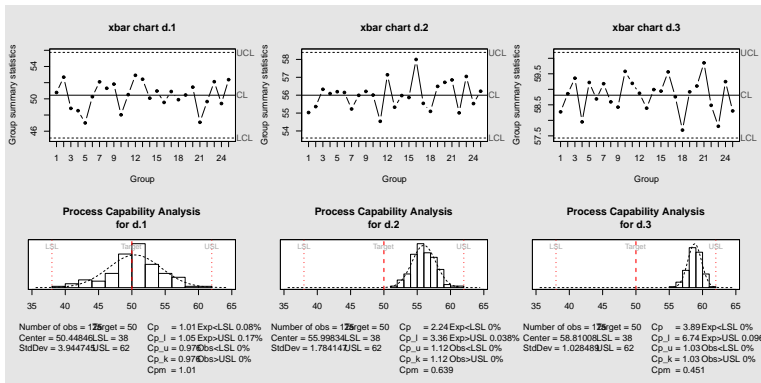
| diámetro | sample | trial  |
|----------|--------|--------|
| 1        | 74.83  | 1 TRUE |
| 2        | 74.83  | 1 TRUE |
| 3        | 74.83  | 1 TRUE |
| 4        | 74.83  | 1 TRUE |
| 5        | 74.83  | 1 TRUE |
| 6        | 74.83  | 1 TRUE |
| 7        | 74.83  | 2 TRUE |
| 8        | 74.83  | 2 TRUE |
| 9        | 74.83  | 2 TRUE |
| 10       | 74.83  | 2 TRUE |

Máster en Técnicas Estadísticas qcr

## Paquete qcr



# Capacidade co qcr



## Referencias

- [1] BOX G. E. P. E LUCEÑO A. (1997). *Statistical Control by Monitoring and Feedback Adjustment*. Wiley.
- [2] BOX, G.E.P., HUNTER, W. E HUNTER, J.S. (2008). *Estadística para Investigadores*. Reverté.
- [3] R Development Core Team. (2012) *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org>.
- [4] FLORES, M. NAYA S. E FERNÁNDEZ-CASAL R. (2013). *Librería qcr (quality, control and reliability)*. URL <http://www.R-project.org>.

## Referencias

- [1] JURAN J. E GODFREY B. (2005). *Manual de Calidad (tomos I y II)*. McGrawHill.
- [2] MONTGOMERY D. C. (2005/09). *Introduction to Statistical Quality Control*. Wiley.
- [3] MEEKER W. E ESCOBAR L. (1998). *Statistical Methods for Reliability Data*. Wiley.
- [4] PRAT, X. TORT-MARTORELL, P. GRIMA E L. POZUETA (1997 ó 2005). *Métodos Estadísticos: Control y Mejora de la Calidad*. ed. UPC.