

# **CONTROL DE CALIDAD**

## **Técnicas y herramientas**

**María Pérez Marqués**



Control de calidad. Técnicas y herramientas  
María Pérez Marqués

ISBN: 978-84-941801-9-4  
EAN: 9788494180194  
IBIC: TGPQ, KJMV5

Copyright © 2014 RC Libros  
© RC Libros es un sello y marca comercial registrados

### **Control de calidad. Técnicas y herramientas**

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de este libro incluida la cubierta puede ser reproducida, su contenido está protegido por la Ley vigente que establece penas de prisión y/o multas a quienes intencionadamente reprodujeren o plagiaren, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica, o su transformación, interpretación o ejecución en cualquier tipo de soporte existente o de próxima invención, sin autorización previa y por escrito de los titulares de los derechos de la propiedad intelectual. La infracción de los derechos citados puede constituir delito contra la propiedad intelectual. (Art. 270 y siguientes del Código Penal). Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra a través de la web [www.conlicencia.com](http://www.conlicencia.com); o por teléfono a: 91 702 19 70 / 93 272 04 47.

RC Libros, el Autor, y cualquier persona o empresa participante en la redacción, edición o producción de este libro, en ningún caso serán responsables de los resultados del uso de su contenido, ni de cualquier violación de patentes o derechos de terceras partes. El objetivo de la obra es proporcionar al lector conocimientos precisos y acreditados sobre el tema tratado pero su venta no supone ninguna forma de asistencia legal, administrativa ni de ningún otro tipo, si se precisase ayuda adicional o experta deberán buscarse los servicios de profesionales competentes. Productos y marcas citados en su contenido estén o no registrados, pertenecen a sus respectivos propietarios.

RC Libros  
Calle Mar Mediterráneo, 2. Nave 6  
28830 SAN FERNANDO DE HENARES, Madrid  
Teléfono: +34 91 677 57 22  
Fax: +34 91 677 57 22  
Correo electrónico: [info@rclibros.es](mailto:info@rclibros.es)  
Internet: [www.rclibros.es](http://www.rclibros.es)

Diseño de colección, cubierta y pre-impresión: Grupo RC  
Impresión y encuadernación: Service Point  
Depósito Legal: M-25196-2014  
Impreso en España

18 17 16 15 14 (1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12)

# ÍNDICE

<b>Introducción .....</b>	<b>XI</b>
<b>Capítulo 1. El proceso del control de calidad. Metodologías .....</b>	<b>1</b>
El proceso de producción y la calidad .....	1
Evolución del control de calidad .....	3
Metodologías o modelos para el control de calidad .....	5
Modelo de excelencia de la EFQM .....	5
Modelo Seis Sigma.....	6
Software para el control de calidad .....	10
SPSS .....	10
STATGRAPHICS CENTURION .....	11
SAS.....	11
<b>Capítulo 2. Modelización de las características de calidad. Factores que afectan a la calidad.....</b>	<b>15</b>
La variabilidad en los procesos.....	15
Factores que afectan a la calidad .....	18
Diagrama causa-efecto .....	18
Diagrama de Pareto.....	19
Gráficos de control .....	20
Histogramas.....	21
Diagrama de correlación .....	22
Distribuciones de frecuencia .....	22
Modelización de la variabilidad.....	25
Modelos discretos para características de calidad .....	26
Modelos continuos para características de calidad.....	30
Expresión cuantitativa de las distribuciones .....	36
Medidas de posición.....	36
Medidas de dispersión .....	41
Medidas de forma .....	45
Gráficos exploratorios en control de calidad .....	49
Gráfico de caja y bigotes (Box-and-Whisker Plot) .....	49
Gráfico múltiple de caja y bigotes (Multiple Box-and-Whisker Plot).....	51
Gráfico de simetría .....	53
Gráficos normales de probabilidad .....	54

<b>Capítulo 3. Métodos automatizados para la modelización de las características de calidad .....</b>	<b>55</b>
La variabilidad en los procesos y herramientas.....	55
Variabilidad en los procesos mediante Statgraphics.....	55
Resumen estadístico para variables numéricas unidimensionales.....	56
Opciones tabulares: medidas de posición, dispersión, simetría y curtosis...	57
Percentiles.....	60
Tablas de frecuencias .....	61
Diagrama de tallo y hojas (Stem-and-Leaf).....	63
Intervalos de confianza.....	64
Tests de hipótesis .....	65
Opciones gráficas: gráfico de caja y bigotes, histogramas y gráficos de normalidad.....	69
Gráfico de cuantiles.....	71
Gráfico de densidad.....	71
Gráfico de simetría .....	71
Statgraphics y el análisis exploratorio en control de calidad .....	72
Gráfico de caja y bigotes.....	73
Gráfico múltiple de caja y bigotes .....	75
Gráficos normales, histogramas y polígonos de frecuencias absolutas y relativas.....	78
Statgraphics y el diagrama causa-efecto.....	82
Statgraphics y el diagrama de Pareto.....	84
Statgraphics y la modelización de la variabilidad mediante distribuciones .....	88
Funciones de distribución.....	90
Inversa de la función de distribución. Valores críticos .....	92
Generación de números aleatorios según una distribución .....	93
Opciones gráficas. Funciones de densidad, distribución y supervivencia.....	94
SAS/QC y la variabilidad de los procesos. Exploratorio y modelos de probabilidad...	97
SAS/QC y los gráficos de causa y efecto. Procedimiento ISHIKAWA .....	104
SAS/QC y los gráficos de Pareto .....	108
<b>Capítulo 4. Control en el proceso de calidad.....</b>	<b>113</b>
Control de procesos .....	113
Control de fabricación .....	115
Control de recepción .....	115
Control por variables y por atributos.....	116

Análisis de la capacidad de un proceso .....	117
Gráficos de control.....	117
Principios básicos de un diagrama de control.....	119
Los diagramas de control y los contrastes de hipótesis.....	120
Curva característica de operación .....	121
Utilización de los diagramas de control.....	122
Gráficos de control por variables y por atributos.....	123
Gráficos de control por variables .....	124
Diagramas de control de $\bar{X}$ y R.....	124
Diagramas de control de $\bar{X}$ y S .....	129
Diagrama de control de $S^2$ .....	132
Gráficos de control para medidas individuales.....	133
Gráficos de control para medidas individuales y rangos móviles .....	134
Diagramas de control de la mediana .....	135
Diagramas de control de medianas y rangos.....	136
Diagrama de control de suma acumulativa CUSUM.....	137
Diagrama de control de media móvil .....	137
Diagrama de control de media móvil geométrica EWMA .....	139
Gráficos de control por atributos.....	140
Diagrama “p” .....	141
Diagrama “np” .....	142
Diagrama “c” .....	143
Diagrama “u ” .....	144
Modelo de Shewhart para gráficos de control.....	145
Modelo de los límites probabilísticos para los gráficos de control .....	146
Control de recepción.....	147
Planes de muestreo simples por atributos.....	149
Curva característica de operación o curva CO .....	149
Curvas características de operación tipos A y B .....	152
Curvas características de operación con $c=0$ .....	153
Diseño de un plan de muestreo simple para una curva característica de operación dada .....	153
Muestreo de aceptación por variables.....	154
Planes de la fracción no conforme .....	155
Diseño de plan de muestreo y curva CO con $\sigma$ conocida .....	158
Ecuación de la curva característica de operación.....	159
Diseño de plan de muestreo para $\sigma$ desconocida y curva CO .....	160
Planes basados en la media con desviación típica $\sigma$ conocida .....	162
Planes basados en la media con desviación típica $\sigma$ desconocida.....	163

Planes basados en la desviación típica .....	163
Capacidad de los procesos .....	163
Límites de tolerancia y límites de especificación .....	164
Índices de capacidad.....	165
<b>Capítulo 5. Métodos automatizados en el control de procesos.....</b>	<b>169</b>
Statgraphics Centurion y los gráficos de control por variables .....	169
Gráfico X-bar and R.....	170
Los gráficos X-bar y S y X-bar y $S^2$ .....	180
Gráficos de control de medidas individuales .....	180
Gráfico de control de Mediana y Rango .....	182
Statgraphics y los gráficos CUSUM .....	184
Statgraphics y los gráficos MA y EWMA .....	190
Gráficos de control MA, EWMA y CUSUM para individuos .....	194
Statgraphics Centurion y los gráficos de control por atributos .....	194
Gráfico p .....	194
Gráficos np, c y u .....	197
Statgraphics Centurion y el control de aceptación.....	197
Control de aceptación por atributos.....	198
Control de aceptación por variables.....	201
SAS y los gráficos de control por variables y atributos elementales .....	204
SAS/QC y los gráficos de control por variables CUSUM, MA y EWMA .....	212
El procedimiento CUSUM de SAS/QC .....	214
El procedimiento MACONTROL de SAS/QC .....	217
Control de aceptación a través de SAS.....	219
<b>Capítulo 6. Calidad y diseño de experimentos. Diseños unifactoriales .....</b>	<b>231</b>
Diseño de experimentos .....	231
Diseños de experimentos aleatorizados. Inferencias sobre la diferencia de medias .....	234
Contrastes de hipótesis.....	234
Contrastes paramétricos para poblaciones normales .....	236
Contrastes no paramétricos para la bondad de ajuste a una distribución ...	237
Intervalos de confianza .....	240
Intervalos de confianza para parámetros de distribuciones normales.....	240
Intervalos de confianza para comparar poblaciones normales .....	241
Comparación de poblaciones normales con datos apareados .....	242

Statgraphics Centurion y los contrastes de hipótesis e intervalos de confianza .....	243
Procedimiento Análisis Unidimensional .....	243
Procedimiento Contraste de Hipótesis .....	248
Intervalos de confianza y tests de hipótesis en comparación de poblaciones. Muestras independientes .....	251
Comparación de muestras pareadas .....	255
Contrastes de hipótesis para dos poblaciones .....	258
SAS y los contrastes de hipótesis e intervalos de confianza.....	261
Diseños unifactoriales .....	266
Diseño unifactorial de efectos fijos .....	267
Diseño unifactorial de efectos aleatorios .....	268
Diseños unifactoriales de efectos fijos con Statgraphics. Estimación y Diagnosis .....	270
Diseños unifactoriales de efectos aleatorios con Statgraphics .....	285
Diseños unifactoriales de efectos fijos con SAS. Procedimiento ANOVA .....	288
Diseños unifactoriales de efectos aleatorios con SAS. Procedimiento VARCOMP ....	292
<b>Capítulo 7. Calidad y diseño de experimentos. Diseños multifactoriales .....</b>	<b>295</b>
Diseños multifactoriales.....	295
Diseño bifactorial. Efectos fijos, aleatorios y mixtos .....	295
Diseño en bloques aleatorizados .....	299
Diseño en medidas repetidas.....	300
Diseño con tres factores .....	300
Diseño en cuadrado latino .....	301
Diseño en cuadrado greco-latino .....	302
Diseño en parcelas divididas (split-splot) .....	302
Diseños jerárquicos o anidados.....	303
Diseños multifactoriales de efectos fijos, aleatorios y mixtos con Statgraphics ...	304
Componentes de la varianza con diseños de efectos aleatorios y mixtos en Statgraphics.....	315
Diseño en bloques aleatorizados con Statgraphics Centurion .....	318
Diseño en cuadrado latino con Statgraphics.....	321
Diseño split-splot con Statgraphics Centurion .....	324
Diseños multifactoriales de efectos fijos, aleatorios y mixtos con SAS.....	327
Componentes de la varianza en diseños de efectos aleatorios y mixtos con SAS.....	334

SAS y los diseños jerárquicos (anidados).....	336
El procedimiento GLM de SAS y los diseños en bloques aleatorizados.....	337

**Capítulo 8. Calidad y diseños factoriales fraccionarios. Superficies de respuesta ..... 341**

Diseños factoriales completos .....	341
Diseños factoriales $2^k$ $3^k$ y $p^k$ .....	342
Diseños factoriales en bloques (confusión).....	342
Diseños factoriales fraccionarios.....	343
Fracción un medio del diseño $2^k$ .....	344
Fracción un cuarto del diseño $2^k$ .....	344
Fracción un tercio del diseño $3^k$ .....	345
Diseños de superficies de respuesta .....	346
Modelos lineales mixtos.....	346
Diseños factoriales completos y fraccionales en Statgraphics.	
Superficies de respuesta.....	348
SAS y los modelos mixtos .....	365
SAS/QC y el diseño de experimentos .....	368

**Capítulo 9. Metodología Seis Sigma para el control de calidad ..... 373**

Seis Sigma y el control de calidad.....	373
Introducción a la metodología Seis Sigma.....	373
Fases y herramientas en la metodología Seis Sigma .....	374
Trabajando en la metodología Seis Sigma con Statgraphics Centurion.....	375
Trabajando en la metodología Seis Sigma con SAS mediante menús.....	376
Trabajando en la metodología Seis Sigma con SAS mediante programación.....	379
Fase Definir en la metodología Seis Sigma .....	381
Fase Medir en la metodología Seis Sigma .....	382
Fase Analizar en la metodología Seis Sigma .....	383
Fase Mejorar en la metodología Seis Sigma .....	384
Fase Controlar en la metodología Seis Sigma.....	385

**Índice analítico ..... 387**