



Institución  
Universitaria

Fundamentos de control  
estadístico de procesos  
para gestores y  
administradores  
tecnológicos



Julián Alberto Uribe Gómez

**Fundamentos de control estadístico de procesos  
para gestores y administradores tecnológicos**

# Fundamentos de control estadístico de procesos para gestores y administradores tecnológicos

Julián Alberto Uribe Gómez



Institución  
**Universitaria**

*Fundamentos de control estadístico de procesos  
para gestores y administradores tecnológicos*  
©Instituto Tecnológico Metropolitano-ITM

#### **Ediciones**

Pdf, mayo 2021: ISBN 978-958-5122-34-5  
Html, mayo 2021: ISBN 978-958-5122-35-2  
<https://doi.org/10.22430/9789585122352>  
Hechos todos los depósitos legales

#### **Autor**

Julián Alberto Uribe Gómez  
ORCID: 0000-0001-8581-0376

#### **Comité editorial**

Jorge Iván Brand Ortiz, PhD.  
Gloria Mercedes Díaz Cabrera, PhD.  
Juliana Cardona Quirós, Esp.  
Jorge Iván Ríos Rivera, MSc.  
Viviana Díaz, Esp.

Directora editorial. Juliana Cardona Quirós  
Asistente editorial. Viviana Díaz  
Editor de mesa. Gustavo Otálvaro Ocampo  
Correctora de textos. María Fernanda Aristizábal  
Diseño. Mauricio Raigosa Álvarez  
Diagramación. Julián Alberto Uribe Gómez

#### **Editado en Medellín, Colombia**

Fondo Editorial ITM  
Instituto Tecnológico Metropolitano  
Calle 73 No. 76A 354  
Tel.: (574) 440 5100 Ext. 5197-5382  
[catalogo.itm.edu.co](http://catalogo.itm.edu.co) - [www.itm.edu.co](http://www.itm.edu.co)

Las opiniones expresadas en el presente texto no representan la posición oficial del ITM, por lo tanto, son responsabilidad del autor quien es igualmente responsable de las citaciones realizadas y de la originalidad de su obra. En consecuencia, el ITM no será responsable ante terceros por el contenido técnico o ideológico expresado en el texto, ni asume responsabilidad alguna por las infracciones a las normas de propiedad intelectual.

# Índice general

Introducción . . . . .	VII
<b>1 Control estadístico de calidad</b>	<b>14</b>
1.1 Definición de calidad . . . . .	16
1.1.1 ¿Qué es calidad? . . . . .	16
1.1.2 Historia del control de calidad . . . . .	17
1.1.3 Dimensiones de la calidad . . . . .	18
1.1.4 Naturaleza del control en la calidad y los procesos . . . . .	20
1.1.5 Control de procesos . . . . .	22
1.1.6 Control estadístico de procesos . . . . .	23
1.1.7 Causas de la variabilidad en un proceso . . . . .	26
1.2 Preguntas de repaso . . . . .	28
1.3 Conclusiones . . . . .	30
1.4 Glosario . . . . .	30
1.5 Referencias . . . . .	30
<b>2 Estadística descriptiva</b>	<b>33</b>
2.1 Estadística básica y descriptiva . . . . .	35
2.2 Medidas de tendencia central . . . . .	35
2.2.1 Promedio o media aritmética . . . . .	36
2.3 Medidas de dispersión . . . . .	36
2.3.1 Rango . . . . .	37
2.3.2 Varianza . . . . .	37
2.3.3 Desviación estándar . . . . .	38
2.3.4 Coeficiente de variación . . . . .	38
2.4 La curva normal . . . . .	39
2.4.1 Teorema del límite central . . . . .	41
2.5 Diagramas de dispersión y regresión . . . . .	41
2.6 Estimación de los parámetros del modelo de regresión lineal simple . . . . .	44
2.7 Interpretación del diagrama de dispersión . . . . .	44
2.8 Preguntas de repaso . . . . .	47
2.9 Ejercicios resueltos . . . . .	47
2.10 Ejercicios propuestos . . . . .	51
2.11 Conclusiones . . . . .	56

2.12	Glosario . . . . .	56
2.13	Referencias . . . . .	57
<b>3</b>	<b>Cartas de control de variables</b>	<b>58</b>
3.1	¿Qué es una carta de control? . . . . .	60
3.2	Interpretación de las cartas de control . . . . .	62
3.3	Cartas para variables . . . . .	67
3.4	Carta $\bar{X}$ . . . . .	68
3.4.1	Rango relativo de la muestra . . . . .	68
3.4.2	Carta de control para la media $\bar{X}$ si se conocen los parámetros . . . . .	69
3.4.3	Carta de control para la media $\bar{X}$ si se desconocen los parámetros . . . . .	69
3.5	Carta R . . . . .	71
3.5.1	Carta de control para el rango . . . . .	71
3.6	Carta S . . . . .	72
3.6.1	Carta de control para la variabilidad . . . . .	72
3.7	Carta $\bar{X}$ - S . . . . .	75
3.8	Carta de lecturas individuales . . . . .	76
3.9	Preguntas de repaso . . . . .	76
3.10	Ejercicios resueltos . . . . .	77
3.11	Ejercicios propuestos . . . . .	84
3.12	Conclusiones . . . . .	88
3.13	Glosario . . . . .	88
3.14	Referencias . . . . .	89
<b>4</b>	<b>Capacidad de proceso</b>	<b>91</b>
4.1	Capacidad de proceso . . . . .	93
4.2	Preguntas de repaso . . . . .	96
4.3	Ejercicios resueltos . . . . .	96
4.4	Ejercicios propuestos . . . . .	98
4.5	Conclusiones . . . . .	99
4.6	Glosario . . . . .	100
4.7	Referencias . . . . .	100
<b>5</b>	<b>Cartas de control de atributos</b>	<b>101</b>
5.1	Cartas para atributos . . . . .	103
5.2	Carta P . . . . .	103
5.2.1	Carta de control para fracción defectuosa . . . . .	104
5.2.2	Carta de control para fracción defectuosa con muestras de tamaño variable . . . . .	105
5.3	Carta NP . . . . .	106
5.4	Carta C . . . . .	107
5.5	Carta U . . . . .	108
5.6	Preguntas de repaso . . . . .	108
5.7	Ejercicios resueltos . . . . .	109
5.8	Ejercicios propuestos . . . . .	120

5.9	Conclusiones . . . . .	132
5.10	Glosario . . . . .	132
5.11	Referencias . . . . .	133
<b>6</b>	<b>Garantía de calidad y control de aceptación</b>	<b>134</b>
6.1	Principios básicos del muestreo . . . . .	137
6.1.1	Distribución hipergeométrica . . . . .	138
6.1.2	Distribución binomial . . . . .	139
6.1.3	Distribución de Poisson . . . . .	139
6.2	Preguntas de repaso . . . . .	140
6.3	Ejercicios resueltos . . . . .	140
6.4	Ejercicios propuestos . . . . .	142
6.5	Conclusiones . . . . .	142
6.6	Glosario . . . . .	143
6.7	Referencias . . . . .	143
<b>7</b>	<b>Apéndices y anexos</b>	<b>144</b>

# Introducción

La globalización de la economía, los nuevos desarrollos científico-tecnológicos, los tratados comerciales de la nación y la necesidad de ser cada vez más competitivos en el mercado hacen que toda empresa deba fomentar al máximo políticas de calidad en sus productos y servicios para satisfacer al cliente.

Esto deriva en necesidades operacionales para la organización actual, conduciéndola hacia la búsqueda de soluciones para disminuir las brechas existentes en los errores derivados de sus procesos, todo esto, mediante la implementación de herramientas y metodologías de calidad, las cuales son necesarias para reducir el número de artículos defectuosos y, por lo tanto, reducir los costos de producción, mejorando la calidad. Esto se puede lograr minimizando la variabilidad del proceso, lo que permite un mayor aumento en la competitividad, sostenibilidad y crecimiento de la organización en el tiempo (Sousa *et al.*, 2017), así como, acercar a los procesos de la organización a estados controlados, óptimos y estables. Todo esto debe estar vinculado con estrategias y políticas de mejoramiento de los procesos y su calidad, y debe ir más allá de la simple detección de problemas esporádicos, permitiendo tomar acciones concretas y controladas sobre problemáticas crónicas ocultas.

Las funciones de la calidad dentro de una empresa es asegurar el cumplimiento de las especificaciones del producto e implementar mejoras en los procesos, para producir con mayor eficiencia. Sin embargo, el uso de estas metodologías no está generalizado, especialmente entre las pymes. Esta brecha entre los beneficios esperados y la práctica puede reducirse si se difunden más pruebas y ventajas del uso de herramientas de calidad (Sousa *et al.*, 2017).

Es por esto que se hacen indispensables herramientas cuantitativas a través del estudio de métodos estadísticos como el control de procesos, así, el profesional de calidad podrá relacionar los conceptos de características de procesos con las necesidades propias de los clientes, interpretar las múltiples dimensiones de la calidad, inferir a partir de los gráficos de control el comportamiento de los procesos y aplicar las técnicas para el muestreo de aceptación de lotes.

Lo anterior, demanda conocimiento del profesional en gestión y administración tecnológica respecto a los métodos de monitoreo de procesos, que se pueden utilizar para mejorar la calidad del producto y la seguridad del proceso. Si se puede anticipar una falla del proceso en una etapa temprana y corregirla a tiempo, la pérdida de producto se puede reducir en gran medida (Ge y Song, 2013).

Al finalizar, el lector estará en capacidad de medir el desempeño de los procesos o servicios, a través de la aplicación de las técnicas, herramientas y métodos de solución de problemas mediante el control estadístico, desarrollando análisis estadísticos



exploratorios, cartas de control para la medición de factores y análisis de capacidad de cualquier proceso, con un criterio innovador y responsable.

Las competencias que busca este material de apoyo son las siguientes:

- Identificar las condiciones en los procesos que pueden generar cambios en las especificaciones de los productos.
- Analizar variaciones de procesos productivos desde el análisis estadístico.
- Elaborar gráficos de control que permitan visualizar dinámicamente los cambios de especificaciones, identificando las causas atribuibles.
- Cuantificar la capacidad de los procesos generando un mejoramiento continuo de los sistemas.
- Construir e interpretar índices e indicadores de control estadístico de procesos.
- Deducir y relacionar los conceptos de características y requisitos en el concepto de calidad y de la cuatro dimensiones de la calidad.
- Determinar las causas de la no conformidad de los productos o servicios, a través de las herramientas básicas del control.
- Idear, diseñar y documentar soluciones a las causas de no conformidad.
- Aplicar el concepto de capacidad de proceso para formular soluciones que permitan alcanzar procesos precisos y exactos.
- Habilidad para proponer planes de muestreo que faciliten una disminución de riesgos para clientes y proveedores.

La aplicación del control estadístico a los procesos y a la calidad es una disciplina que permitirá la evolución en la gestión de las organizaciones, siendo esta un avance hacia empresas de categoría de clase mundial.

## Referencias

- Sousa, S.; Rodrigues, N.; Nunes, E. (2017). Application of SPC and Quality Tools for Process Improvement *Procedia Manufacturing*, 11, 1215-1222.  
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.247>
- Ge, Z.; Song, Z. (2013). *Multivariate statistical process control*. Springer-Verlag.

## **Julián Alberto Uribe Gómez**

julian.uribego@gmail.com

Ingeniero Industrial, especialista, magíster en Gestión Tecnológica, docente ocasional e investigador de tiempo completo en la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas del Instituto Tecnológico Metropolitano, ITM, de Medellín. Ha sido docente de pregrado y posgrado. Cuenta con más de 10 años de experiencia en industrias de procesos y servicios, gestionado proyectos de planeación, control, análisis de sistemas, estrategia e innovación en áreas relacionadas con simulación y optimización de sistemas, investigación en gestión hospitalaria y atención médica, desarrollo de sistemas, diseño experimental, análisis estadístico, analítica y ciencia de datos. Sus intereses de investigación abarcan la gestión tecnológica e innovación, simulación de sistemas, optimización, estadística, ciencia y analítica de datos, inteligencia artificial y transformación digital.



***Textos Académicos***

Fuentes tipográficas: *Serif Garamond* para texto corrido, en 12 puntos,  
para títulos en *Serif bold Garamond* 15 puntos y subtítulos en *Serif bold Garamond* 12 puntos.

El control estadístico de procesos es un conjunto de herramientas para gestionar y controlar datos cuantitativos de los procesos empresariales y administrativos. Este libro presenta las herramientas de control estadístico para ayudar a los gestores y administradores de tecnología a ser más competitivos en cuanto a la calidad y oportunidad de sus productos o servicios. La obra se desarrolla en cinco partes: «Conceptos de control estadístico», «Fundamentos básicos de estadística», «Cartas de control para variables y atributos», «Capacidad de proceso» y «Garantía de calidad». Mediante ejercicios teóricos y prácticos, con la ayuda de Microsoft Excel, se busca que el profesional en administración tecnológica, gestión administrativa y carreras afines genere capacidades cuantitativas para la toma de decisiones encaminadas al mejoramiento de la calidad de los procesos de producción.

Statistical process control is a set of tools for managing and controlling quantitative data of business and administrative processes. This book introduces statistical control tools to help technology managers to be more competitive in quality and relevance of their products or services. The work is divided into five parts: "Statistical Control Concepts", "Basic Fundamentals of Statistics", "Control Charts for Variables and Attributes", "Process Capability" and "Quality Assurance". Through theory and practical exercises, using Microsoft Excel, professionals in technology management and related careers are expected to generate quantitative capabilities for decision making aimed at improving the quality of production processes.