



XLVIII Coloquio Argentino de Estadística

VI JORNADA DE EDUCACIÓN ESTADÍSTICA "MARTHA DE ALIAGA"

27 al 30 oct 2020

Poster:

Análisis estadístico de un proceso multivariado no estable

Mara Catalano, Justina Dillon, Juan Pablo Re



Esta obra está bajo una
Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial 4.0
Internacional



FACULTAD
DE CIENCIAS
ECONÓMICAS



Universidad
Nacional
de Córdoba





ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE UN PROCESO MULTIVARIADO NO ESTABLE.

Catalano Mara, Dillon Justina, Re Juan Pablo

Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario.

catalano@fceia.unr.edu.ar



INTRODUCCIÓN

En la industria 4.0, la calidad de los productos es un factor que en gran medida define qué empresas compiten en el mercado. En este sentido el control estadístico de la calidad juega un rol fundamental ya que provee de estrategias para el análisis de datos atendiendo sus características.

Con el avance de la tecnología y el desarrollo de instrumentos de medición más sofisticados, en la actualidad las empresas pueden disponer de datos sobre muchas variables. En estos contextos donde hay múltiples variables relacionadas entre sí, las herramientas estadísticas univariadas resultan insuficientes por lo que hay que recurrir a técnicas que contemplen la naturaleza multivariada de las variables para un análisis conjunto de las mismas. Cuando se desea estudiar, controlar y mejorar un proceso se utilizan gráficos de control que permiten identificar (con un cierto riesgo) si el proceso es estable o no en el tiempo. La dificultad que se deriva de utilizar gráficos de control multivariados es definir cuál o cuáles variables están ocasionando que un punto se encuentre fuera de los límites de control ya que a simple vista no se puede determinar.

OBJETIVO

Detectar las variables responsables de que una producción de tubos de fibra de carbono se encuentre fuera de control utilizando una alternativa que estudia la contribución de las variables a los puntos fuera de control basándose en el análisis de componentes principales (Kourti 1996).

DATOS

Los datos analizados provienen de 55 muestras de tamaño 8 de una producción de tubos de fibra de carbono (extraídos del paquete MSQC de R). Se miden el diámetro interno, el espesor y la longitud (X_1 , X_2 , X_3).

ANÁLISIS

Control de calidad de las variables

Se realizan gráficos de control multivariados para incluir la correlación entre las variables. En la Figura 1 se muestran el gráfico de control de T^2 y el de la variancia generalizada de X_1 , X_2 y X_3 para monitorear la media y la variabilidad del proceso. Si bien el gráfico de la variancia generalizada no muestra puntos fuera de control, en el gráfico de T^2 se observan 19 puntos por encima del LCS.

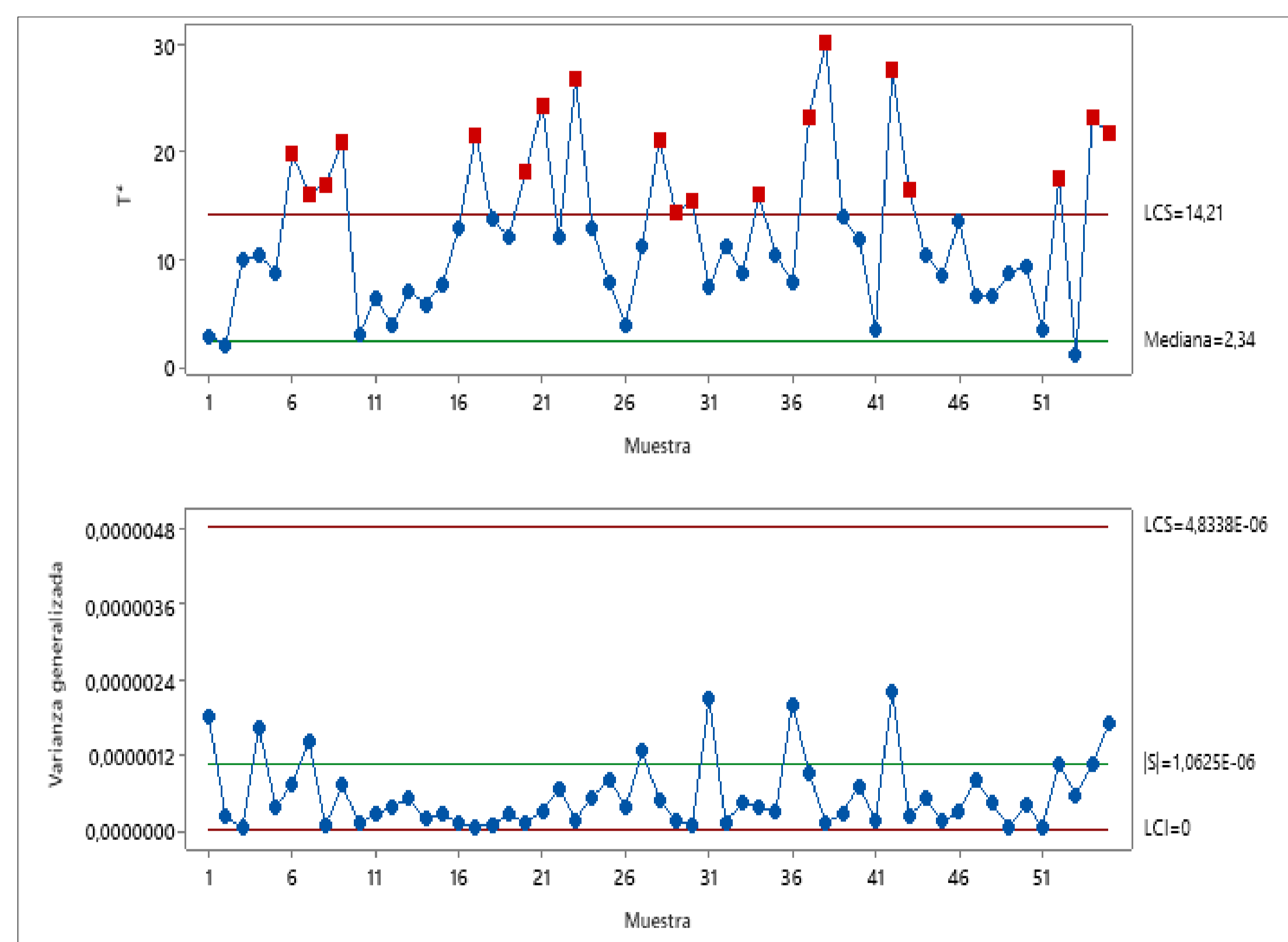


Figura 1: Gráficos de control T^2 y variancia generalizada de X_1 , X_2 y X_3 . Fase 2.

Análisis de los puntos fuera de control.

Para cada observación fuera de control en los gráficos se calcula la contribución de las variables consideradas utilizando el análisis de componentes principales de la forma: $cont_{i,j} = (x_{ij} - \mu_j) \sum_{r=1}^p \frac{t_{i,r}}{s_r^2} cp_{r,j}$,

donde $x_{i,j}$ es la media de la variable j para la muestra i . $i=1, \dots, 19$ con $j = 1, 2, 3$, μ_j es la media de $x_{i,j}$,

s_r es el desvío estándar del autovector correspondiente a cp_r (componente principal r) que es igual a la raíz cuadrada del autovalor de cp_r y $t_{i,r} = \sum_{j=1}^p (x_{ij} - \mu_j) \cdot cp_{r,j}$ es el score de la transformación

En la siguiente tabla están las contribuciones mencionadas. Este análisis indica que el diámetro interno (X_1) es el que más contribuye a la muestra 7; el espesor (X_2) es el que más contribuye a las muestras 8, 9, 17, 20, 23, 30, 43, 52 y 54; la longitud (X_3) es la que más contribuye a las muestras 6, 21, 28, 29, 34, 37, 38, 42 y 55.

unidad	muestra	X_1	X_2	X_3	unidad	muestra	X_1	X_2	X_3
1	6	0,28	1,73	4,53	11	30	-0,03	0,44	-0,01
2	7	0,29	0,13	-0,02	12	34	0,11	0,06	1,65
3	8	-0,03	0,14	0,10	13	37	-0,03	-0,12	2,20
4	9	0,00	0,14	-0,01	14	38	-0,02	0,48	4,30
5	17	0,00	0,22	0,12	15	42	0,59	0,26	0,84
6	20	-0,17	4,77	2,51	16	43	0,10	1,07	-0,01
7	21	0,04	0,05	1,85	17	52	0,06	2,07	0,04
8	23	-0,25	3,91	1,54	18	54	0,07	1,18	-0,01
9	28	-0,13	0,01	1,87	19	55	-1,30	2,08	12,49
10	29	0,13	0,56	1,11					

CONCLUSIONES

El control y monitoreo de variables críticas correlacionadas en forma conjunta es útil para analizar si el proceso se encuentra bajo control. El gráfico T^2 mostró que el proceso de fabricación de tubos de fibra de carbón se encuentra fuera de control. Cuando esto ocurre es importante estudiar las causas de este comportamiento para así poder actuar sobre las variables que están ocasionando problemas. El análisis de contribución de variables basado en el análisis de componentes principales propuesto por Kourti (1996) permitió detectar para las distintas muestras de tubos que están fuera de control la variable responsable. El espesor y la longitud de los tubos no estarían centradas en sus valores objetivos. Habrá que implementar medidas en el proceso para su corrección.

BIBLIOGRAFÍA

Kourti, T.; MacGregor, J. (1996). "Multivariate SPC Methods for Process and Product Monitoring". *Journal of Quality Technology*, 28, 409-428.

Montgomery, D. (2009). *Introduction to Statistical Quality Control*. 7th Edition. John Wiley & Sons, Inc. United States of America.

Murthy, K.; Kesava Rao, V. (2019). "Diagnosis and Control of Hot Metal Quality of Blast Furnace in an Integrated Steel Plant". *International Journal of New Innovations in Engineering and Technology*, 12, 54-67.

Ryan, T. (2011). *Statistical for Quality Improvement*. 3rd Edition. John Wiley & Sons, Inc. United States of America.