

**CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD PARA VARIABLES FINANCIERAS DE
LOS PROYECTOS PRODUCTIVOS DEL ESTABLECIMIENTO PENITENCIARIO Y
CARCELARIO DE ALTA SEGURIDAD DE VALLEDUPAR**



LOS LIBERTADORES

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

JAMES FLECHAS CASTILLO

Fundación Universitaria Los Libertadores

Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas

Especialización en Estadística Aplicada

Bogotá D.C, Colombia

2019

**CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD PARA VARIABLES FINANCIERAS DE LOS
PROYECTOS PRODUCTIVOS DEL ESTABLECIMIENTO PENITENCIARIO Y
CARCELARIO DE ALTA SEGURIDAD DE VALLEDUPAR**

Presentado por

JAMES FLECHAS CASTILLO

En cumplimiento parcial de los requerimientos para optar al título de

Especialista en Estadística Aplicada

Dirigido por

Prof. **JESSICA XIMENA MORENO**

Fundación Universitaria Los Libertadores

Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas

Especialización en Estadística Aplicada

Bogotá D.C, Colombia

2019

Notas de aceptación



LOS LIBERTADORES

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá D.C, septiembre de 2019

Contenido

Introducción	10
Planteamiento del problema	12
Objetivos	13
Objetivo general	13
Objetivos específicos	13
Justificación	14
Marco teórico.....	16
Referentes de campo	16
Referentes conceptuales	17
Proyectos productivos INPEC.....	17
Control estadístico de calidad.....	18
Tipos de variabilidad: causas comunes y especiales de variación (no aleatorios).	20
Carta de individuales.	21
Interpretación de las cartas de control y causas de inestabilidad.	22
Control estadístico multivariado.	24
Grafico MCUSUM	25
Cartas de control en R	26
Índice de inestabilidad (St)	27
Indicadores de calidad.	28
Referentes normativos.....	29
Metodología	30
Análisis de datos.....	37
Análisis exploratorio de datos	37
Análisis de control estadístico de calidad	40
Conclusiones.....	80
Recomendaciones y sugerencias	83
Referencias.....	85

Lista de tablas

Tabla 1. Variables financieras presentes en los tres proyectos productivos	32
Tabla 2. Etiquetas que contienen las cartas de control.	35
Tabla 3. Utilidad bruta en expendio bajo control	42
Tabla 4. Utilidad neta en expendio bajo control	45
Tabla 5. Bonificación en expendio bajo control	47
Tabla 6. Indicador de calidad en expendio bajo control	50
Tabla 7. Utilidad bruta en panadería bajo control.....	55
Tabla 8. Utilidad neta bajo control	58
Tabla 9. Bonificación bajo control.....	60
Tabla 10. Indicador de calidad bajo control.....	62
Tabla 11. Utilidad bruta bajo control.....	67
Tabla 12. Utilidad neta en comidas rápidas bajo control.....	70
Tabla 13. Bonificación en comidas rápidas bajo control.....	72
Tabla 14. Indicador de calidad en comidas rápidas bajo control.....	75
Tabla 15. Resumen índice de inestabilidad.....	78

Lista de gráficos

Gráfico 1. Utilidad bruta en expendio.....	40
Gráfico 2. Utilidad neta en expendio	44
Gráfico 3. Bonificación en expendio	46
Gráfico 4. Indicador de calidad en expendio	48
Gráfico 5. MCUSUM de expendio	51
Gráfico 6. Utilidad bruta en panadería.....	53
Gráfico 7. Utilidad neta en panadería	56
Gráfico 8. Bonificación en panadería	59
Gráfico 9. Indicador de calidad en panadería	61
Gráfico 10. MCUSUM en panadería	63
Gráfico 11. Utilidad bruta en comidas rápidas	65
Gráfico 12. Utilidad neta en comidas rápidas.....	68
Gráfico 13. Bonificación en comidas rápidas	71
Gráfico 14. Indicador de calidad en comidas rápidas bajo control.....	73
Gráfico 15. MCUSUM en comidas rápidas.....	76

Resumen

Esta investigación está enfocada en la evaluación del desempeño de los Proyectos Productivos de la Penitenciaría de Valledupar como una alternativa de diagnóstico que describe los cambios y variaciones más significativas, como base para la prevención y fortalecimiento de este tipo de programas, en los cuales se enfoca el INPEC para la resocialización de las personas privadas de la libertad. Para este diagnóstico se evalúan las características financieras por medio de un análisis de control estadístico de calidad con el uso de gráficos de cartas de control univariada y multivariada, que permiten comparar el desempeño de las variables y los proyectos.

Las cartas de control de cuatro variables financieras muestran una rentabilidad positiva en los procesos de tres Proyectos Productivos y describen las variaciones especiales, tendencias, ciclos y patrones, provocados por algunos factores propios que se exploraron. El desempeño de las variables en conjunto se resume con un índice inestabilidad cercano al 50% para cada uno de los proyectos. Se implementa de un indicador de calidad que muestra un margen de rentabilidad desde un 10% hasta 100% en promedio para los diferentes proyectos, el cual puede usarse como alternativa para evidenciar el grado de autosostenibilidad.

Introducción

El instituto nacional penitenciario y carcelario (INPEC, 2019), es una entidad pública que cumple las labores operativas del sistema penitenciario y carcelario de Colombia con funciones de vigilar, custodiar, atender y dar tratamiento a la población privada de la libertad. Para realizar un tratamiento penitenciario apropiado se han implementado programas enfocados a la resocialización de esta población, desde perspectivas psicosociales, educativas, laborales, entre otras; que buscan formar una persona integral para la sociedad. Para esta prioridad misional del INPEC el Establecimiento Penitenciario de Alta y Carcelario de alta y Mediana Seguridad de Valledupar (Penitenciaria de Valledupar) desde la dependencia de tratamiento desarrolla algunas actividades enfocadas a la resocialización, como lo son los programas de Proyectos de Producción (Ley 65, 1993).

Las actividades de Proyectos Productivos al interior de los establecimientos del INPEC permiten el desarrollo de planes de ocupación de las personas privadas de la libertad (ppm) y aporta beneficios que buscan mejorar las condiciones de vida al interior de los establecimientos (Acuerdo 010, 2004).

Como aporte al control y mejoramiento de los niveles de calidad en el servicio de los Proyectos Productivos es importante hacer un diagnóstico de los procesos en estos proyectos. Una alternativa para este fin, es la aplicación de técnicas de control estadístico por medio de la construcción de gráficos de control de calidad para las variables que resumen los procesos financieros desde el año 2015 de los Proyectos Productivos de expendio, panadería y comidas rápidas.

Planteamiento del problema

En una entidad pública como el INPEC se realizan controles de calidad por medio de la oficina de control interno para los procesos relacionados con factores económicos o financieros en periodos parciales establecidos, sin tener en cuenta la trascendencia histórica de los datos. Dichas auditorias no analizan los cambios especiales a través del tiempo en los procesos y se hace difícil encontrar las características especiales que motivaron estos cambios, así como su recurrencia.

Para los Proyectos Productivos de la penitenciaría no se ha realizado evaluaciones específicas de las características de calidad financiera que permitan saber en qué medida dicha calidad es satisfactoria.

Este estudio busca evaluar el desempeño de estas variables como procesos en los Proyectos Productivos de la Penitenciaría de Valledupar, con la descripción de algunas variaciones especiales de las variables y de los proyectos en general, que se han venido presentando y no se contemplan en los reportes de periodos cortos. Para la evaluación del desempeño se aplica un análisis estadístico de control de calidad, que describe los cambios significativos en las variables a través del tiempo. Esta herramienta estadística se usa para evaluar el estado de los Proyectos Productivos en cuanto a la calidad del proceso; y así, resolver la pregunta que surge como problema de investigación:

¿Cuál ha sido el desempeño de la calidad de los procesos en los Proyectos Productivos desarrollados en la Penitenciaría de Valledupar durante los últimos cuatro años?

Esta pregunta se establece como hipótesis para juzgar si los procesos financieros de los Proyectos Productivos de la Penitenciaría de Valledupar están bajo control.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar el desempeño de las variables que intervienen en los procesos que se han llevado a cabo en cada uno de los Proyectos Productivos de la Penitenciaría de Valledupar por medio de control estadístico de calidad.

Objetivos específicos

1. Describir las variables que resumen los procesos en cada uno de los Proyectos Productivos en la Penitenciaría de Valledupar.
2. Analizar el desempeño de las variables presentes en los procesos de los Proyectos Productivos de la Penitenciaría de los últimos cuatro años por medio de Cartas de Control Estadístico.
3. Comparar el desempeño de calidad de los Proyectos Productivos de la Penitenciaría de Valledupar.

Justificación

En una organización es fundamental desarrollar un programa de control para aumentar la calidad de un artículo o servicio que se produce y aumentar las utilidades (Walpole, 2012, pág. 681). Para esta finalidad, como lo expresa Gutiérrez (2009) un aspecto fundamental es decidir qué y cómo medir el desempeño de los procesos en una organización, ya que la elección de lo que un negocio o un área mide y analiza comunica valor, encauza el pensamiento de los empleados y fija las prioridades. La medición del desempeño es un medio sistemático para convertir las ideas en acción y en el desarrollo de estrategias de mejora.

En el caso del INPEC es importante desarrollar planes de control de calidad que fortalezcan los programas orientados a la resocialización de las ppl para cumplir con la misión y objetivos principales del instituto. La implementación de un análisis de control de calidad estadístico enfocado a los Proyectos Productivos de la Penitenciaría de Valledupar permite el diagnóstico de los procesos en estos proyectos en los últimos años, pudiéndose utilizar como base para su aplicación a futuro o una posible replicación en otros establecimientos.

Un estudio de Control de Calidad por medio de gráficos o cartas de control permite describir diferentes cambios de variación que pueden explicar el desempeño de los Proyectos Productivos, con lo cual conocer mejor el proceso (saber lo que los afecta), tomar medidas correctivas y preventivas apropiadas. A nivel específico, se pueden describir características de tendencias y variaciones particulares, observar patrones en periodos de tiempo e identificar los desempeños de calidad.

Los resultados encontrados son base para la planeación de estrategias, para mejorar la productividad y eficiencia en estos proyectos, ser base para implementar controles de administración, gestión, información y demás actividades de atención social y tratamiento penitenciario.

Se puede complementar la evaluación del desempeño de los Proyectos Productivos por medio de control estadístico de calidad para indicadores de calidad. Este análisis se puede facilitar las revisiones periódicas de los proyectos, obtener información para realizar ajustes, garantizar la sostenibilidad de los proyectos; además mostrar la importancia del uso de indicadores de calidad, con aplicaciones en cualquier tipo de procesos.

Por otra parte, esta investigación puede adecuarse como estrategia de autoevaluación de los procesos que realiza el INPEC, ser base para desarrollar planes de mejoramiento en los procesos, soporte para desarrollar actividades de diagnóstico previas para el cumplimiento de procedimientos de auditoria y adecuarse al cumplimiento de con estándares de calidad.

Los hallazgos en el diagnostico ayudan a observar los posibles factores que influyen en los costos, gastos, tiempos, etc. Por lo tanto, el desarrollo de esta investigación puede mostrar el comportamiento y características de variables contables para fortalecer los métodos de planeación en temas de presupuestos.

Marco teórico

Referentes de campo

Una de las aplicaciones del Control Estadístico de Calidad se encuentra en el área financiera, es expuesto su uso en la investigación de Correa, Pérez y Gutiérrez (2018) para un proceso de servicio de crédito, este estudio permite identificar las causas de la variabilidad del proceso, monitorear y analizar las características de calidad que influyen en la satisfacción del cliente.

En cuanto a gráficos de control de calidad univariado para variables, Guevara (2003) muestra en un estudio de variables en un proceso industrial de elaboración de licores, que es un método útil para calificar procesos; ya que permiten conocer si las variables que intervienen están bajo control. Con el análisis de estos gráficos se pueden fijar límites de especificación, proponer nuevos parámetros de control y cambiar el plan de análisis de las variables.

En el estudio que realiza Jiménez (2017) utiliza un análisis de Control Estadístico para datos de ventas mensuales de empresas farmacéuticas por medio de carta de control de individuales y rangos móviles, con el fin de analizar el comportamiento de esta variable para cuatro unidades de negocio y con ello planificar la demanda de la compañía. Los resultados permitieron conocer una primera impresión de la situación de la organización y dar como resultado un indicador con el que se pueda medir la dirección del cumplimiento, es introducido los índices de capacidad para procesos.

Referentes conceptuales

Proyectos Productivos INPEC.

Según el acuerdo 010 de 2014, los Proyectos Productivos surgen de la necesidad de generar fuentes de ocupación laboral que permitan un adecuado tratamiento penitenciario a la población privada de la libertad, que deben generar recursos económicos para el financiamiento de actividades y servicios exclusivos para atender las necesidades de esta población en el establecimiento.

Son proyectos de carácter industrial, artesanal, de servicios y agropecuario, creados con el objeto de producir bienes y servicios al interior y exterior de los establecimientos de reclusión, para obtener rentabilidad económica y social. Entre algunos de los Proyectos Productivos que se llevan a cabo en la penitenciaría de Valledupar se encuentran:

1. Expendio: Venta de artículos de primera necesidad, de uso personal y materia prima, para el personal privado de libertad.
2. Panadería: Producción de pan y productos relacionados con panadería para autoabastecer el suministro alimentario del establecimiento.
3. Comidas rápidas: producción de alimentos relacionados como comidas rápidas comerciales, vendidas a la población privada de la libertad los fines de semana.

Estos tres Proyectos Productivos tienen como características homogéneas el reporte de información financiera mensual y por otra parte cumplen lo establecido en el artículo 38 del acuerdo 010 de 2014 respecto sus operaciones mensuales que son superiores a 20 salarios mínimos legales vigentes.

Control estadístico de calidad.

Según las normas ISO, calidad es el conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que le confieren su aptitud para satisfacer unas necesidades implícitas o explícitas y define al Control de Calidad como un conjunto de técnicas y actividades de carácter operativo, utilizadas para verificar los requerimientos relativos a la calidad del producto o servicio.

Para realizar las actividades de Control de Calidad, la estadística establece como principal herramienta el uso de gráficos para el control de calidad conocidos como cartas de control. Según Gutiérrez y De la vara Salazar (2013) se definen las cartas de control como medio especializado para observar y analizar el comportamiento de un proceso de variables (características de calidad) través del tiempo. Con esto es posible distinguir entre variaciones por causas comunes o especiales, lo que ayuda a caracterizar el proceso y decidir mejores acciones de control y mejora del proceso por medio de tres actividades:

1. Estabilizar los procesos por medio de la detección, identificación y eliminación de causas especiales de variación.
2. Mejorar el proceso al reducir la variación debida a causas comunes.
3. Monitorear el proceso para asegurar que las mejoras se conserven para detectar oportunidades adicionales de mejora.

En la investigación de Marín (2016) hace la distinción de dos tipos de gráficos de control de calidad dependiendo de la característica de calidad que se quiera controlar:

El primer tipo son gráficos de control para variables (para características medibles y compatibles de naturaleza continua), a nivel univariado están los gráficos de media y variabilidad a partir del recorrido de la muestra ($\bar{x} - R$), grafico de media y variabilidad a partir de la desviación estándar ($\bar{x} - S$) y otros graficos especiales como de medidas individuales, graficos

con memoria como para media móvil (MA), EWMA y CUSUM; por ultimo gráficos de control multivariados como chi-cuadrado, T^2 , MCUSUM, MEWMA.

El segundo tipo de gráficos de control está dirigido para atributos (para características de tipo cualitativo) grafico de fracción de disconformidades (p), número de artículos disconformes (np), numero de disconformidades en una unidad de inspección (c), numero de disconformidades por unidad inspeccionada (u).

En una carta de control se aprecia de donde a dónde y cómo varía un estadístico a través del tiempo, los valores que toma el estadístico se representa con puntos y estos se unen con rectas. La línea central representa el promedio del estadístico, los límites de control inferior y superior definen el inicio y el final del rango de variación del estadístico. Si todos los puntos están dentro de estos límites y no tiene algunos patrones no aleatorios de comportamiento, entonces será señal de que el proceso funciona de manera estable o está bajo control.

Los límites de una carta de control no son especificaciones, tolerancias o deseos de los procesos, ya que se calculan a partir de la variación de los datos que presenta la carta. Los límites se establecen para cubrir cierto porcentaje de la variación natural del proceso. Para calcular los límites de control se debe actuar de forma que, bajo condiciones de control estadístico, los datos que se grafican en la carta tengan una alta probabilidad de caer dentro de tales límites (Gutiérrez, 2013).

La forma usual de obtener los límites de control es a partir de la relación entre la media y la desviación estándar del estadístico que se representa en la carta, que para el caso que este estadístico (W) este distribuido bajo normalidad con media μ_w , desviación estándar σ_w y bajo condiciones de control estadístico los límites de control son $\mu_w - 3\sigma_w$ y $\mu_w + 3\sigma_w$, valores en

los que se encuentra el 99.73% de los posibles valores de W . Este tipo de cartas se les conoce como cartas de control tipo Shewhart.

Tipos de variabilidad: causas comunes y especiales de variación (no aleatorios).

Los procesos siempre presentan variación porque intervienen diferentes factores como materiales, maquinaria, mano de obra, medición, medio ambiente, etc., que bajo condiciones normales o comunes aportan variación en forma natural, estas son las variaciones comunes. También ocurren variaciones especiales que se generan por cambios, desajustes, desgastes, desvíos, fallas, descuidos, etc., estas situaciones no son permanentes en el proceso y por su esporádica ocurrencia se pueden identificar y eliminar si se tienen condiciones para ello.

Cuando un proceso trabaja solo con causas comunes de variación, se dice que está bajo control estadístico o estable, su comportamiento a través del tiempo es predecible en el futuro inmediato, en el sentido en que su tendencia central y la amplitud de su variación se mantienen sin cambios al menos en el corto plazo.

Por el contrario, un proceso está fuera de control estadístico o es inestable si en él están presentes causas especiales de variación; los cuales son impredecibles, pues en cualquier momento pueden aparecer de nuevo.

No distinguir entre estos dos tipos de variabilidad puede conducir a cometer dos tipos de errores. Error tipo 1: reaccionar ante un cambio o variación como una causa especial, cuando en realidad surge como una causa común de variación. Error tipo 2: tratar un cambio como si fuera una causa común, cuando en realidad es una causa especial.

Se puede evitar uno u otro, pero no ambos. No es posible reducir a cero ambos errores, lo mejor es tratar de cometer rara vez ambos, y con este propósito el doctor Walter Shewhart ideó las cartas de control.

Carta de individuales.

Con base en los referentes de campo, se evidencia que una de las cartas de control apropiadas para estudiar el comportamiento de variables financieras es la carta de control de individuales. Es un diagrama para variables de tipo continuo, empleado en procesos lentos, en los cuales para obtener una muestra de la producción se requerirán periodos relativamente largos, de aquí que lo más razonable sea hacer el control basándose directamente en las mediciones individuales.

Para calcular los límites de control de una carta de individuales se hace mediante la estimación de la media y la desviación estándar del estadístico W que se grafica en la carta, que en este caso es directamente la medición individual de la variable X (variable financiera). Se estiman los parámetros a partir de la expresión de los límites reales $\mu_x \pm 3 \delta_x$, donde μ_x y δ_x son la media y desviación estándar del proceso respectivamente

$$\mu_x = \bar{X} ; \delta_x = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{\bar{R}}{1.28}$$

En este caso $\bar{X}$ es la media de las mediciones, y $\bar{R}$ es la media de los rangos móviles de orden 2 (rango entre dos observaciones sucesivas en el proceso). Al dividir el rango promedio entre la constante d_2 se obtiene una estimación de la desviación estándar del proceso δ . Además, como en este caso el rango móvil es de orden 2, entonces el valor de n para determinar d_2 serán $n = 2$; por lo tanto, cuando $n = 2$, $d_2 = 1.128$. De lo anterior se concluye que los límites de control para una carta de individuales están dados por:

$$\bar{X} \pm 3\left(\frac{\bar{R}}{1.128}\right)$$

Para la interpretación de las gráficas y verificación de los datos se tiene en cuenta la interpretación para las cartas para variables continuas $\bar{X}$, pues la carta de individuales es un caso particular de la carta $\bar{X}$ cuando el tamaño de la muestra o subgrupo es de $n = 1$. Los cambios que presenta la carta no se identifican para el nivel del promedio del proceso, sino para las mediciones individuales.

Las cartas de rangos móviles se han empleado como complemento de las cartas de control individuales, con el fin de detectar cambios en la dispersión del proceso. Pero su uso estar en consideración al tener en cuenta (Gutiérrez, 2013):

“la carta de individuales es suficientemente robusta para detectar cambios tanto en la media como en la dispersión del proceso, cuando la medición individual se dispara esto afecta directamente los dos rangos móviles en los que participa. Por ello, hay una tendencia a utilizar sólo la carta de individuales”. (pag.196).

Interpretación de las cartas de control y causas de inestabilidad.

La señal que se ha detectado una causa especial de variación se manifiesta cuando un punto cae fuera de los límites de control, o cuando los puntos graficados en la carta siguen un comportamiento no aleatorio.

Es una causa especial de variación cuando hay un punto especial, un valor por fuera de los límites de control, o cuando aparecen en la carta comportamientos no aleatorios, como tendencias, ciclos, patrones, etc. Esto conlleva a tener un proceso fuera de control estadístico o conocido como un proceso inestable. Por el contrario, es un proceso estable o bajo control

estadístico cuando todos los puntos graficados en la carta de control están dentro de los límites de control y tienen un comportamiento o variación aleatoria.

Se consideran algunas variaciones especiales cuando se presentan características en el comportamiento de los puntos en la carta como los siguientes patrones:

- ✓ Desplazamientos o cambios en el nivel del proceso: ocurre cuando uno o más puntos salen de los límites de control o cuando hay una tendencia larga y clara a que puntos consecutivos caigan en un solo lado de la línea central.

Nota: para determinar si se trata del tipo de variación especial de tendencia, se tiene en cuenta el criterio que por defecto desarrolla el paquete estadístico R en grafica las cartas de control, que establece como una tenencia especial cuando haya más puntos después de seis puntos consecutivos en un solo lado de la línea central de los datos (promedio).

- ✓ Tendencias en el nivel del proceso: consiste en una tendencia hacia arriba (ascendente) o hacia abajo (descendente) de los puntos en la carta.

- ✓ Ciclos: un comportamiento de los puntos durante periodos de tiempo recurrentes.

- ✓ Mucha variabilidad: Se manifiesta mediante una alta proporción de puntos cerca de los límites de control, en ambos lados de la línea central y polos o ningún punto en la parte central de la carta.

- ✓ Falta de variabilidad: cuando prácticamente todos los puntos se concentran en la parte central de la carta.

Para los casos de puntos especiales de variación se considera lo que señala Flores (2013), cuando hay puntos especiales en la carta de control, se eliminarán, se procede a representar nuevamente los gráficos excluyendo los valores fuera de control. Después de esto, si todas las mediciones individuales se hayan bajo control, se considera como un grupo homogéneo (bajo

control) y en caso contrario se procede nuevamente a eliminar los valores fuera de control y se repite el proceso hasta obtener un grupo homogéneo.

La carta de individuales estudia solamente una característica de calidad, pero es posible que en un proceso de producción sea necesario vigilar varias características simultáneamente, en cuyo caso se trata de un control multivariante. Se justifica la implementación de un estudio multivariado si se consideran relaciones entre variables, tratándose de un estudio a partir de la correlación estadística¹, donde “la dependencia puede generar señales fuera de control que no son detectadas al monitorear cada variable de manera individual” Montgomery (citado por Correa, espinal, Pérez y Duque, 2018).

Control estadístico multivariado.

Como señalan Argumedo, Molina, Martínez y Hernández (2014) los gráficos de control multivariantes ayudan a tener un proceso robusto y eliminar todo tipo de desperdicio, aplicar estas herramientas puede ayudar a controlar en forma simultánea dos o más variables.

Para Pérez (2012) el control estadístico de control multivariado se basa en los primeros fundamentos de control de calidad propuestos por Shewhart con miras a modelar de manera más acertada los procesos, a través de la inclusión de más de una variable susceptible de análisis y seguimiento, cuyo objetivo es la detección de desviaciones debidas a la correlación entre las variables que son imperceptibles al monitorearlas de manera individual.

¹ Mide la intensidad y dirección de en que dos variables se relacionan de manera lineal

Para detectar cambios más pequeños y medianos en el proceso Gutiérrez, (2014) recomienda utilizar otra carta más sensible que la de medidas individuales como EWMA o CUSUM.

Contrastada esta recomendación con el artículo de Mosquera (2007), se considera al gráfico MCUSUM como una extensión del grafico CUSUM al caso multivariado, con la cual se pueden identificar los cambios pequeños que no muestra la carta Shewhart y en forma conjunta.

Grafico MCUSUM

Para describir la carta de control MCUSUM hay que conocer la carta CUSUM, que la define Gutiérrez (2013) como una carta en la que se grafican las sumas acumuladas de las desviaciones con respecto a la media global o al valor nominal de la característica de interés, con una condición sensible para detectar cambios pequeños rápidamente. Para extenderse el grafico CUSUM al caso multivariante, una de las formas para hacerlo es implementar el procedimiento de Croisier (citado por Flores, 2013) que reduce cada observación multivariada a un escalar y luego construye el estadístico CUSUM con los escalares.

Análogamente para (Santos Fernandez, 2013) el grafico de suma acumulada MCUSUM se enfoca en mejorar la sensibilidad respecto a la variante T^2 para detectar pequeñas variaciones en el proceso y está basado en el principio de ir acumulando informacion de observaciones anteriores. Una de las variantes que usa el paquete estadístico R es la presentada por (Crosier 1988):

$$T_i^2 = \left[S_i' \left(\frac{\Sigma}{n} \right) S_i \right]^{1/2} > h \text{ Donde:}$$

$$S_i = \begin{cases} 0 & \text{si } C_i \leq k \\ (S_{i-1} + \bar{X}_i - \mu_0) \left(1 - \frac{k}{C_i} \right) & \text{si } C_i > k \end{cases} \text{ Siendo } S_0 = 0, k > 0 \text{ y}$$

$$C_i = \left[(S_{i-1} + \bar{X}_i - \mu_0)' \left(\frac{\Sigma^{-1}}{n} \right) (S_{i-1} + \bar{X}_i - \mu_0) \right]^{1/2}$$

Igualmente, el límite es fijado como $UCL = h$

Para el uso de herramientas de análisis multivariado se requiere que las variables cumplan varios aspectos, entre ellos el de normalidad y que exista algún tipo de correlación entre ellas. (Correa Espinal, Perez Duque, & Gutierrez Roa, 2018).

Cartas de control en R

R es un lenguaje y entorno de programación para análisis estadístico, R es un sistema de licencia pública en el que se utilizan paquetes que son un conjunto de funciones sobre la misma temática que proporcionan las facilidades para manejar conjuntos de datos (Flores Sánchez, 2013).

Para elaborar gráficos de control de calidad de procesos se utiliza los paquetes qcc, qcr para gráficos de control univariantes y multivariantes para variables y atributos, se utiliza la función qcc con la especificación `type="xbar.one"`.

En el caso de la carta MCUSUM se ejecuta en R usando la función `mult.chart` con la especificación `type="mcusum"` respectivamente. Los argumentos `k` y `h` pueden ser entradas o la función por defecto utiliza los valores 0.5 y 5.5 respectivamente.

Cuando el proceso no está bajo control, debido a variaciones especiales, estos límites de control iniciales no son utilizados para realizar la monitorización. Con la función `state.control` se eliminan los puntos fuera de control, repitiéndose si es el caso esta opción hasta que el proceso esté bajo control; es decir, no existan puntos especiales de variación.

Índice de inestabilidad (St)

De acuerdo con Gutiérrez (2013): “este índice proporciona una medición de qué tan inestable es el proceso, con lo que se podrán diferenciar los procesos que de manera esporádica tengan puntos o señales especiales de variación, de los que con frecuencia funcionan en presencia de causas especiales de variación”.

Se define como

$$St = \frac{\text{número de puntos especiales}}{\text{número total de puntos}} * 100$$

El número total de puntos son la cantidad de puntos graficados en la carta de control y el número de puntos especiales son la cantidad de puntos que indica una señal de una causa especial en el proceso, estos puntos especiales son los puntos fuera de los límites de control más los puntos que indican patrones especiales no aleatorios.

El valor ideal de St es cero, que ocurre cuando no hubo puntos especiales. Valores de pocas unidades porcentuales del índice St indicarán un proceso con poca inestabilidad.

El autor Gutiérrez (2013), hace mención que no existe un acuerdo establecido para considerar un St apropiado, expone algunos criterios como base para interpretar la inestabilidad. Un valor entre 0 y 2% corresponde a un proceso con una estabilidad relativamente buena, de 2 a 4% es regular; y en la medida que supere estos porcentajes se considerará que tan mala es su estabilidad (procesos muy inestables).

Indicadores de calidad.

En la guía para el diseño, construcción e interpretación de indicadores de calidad (DANE, 2012), se define un indicador como una expresión cualitativa o cuantitativa observable, que permite describir características, comportamientos o fenómenos de la realidad a través de la evolución de una variable o el establecimiento de una relación entre variables, la que comparada con periodos anteriores, productos similares o una meta o compromiso, permite evaluar el desempeño en el tiempo.

Objetivos de un indicador: son herramientas útiles para la planeación y gestión en general, como objetivos generales tiene: generar información útil para el proceso de toma de decisiones, el proceso de diseño, implementación o evaluación, monitorear el cumplimiento de acuerdos y compromisos, cuantificar los cambios que se considera problemática, efectuar seguimiento a los diferentes planes, programas y proyectos que permita tomar correctivos oportunos y mejorar la eficiencia y eficacia del proceso en general.

Cualitativo que describe la evolución de una característica que relaciona dos variables a través del tiempo, que permite evaluar el desempeño en el tiempo.

En el caso de los Proyectos Productivos para evaluar su desempeño, la variable margen de utilidad bruta se ajusta a las características de indicador de calidad, pues es una característica cuantitativa que relaciona dos variables (utilidad bruta y costos) a través del tiempo, apropiada como indicador de calidad que permite hacer comparaciones de los Proyectos Productivos respecto a su desempeño.

Referentes normativos

El presente estudio sólo será empleado para fines académicos e investigativos, sin que contenga datos o archivos personales, con información recopilada que no esté sometida a reserva legal. La información puede ser consultada por los diferentes miembros de la comunidad educativa.

Las bases de datos de los balances contables no contienen datos personales de ninguna ppl o funcionarios del INPEC, se trata de información con datos de variables financieras de Proyectos Productivos que a su vez cumplen con las normativas del buen uso de la información de entidades públicas. Se ciñe la investigación bajo código de ética, con base en el código nacional de buenas prácticas para las estadísticas oficiales (DANE, 2017), que consta de 10 principios fundamentales rectores que rigen el pensamiento y la conducta en la generación de estadísticas oficiales y sus respectivas acciones replicables.

Para los estados financieros de los Proyecto Productivo del INPEC no se encuentran datos relacionados en las operaciones estadísticas penitenciarias y carcelarias; por lo tanto, no tienen producción ni manejo de información estadística global como otras las operaciones estadísticas del instituto. Las operaciones estadísticas del INPEC se fundamentan en el código de buenas prácticas para las estadísticas oficiales (DANE, 2017), que son un instrumento orientado a la calidad de estadísticas producidas y difusión de las estadísticas del país. Así que estos principios son base fundamental para todos los integrantes que hacen parte del sistema, aunque no sean estadísticas oficiales. Los trece principios del código anterior se complementan con la adopción de los diez principios fundamentales de las estadísticas oficiales de la Organización de las Naciones Unidas (2013).

Metodología

Para evaluar el desempeño de los procesos de Proyectos Productivos se estudia el comportamiento de las variables financieras con un análisis de Control de Calidad por medio de cartas para la información que se encuentra en los balances contables de los últimos cuatro años consignados en bases de datos del área financiera; es decir un análisis basado en resultados históricos.

Una fase inicial de la investigación tiene un alcance descriptivo (Hernández Sampieri, 2014), para cada una de las variables por medio de un análisis estadístico univariado y aplicación de Cartas Control univariadas, que van a permitir explorar las causas asignables de las variaciones especiales. Después de este enfoque descriptivo, una perspectiva importante para abordar es la influencia en conjunto de las variables para cada programa, por lo cual se establece una investigación cuantitativa transversal (González Lerma, 2009), que aborda para este caso un alcance de tipo correlacional, porque evalúa las relaciones de las variables por medio de Cartas de Control multivariadas.

Para la construcción e implementación del Control de Calidad Estadístico y uso de Cartas de Control se adoptan dos postulados conceptuales: la tesis realizada por Marín (2016) en la aplicación de control estadístico de procesos en estudio de empresas y la investigación de Argumedo (2014) de Control Estadístico multivariante de proceso aplicado en la industria. Las dos metodologías usadas por estos autores para la aplicación del control de calidad son combinadas para formular seis etapas metodológicas acordes a los objetivos de este estudio, que se describen a continuación:

1. Objetivo de las cartas de control:

Monitorizar las variables financieras de los Proyectos Productivos con la finalidad de controlar el proceso y reducir la variabilidad del mismo, para que los procesos estén bajo control estadístico a futuro por medio de estrategias que busque el mejoramiento continuo.

2. Características a controlar:

Estas características son variables cuantitativas administrativas que resumen información financiera proveniente de los datos obtenidos de balances contables entre los años 2015 y primeros meses de 2019. Algunas variables son resultado de otras, en el análisis univariado se describen todas las variables para conocer el comportamiento de las respectivas relaciones entre ellas. En la siguiente tabla 1. se describen las características del estudio, en tono azul están comprendidas las variables que resumen el balance financiero y a las cuales se aplica el Control de Calidad.

Tabla 1. Variables financieras presentes en los tres proyectos productivos

VARIABLES FINANCIERAS CONSIGNADAS EN LOS BALANCES				
Nº	VARIABLES	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDICIÓN	ECUACIÓN
1	Ventas por mes	Total de ventas en cada mes	Millones COP mensual	
2	Costos	Costos de los productos en cada mes	Millones COP mensual	
3	Utilidad bruta		Millones COP mensual	$= \text{ventas} - \text{costos}$
4	Gastos administrativos	Gastos generados en cada mes	Millones COP mensual	
5	Utilidad neta	Utilidad neta	Millones COP mensual	$= \text{utilidad b} - \text{gastos adm} + \text{ingresos}$
6	Indicador de calidad	Margen de rentabilidad	Millones COP mensual	$= \frac{\text{utilidad bruta}}{\text{costos}}$
7	Bonificación a trabajadores	Pago a ppl que desempeñan labores en alguno de los proyectos productivos mensuales	Millones COP mensual	
8	Otros ingresos (solo aplica para expendio)	Ingresos adicionales mensuales	Millones COP mensual	

3. Recolección de datos:

Los datos están consignados por el área financiera del establecimiento en balances mensuales desde el año 2015, son 52 meses o medidas individuales. Es necesario realizar dos tareas iniciales de la preparación de los datos antes del control de calidad:

La primera tarea es detectar la existencia de observaciones que no siguen el mismo comportamiento que el resto. Para este estudio de análisis de control de calidad no se contempla un análisis a fondo de datos atípicos, ya que la información de estos valores muestra el comportamiento especial en cartas de control, es decir son indicadores los meses que las variables están fuera de control. Por el contrario, se analizarán los datos ausentes. La presencia de información faltante puede deberse a un registro defectuoso de la información, a la ausencia natural de la información buscada o a un suceso no aleatorio especial. Se hace un diagnóstico de estos datos de forma superficial para estos valores con una exploración de su posible origen, sin seguir pruebas formales de aleatoriedad, si son pocos los datos ausentes. En caso de encontrar estos valores se puede considerar la decisión de usar un criterio de eliminación de toda la observación; es decir, no considerar el mes que tiene datos faltantes en ninguna de las variables (Pérez López , 2004).

La siguiente tarea previa y base para la aplicación de las técnicas multivariantes es la comprobación de los supuestos de la normalidad de todas y cada una de las variables que forman parte del estudio. Cuando la característica de interés es medible y no sigue una distribución de probabilidad normal, se puede hacer uso del Teorema de Limite Central o de transformaciones matemáticas para aproximar o sumir su normalidad. Otro supuesto necesario es el testeo de linealidad de las relaciones entre las variables que intervienen en el estudio (Marín Ramírez, 2016, pg. 49).

4. Tipos de gráficos de control:

El control estadístico de calidad univariado está dirigido para las siguientes cuatro variables: utilidad neta, utilidad bruta, bonificación e indicador de calidad. Estas variables financieras aportan información mensual; por lo tanto, se considera la evaluación de las variables como procesos lentos, para los cuales no se desarrolla un plan de muestreo, sino se toma cada medición individual para aplicar cartas de Control de individuales.

Para la implementación de control estadístico de proceso multivariante se adaptan las siguientes fases según (Argumedo, 2014): a las cuatro variables seleccionadas se aplica un análisis estadístico descriptivo univariado y se analiza la correlación entre estas variables. La siguiente fase es verificar la normalidad de cada una de las variables, para ajustar un análisis de control multivariado por medio de la carta de control MCUSUM para observar las variables en conjunto. Con el apoyo de este gráfico multivariado se puede identificar la observación o el mes que el proceso está fuera de control para buscar si existe una causa asignable por parte de alguna variable que pueda originar esa variación especial, para ello se corroboran cada una de las variables con sus respectivas cartas de individuales.

5. Representación gráfica:

Se grafica en el programa R usando los paquetes qcc y qcr, se debe tener en cuenta en las gráficas las siguientes etiquetas que contienen las cartas de control:

Tabla 2. Etiquetas que contienen las cartas de control.

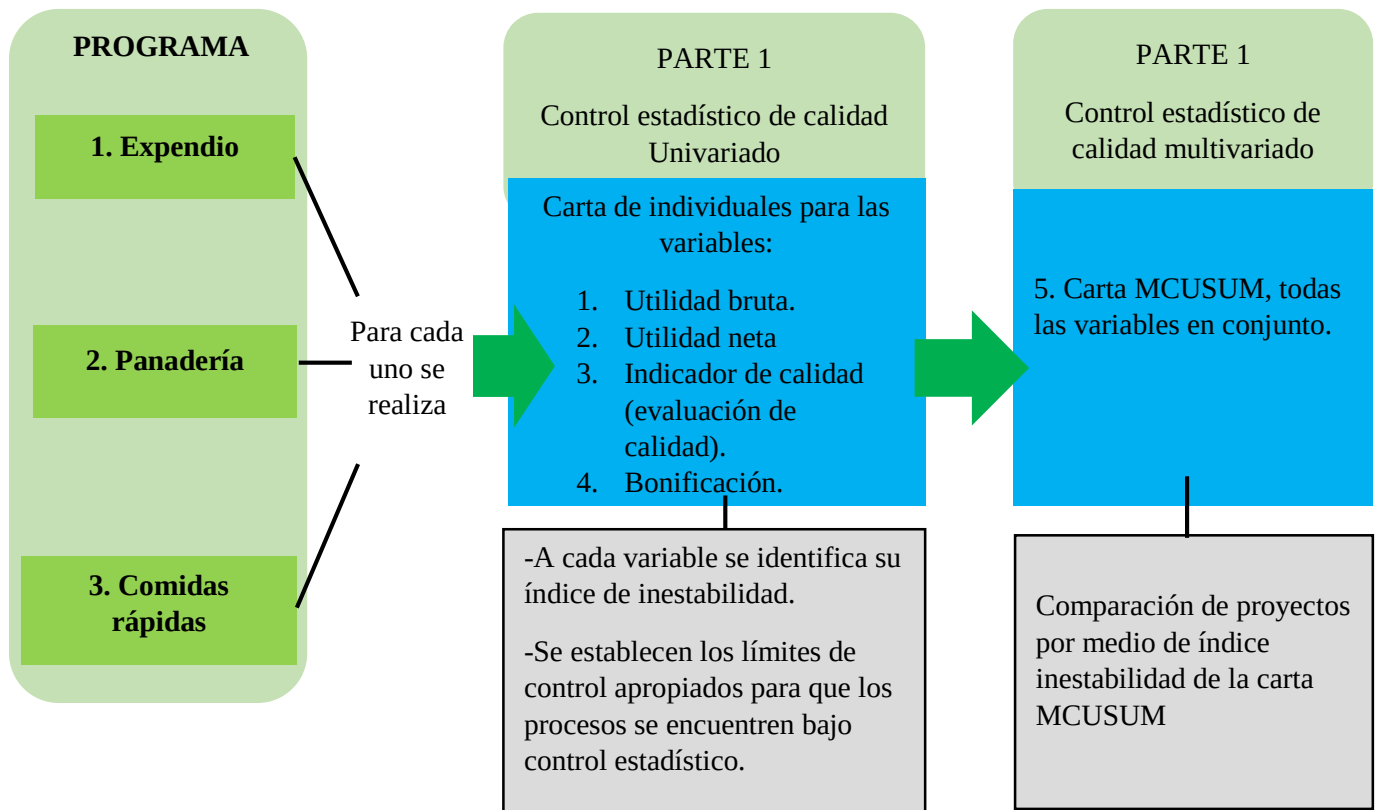
Etiqueta	Descripción
Xbar.one chart	El título de la gráfica que significa carta para medidas individuales
LCL	Límite de control inferior.
UCL	Límite de control superior.
Number of groups	Número de observaciones.
Center	Línea central de control, para la carta de individuales es el promedio de la distribución de los datos.
StdDev	Desviación estándar de la distribución de datos
Number beyond limits	Número de observaciones por fuera de los límites control, puntos de color rojo
Number violating runs	Número de observaciones que forman un patrón o tendencia, puntos de color amarillo

6. Análisis e interpretación de datos:

La siguiente ilustración resume una propuesta metodológica que se adaptada y articula con las fases planteadas en los ítems anteriores, que conforma una alternativa para la evaluación del desempeño la calidad de los procesos de los Proyectos Productivos.

Se usa la técnica de análisis de control estadístico de calidad univariado y multivariado con el complemento de algunos índices que enriquecen la información del comportamiento y la comparación de dichos Proyectos Productivos.

ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE CONTROL ESTADÍSTICO PARA LOS PROYECTOS PRODUCTIVOS



Análisis de datos

Análisis exploratorio de datos

El proyecto de expendio tiene un promedio mensual en ventas de 65 millones de pesos con unos costos cercanos a 58 millones de pesos mensuales en promedio y 3.9 millones de gastos en promedio; que generan una utilidad neta promedio de 2.8 millones de pesos mensuales.

En las variables financieras de expendio, por medio del coeficiente de variación, se encuentra que la variable financiera con una variabilidad excesiva es utilidad neta con un CV de 1.28, otros ingresos CV 1.09 y los gastos 0.83, las variables con variación aceptable son bonificación con CV 0.25 y costos con CV 0.25.

La correlación entre algunas variables se ve determinada por la ecuación que las relaciona, pero es importante analizar si hay alguna particularidad.

El coeficiente de correlación más alto es el de ventas y costos con un coeficiente de 0.99, que indica una relación lineal directa muy alta, esta situación es evidente al tenerse que al tener altos costos de compras indica mayores productos para vender; por lo tanto, las ventas son altas. La utilidad neta y gastos tienen un coeficiente de correlación de -0.75 que es una relación inversa, que establece que al aumentar los gastos la utilidad neta disminuye. El indicador de calidad tiene un coeficiente de 0.71 con utilidad bruta, a medida que aumenta la utilidad bruta aumenta el indicador de calidad.

En el análisis exploratorio para expendio no se encuentran valores ausentes, se toman todas las 52 observaciones.

El proyecto de panadería tiene ventas mensuales de 16.04 millones de pesos, con costos cercanos a 8.34 millones de pesos mensuales promedio y gastos administrativos de 3.4 millones; que producen una utilidad neta de 4.28 millones de pesos en promedio mensualmente.

Las variables con variabilidad excesiva son utilidad neta con un CV de 0.95, seguido de los gastos con un 0.92. La menor variabilidad en los datos es bonificación, tiene un CV 0.34 seguido por costos con CV de 0.39.

La matriz de correlaciones muestra que la relación lineal directa más alta es entre utilidad bruta y ventas con un valor de 0.92, sigue costos y ventas, como una correlación alta igual que en expendio, con un coeficiente de 0.88. Como una correlación inversa moderada se observa relación entre gastos y utilidad neta, con un coeficiente de correlación de -0.44, a medida que aumentan los gastos disminuye la utilidad bruta,

En la exploración de datos ausentes se encontró que para el mes de enero de 2018 no hubo ninguna información en las variables, debido a que no tenían dispuestas materias primas por problemas con el distribuidor, se considera como un valor ausente y se elimina del conjunto de datos para todas las variables, queda con un total de 51 observaciones.

Comidas rápidas tiene ventas mensuales promedio de 10.3 millones de pesos, con costos de producción de 7.07 millones en promedio y gastos administrativos promedio de 0.93 millones que generan unas utilidades netas de 2.29 millones de pesos mensuales en promedio.

Tiene variabilidad excesiva la distribución de la variable indicador de calidad con un valor de CV 2.07, seguido por utilidad neta con un CV de 1.18 y gastos con un CV de 0.95. Ninguna de las variables de panadería tiene poca, ni aceptable variación; todas superan un CV de 0.50.

La correlación más alta la presentan las variables utilidad neta y utilidad bruta con una relación lineal directa alta de 0.94 de coeficiente de correlación. Luego sigue costos y ventas con un coeficiente de correlación de 0.89.

Como valores ausentes se encontraron que los meses de marzo de 2015 y enero de 2018, no se registraron datos en ninguna de las variables, al igual que panadería no hubo materia prima. Por lo tanto, se eliminaron estas observaciones para que no altere la representatividad de los datos, se analizan 50 observaciones.

Por último, como lo menciona (Marín Ramírez, 2016), se contemplan que las distribuciones cumplen el supuesto de normalidad por medio del Teorema de Limite Central, que lo justifica el número de observaciones en estudio. Esta característica aplica para los tres Proyectos Productivos.

Análisis de control estadístico de calidad

1. Expendio

1.1 utilidad bruta Expendio

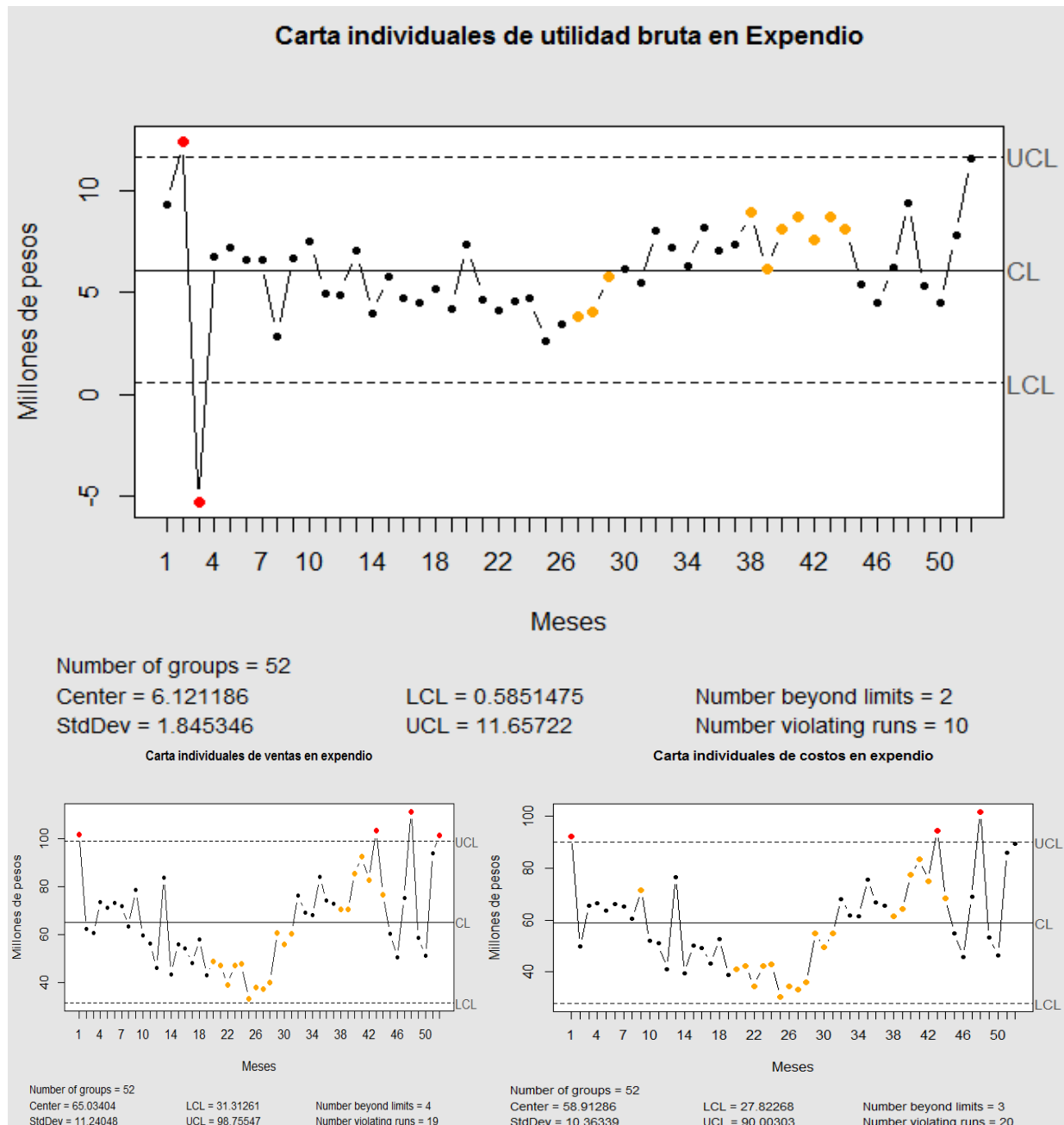


Gráfico 1. Utilidad bruta en Expendio

Las cartas de control de individuales para ventas y costos de Expendio muestran un similar comportamiento, se trata de una relación directa, como lo indica el coeficiente de correlación entre estas dos variables con un valor alto de 0.992. Se puede intuir que los valores mensuales de ventas dependen la distribución de costos en cada mes.

La utilidad bruta en Expendio presenta un promedio de 6.12 millones de pesos, con una desviación estándar de 1.84 millones, la carta de individuales muestra que esta variable financiera no está bajo control estadístico, debido a dos puntos especiales que se sitúan por fuera de los límites de control y dos periodos como variaciones especiales. El primer punto especial es un valor superior a los 12 millones de pesos en el mes de febrero de 2015, resultado de la mayor diferencia entre ventas que superaron los 60 millones y costos cercanos a los 50 millones de pesos para este mes. El segundo punto especial es el mes de marzo de 2015, referente al único mes que presenta pérdidas en todo el proceso, está por fuera del límite inferior de control ubicado a aproximadamente 6 desviaciones estándar con un valor de pérdidas de 5.27 millones de pesos, debido a no realizar todas las ventas respecto a los costos en este mes; esta situación no se vuelve a repetir en el proceso. Los anteriores puntos especiales ocurrieron en los primeros tres meses de 2015, pero después la viabilidad de los datos se mantiene cerca del promedio.

Se observan dos patrones de puntos consecutivos en el gráfico de control. El primero es de 9 meses, una tendencia por debajo del promedio que proviene de los valores bajos de ventas y los costos entre los meses de septiembre de 2016 hasta mayo de 2017. La segunda tendencia es de 13 meses con utilidades brutas por encima del promedio, desde el mes de agosto de 2017 a septiembre de 2018, más de un año donde se observa la influencia positiva del aumento de las ventas.

Por otra parte, hay una tendencia de mejora en las ventas de Expendio desde el mes 25 (febrero de 2017), lo que conlleva a un cambio de nivel positivo a partir de este mes en las utilidades brutas, cerca de los dos últimos años ha mejorado. Es una señal de algún cambio en el proceso a partir de enero de 2017 que generó aumento en las ventas; por consiguiente, de las utilidades brutas. Uno de los factores que pudo influir en esta tendencia de mejora es la implementación de más variedad de productos.

A continuación, se eliminan las variaciones especiales encontradas en la carta de control inicial de utilidad bruta, para hallar mostrar los valores de los estadísticos de control que hacen que la utilidad bruta este bajo control estadístico:

Estadísticos bajo control de calidad de utilidad bruta en Expendio:

Tabla 3. Utilidad bruta en Expendio bajo control

Estimador	valor
Límite inferior	1.578 millones
Promedio	5.887 millones
Desviación estándar	1.436 millones
Límite superior	10.195 millones

La carta de la utilidad bruta puede aportar información de la variación que se requiere respecto a ventas y costos para que el proceso esté bajo control. Con base en los límites de control estimados se identifica el rango indicado de la diferencia entre ventas y costo, para generar una utilidad bruta bajo control estadístico.

Índice de inestabilidad para utilidad bruta Expendio:

$$st = \frac{12}{52} * 100 = 23\%$$

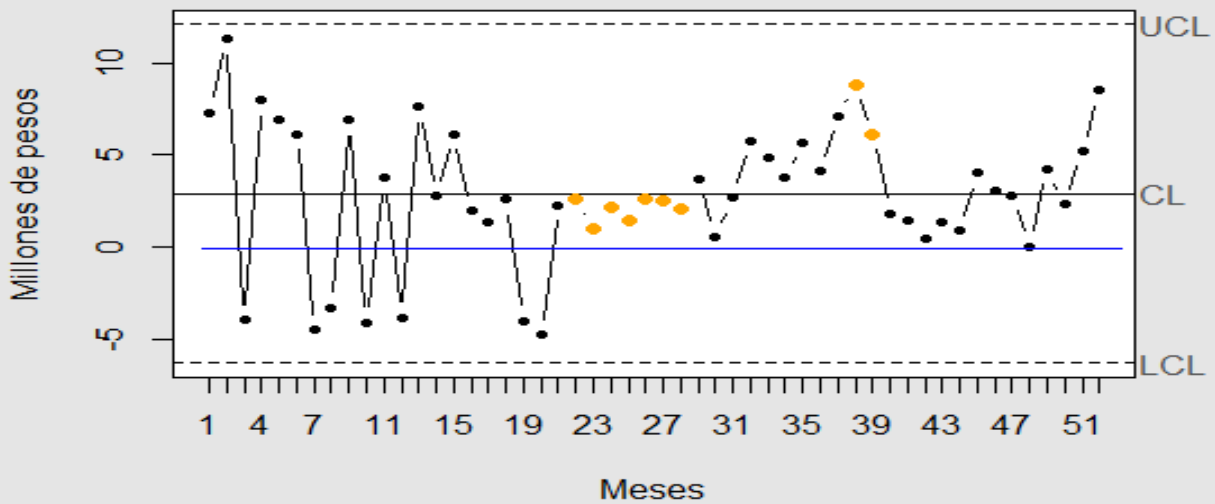
Este valor nos indica que la utilidad bruta del programa de Expendio tiene un comportamiento inestable en un 23%. Se debió a dos puntos especiales por fuera de los límites ocurridos al principio del proceso y 10 puntos que constituyen un patrón especial en dos periodos.

1.2 utilidad neta Expendio

La utilidad neta del proyecto de Expendio tiene un promedio de 2.89 millones de pesos y una desviación estándar de 3.06 millones, la carta de control para esta variable (Gráfico 2) muestra que no se encuentra bajo control estadístico, pues tiene variaciones especiales de dos patrones en diferentes periodos. Un patrón por debajo del promedio aparece en un periodo que comprende de 13 meses, entre abril de 2016 hasta abril de 2017. Entonces durante un año aproximadamente las utilidades netas estuvieron por debajo del promedio de 2.89 millones, este patrón es resultado de valores por debajo del promedio de utilidades brutas, gastos administrativos y los otros gastos en este periodo.

Al comparar las cartas de las variables que dan lugar a la carta de las utilidades netas en Expendio, es notable que en los dos primeros años se presenta mayor variabilidad. En ese periodo hubo gastos administrativos con los valores más altos de todo el proceso que superan los 7 millones de pesos; aunque, también se recibían otros ingresos con los valores más altos del proceso, cercanos a los 2 millones y la utilidad bruta se mantenía en valores bajos cercanos al promedio, a excepción de los dos puntos especiales. Las anteriores características hicieron que en los dos primeros años en siete meses hubo utilidades netas negativas; que son pérdidas, producto de los altos gastos administrativos que se presentaron en esos dos años.

Carta individuales de utilidad neta en Expendio



Number of groups = 52

Center = 2.891739

StdDev = 3.063087

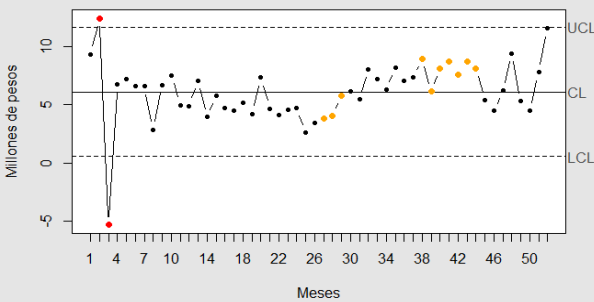
LCL = -6.297521

UCL = 12.081

Number beyond limits = 0

Number violating runs = 9

Carta individuales de utilidad bruta en Expendio



Number of groups = 52

Center = 6.121186

StdDev = 1.845346

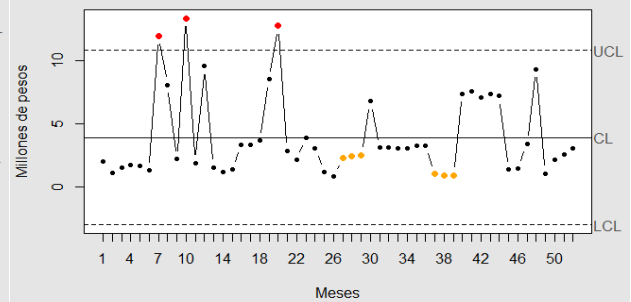
LCL = 0.5851475

UCL = 11.65722

Number beyond limits = 2

Number violating runs = 10

Carta individuales de gastos en Expendio



Number of groups = 52

Center = 3.913988

StdDev = 2.305944

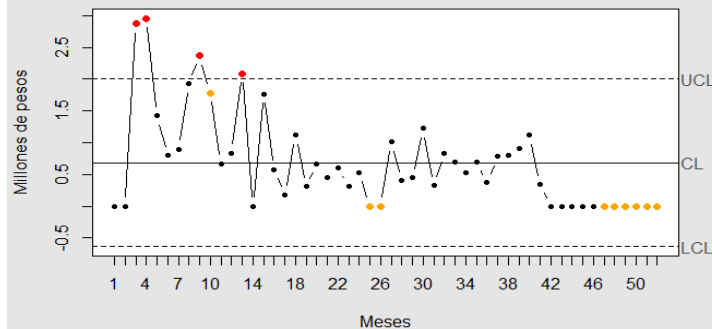
LCL = -3.003844

UCL = 10.83182

Number beyond limits = 3

Number violating runs = 6

Carta individuales de otros ingresos en Expendio



Number of groups = 52

Center = 0.6845406

StdDev = 0.4392066

LCL = -0.6330792

UCL = 2.00216

Number beyond limits = 4

Number violating runs = 10

Gráfico 2. Utilidad neta en Expendio

Por otra parte, se observa la ausencia de ingresos adicionales a partir del mes de junio de 2018, esta situación no afecta significativamente en la variación en la utilidad neta, ni genera una tendencia que se aleje del promedio hacia abajo, como se esperaría por la falta de valores adicionales.

Si se controla la distribución de gastos administrativos, las utilidades netas se mantienen con valores positivos y el proceso tiene menor variabilidad, es más estable y sin pérdidas. Un medio para esto, puede ser la amortización de gastos administrativos, que se puede controlar a partir de los límites utilidad neta bajo control estadístico. Como evidencia se observan las cartas de control desde septiembre de 2016, donde los valores de gastos administrativos, otros ingresos y utilidades brutas han estado estabilizándose cerca al promedio, se disminuye su variabilidad y esto se transfiere por consiguiente a las utilidades netas, que durante estos dos últimos años disminuido su variabilidad. Este comportamiento hace que haya más estabilidad en el proceso, sea más confiable para acciones de control y mejora a futuro.

Estadísticos bajo control de calidad de utilidad neta en Expendio:

Tabla 4. Utilidad neta en Expendio bajo control

Estimador	valor
Límite inferior	-7.755 millones
Promedio o línea central	2.814 millones
Desviación estándar	3.523 millones
Límite superior	13.384 millones

Se encuentra un límite inferior del proceso bajo control negativo, que indica pérdidas; así que se debe considerar para que el proceso esté bajo control y no produzca pérdidas, un intervalo apropiado de control entre 0 y 13.29 millones, valores base como intervalos apropiados para que no salga de estos límites la diferencia entre utilidad bruta y gastos administrativos.

Índice de inestabilidad utilidad neta Expendio:

$$st = \frac{9}{52} * 100 = 17.3\%$$

Indican que la utilidad neta tiene un comportamiento inestable en un 17%. No tiene puntos especiales por fuera de los límites de control, hay 9 puntos que forman dos patrones especiales.

1.3. Bonificación Expendio

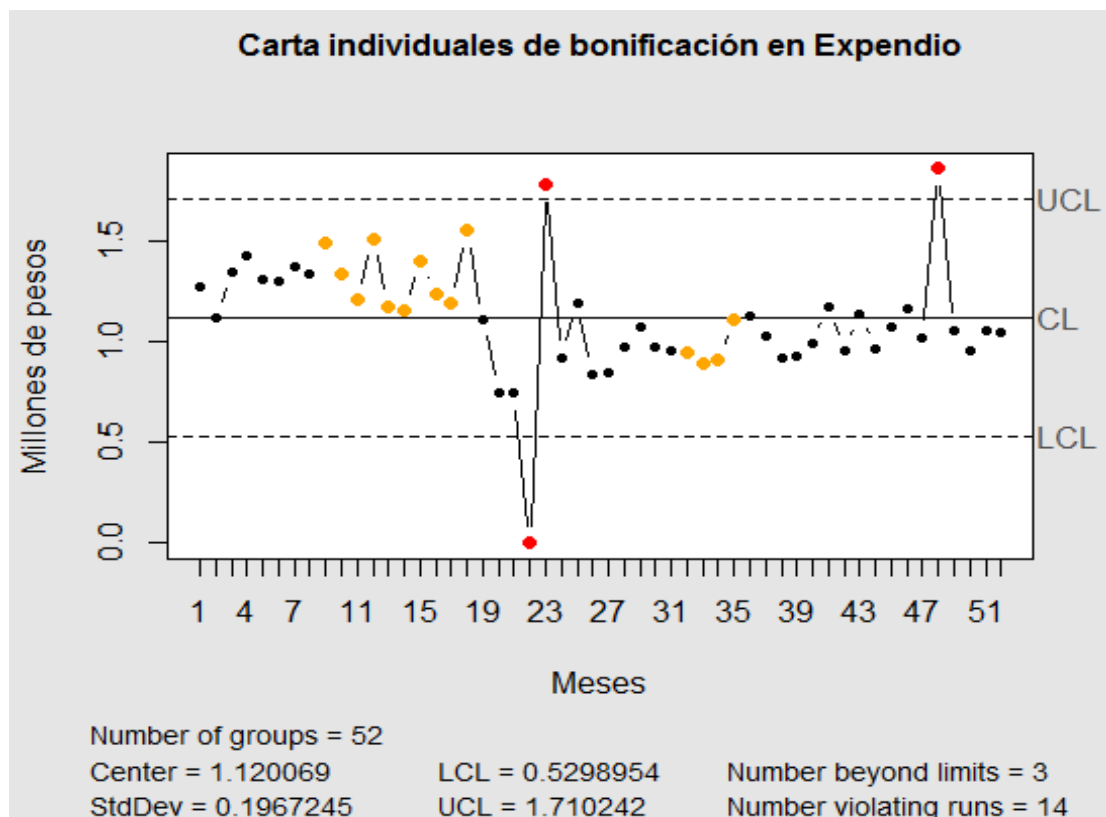


Gráfico 3. Bonificación en Expendio

La bonificación en el proyecto de Expendio tiene un promedio de 1.12 millones con una desviación estándar de 196 mil. Esta variable no está bajo control estadístico, se observan tres valores que influyen en la variabilidad de los datos, ocurrieron en los meses de octubre de 2016, noviembre de 2016 y diciembre de 2018. La variación de los dos primeros puntos producto de la ausencia de bonificación en octubre que ocurre posiblemente por temas administrativos de otra dependencia del instituto que aprueba este tipo de pago bajo ciertos procedimientos especiales. Por lo cual, en noviembre se realiza el pago de estos dos meses, que a su vez hace que sea un punto especial superior. El punto especial superior de diciembre de 2018 es posible que se debiera a un factor relacionada con el cierre financiero anual.

Una variación especial es la tendencia que se presenta con un patrón en los primeros 19 meses con bonificación superior al promedio de 1.12 millones, después de este mes de junio de 2016 hay un cambio de nivel, con una tendencia a disminuir las bonificaciones. La tendencia de disminución en los valores puede deberse a cambio normativo establecido por el INPEC, relacionada con una reducción de las jornadas laborales de las personas privadas de libertad que laboraban en los Proyectos Productivos, esto pudo conllevar a menores valores de bonificación.

Estadísticos para que de bonificación en Expendio estén bajo control:

Tabla 5. Bonificación en Expendio bajo control

Estimador	valor
Límite inferior	0.703 millones
Promedio o línea central	1.041 millones
Desviación estándar	0.112 millones
Límite superior	1.379 millones

Índice de inestabilidad bonificación a trabajadores Expendio:

$$st = \frac{17}{52} * 100 = 32.6\%$$

La bonificación de Expendio es inestable en un 32.6%, lo que ratifica que esta variable no está bajo control estadístico, por tres puntos especiales que están por fuera del límite de control y 14 puntos que constituyen dos patrones especiales de variación, uno inicial de 16 meses con valores por encima del promedio y el otro patrón con 10 meses por debajo del promedio.

1.4 Indicador de calidad Expendio

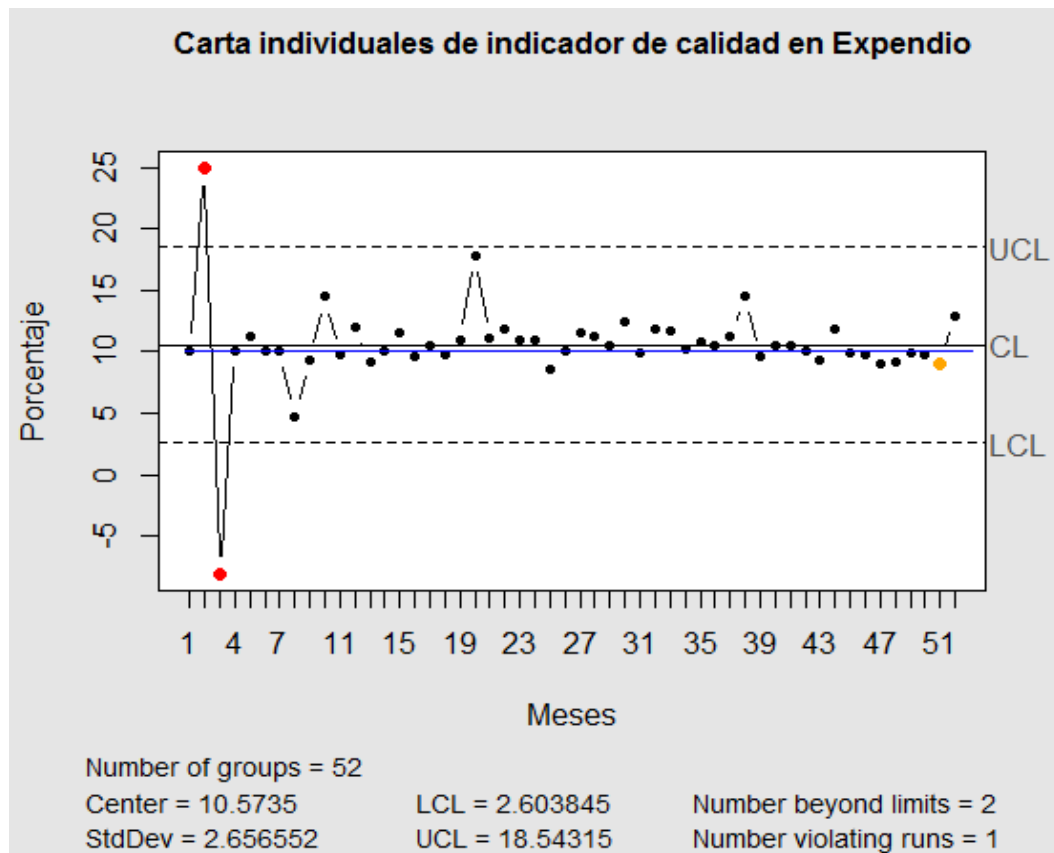


Gráfico 4. Indicador de calidad en Expendio

El indicador de calidad en Expendio muestra el margen de rentabilidad del proyecto, el cual tiene un promedio de 10.57 %, puede interpretarse como la obtención de utilidades brutas

alrededor de 10.5 % del costo de los productos que se venden y tiene una desviación estándar de 2.65 %.

Esta variable no está bajo control estadístico por dos puntos especiales que están por fuera de los límites de control. El primer punto especial es un valor de 25% en el mes de febrero de 2015, están por fuera del límite de control superior y muy alejado de los datos a aproximadamente a 6 desviaciones por encima del promedio, el cual afecta la variabilidad de los datos y de los límites de control. Se resalta que, aunque este valor sea bueno financieramente, porque muestra una favorable rentabilidad, afecta la variabilidad de todo el proceso e influye en su aumento. Se observa otro punto especial, se trata del mes de marzo de 2015 que es un valor bajo que sale del límite de control inferior aproximadamente a 7 desviaciones estándar de la media, es un punto muy significativo que también afecta la variabilidad de los datos. Los dos puntos mencionados son efecto de las variaciones especiales de utilidades brutas en estos meses.

También como variación especial hay un patrón de siete meses entre septiembre de 2018 y marzo de 2019 que tiene márgenes de rentabilidad inferiores al promedio y a la referencia estipulada de 10% de color azul (que se explica más adelante).

Después de los puntos especiales en los primeros meses del año del 2015 hay una disminución de la variación de los datos, que se centran cerca al promedio de 10.5%. Esta característica permite intuir que al tener valores centrados alrededor del promedio y sin variaciones especiales como los puntos mencionados, puede considerarse el proceso de expendio bajo control. Este hecho se debe al condicionamiento para expendio según el artículo 25 del acuerdo 010 de 2004, el cual reglamenta que el expendio debe tener un margen de rentabilidad de 10%, es decir que busca que el precio de venta deba ser el valor del costo más un 10%, para que el proyecto sea

rentable y autosostenible. Por lo anterior, el proceso bajo esta premisa tiene una especificación por cumplir que influye en el control de proceso.

Estadísticos bajo control de calidad de indicador de calidad en Expendio:

Tabla 6. Indicador de calidad en Expendio bajo control

Estimador	valor
Límite inferior	6.84 %
Promedio o línea central	10.70 %
Desviación estándar	1.28 %
Límite superior	14.56 %

Índice de inestabilidad indicador de calidad:

Como número de puntos especiales se tiene los dos puntos especiales de los meses de febrero y marzo de 2015.

$$st = \frac{3}{52} * 100 = 5.7\%$$

El indicador de calidad del programa de expendio se comporta como un proceso con mala estabilidad por el valor de 5.7%, producto de los dos puntos especiales en los primeros meses del año 2015 y un punto que establece un patrón especial en el año 2019 por debajo del promedio.

1.5 Análisis multivariado Expendio

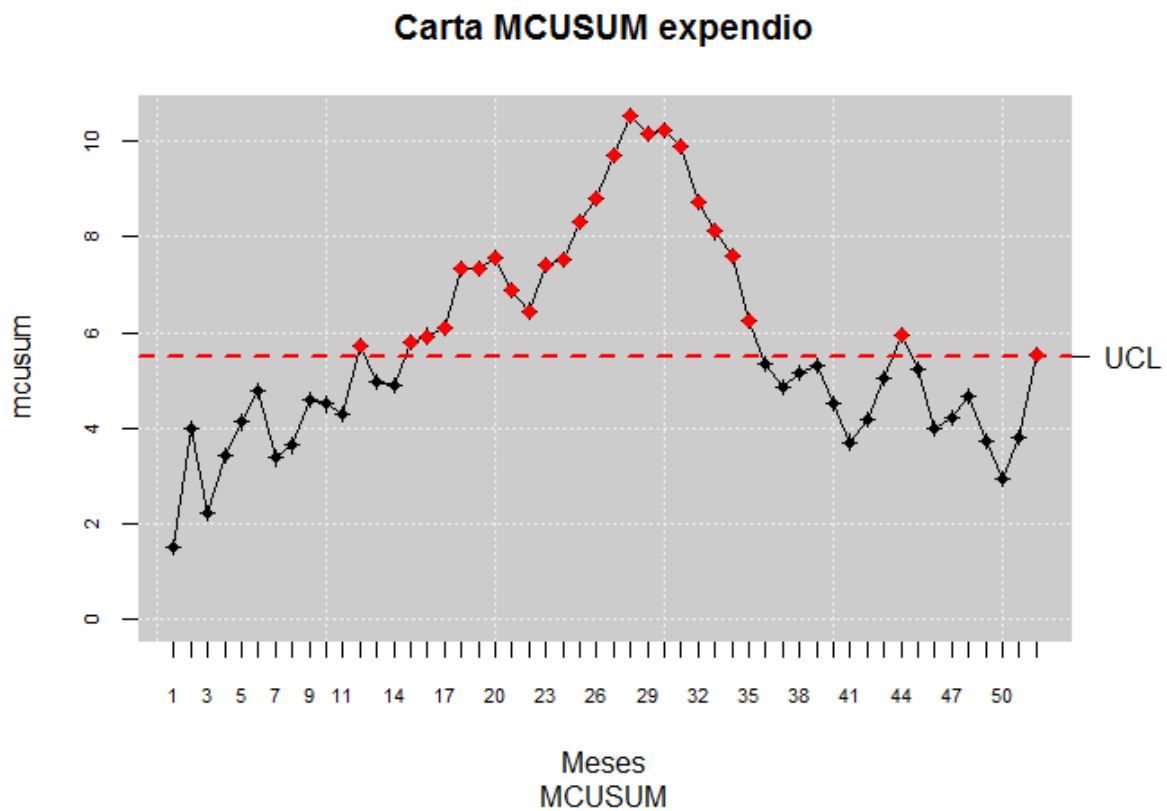


Gráfico 5. MCUSUM de Expendio

Se tiene en cuenta las cuatro variables analizadas anteriormente, ya que resumen todo el balance financiero. Se encuentran 24 observaciones por encima del límite superior.

El proceso de las variables administrativas de Expendio no se encuentra bajo control por contar con cerca de la mitad de los datos como variaciones especiales. La variación del proceso aumenta hasta abril de 2017, después empieza un cambio de nivel y tiende a disminuir.

El periodo con mayor variación se encuentra entre los meses de junio de 2016 a noviembre de 2017, esta variación influenciada principalmente por la utilidad neta que es la variable que tiene la mayor varianza del proceso afectada por puntos especiales de gastos administrativos durante los dos primeros años.

Desde el año 2018 hasta los primeros tres meses de 2019 las variables financieras de Expendio tienen una disminución de variabilidad, puede inferirse que posiblemente este mejorando el proceso.

Índice de inestabilidad variables financieras Expendio

$$st = \frac{24}{52} * 100 = 46.1 \%$$

El proceso de expendio es inestable en un 46.1%, debido a 24 meses con variables financieras con mucha variación. Este valor está muy cercano al 50%, para considerar que aproximadamente la mitad del proceso presenta variaciones especiales.

2. Panadería

2.1 Utilidad bruta Panadería

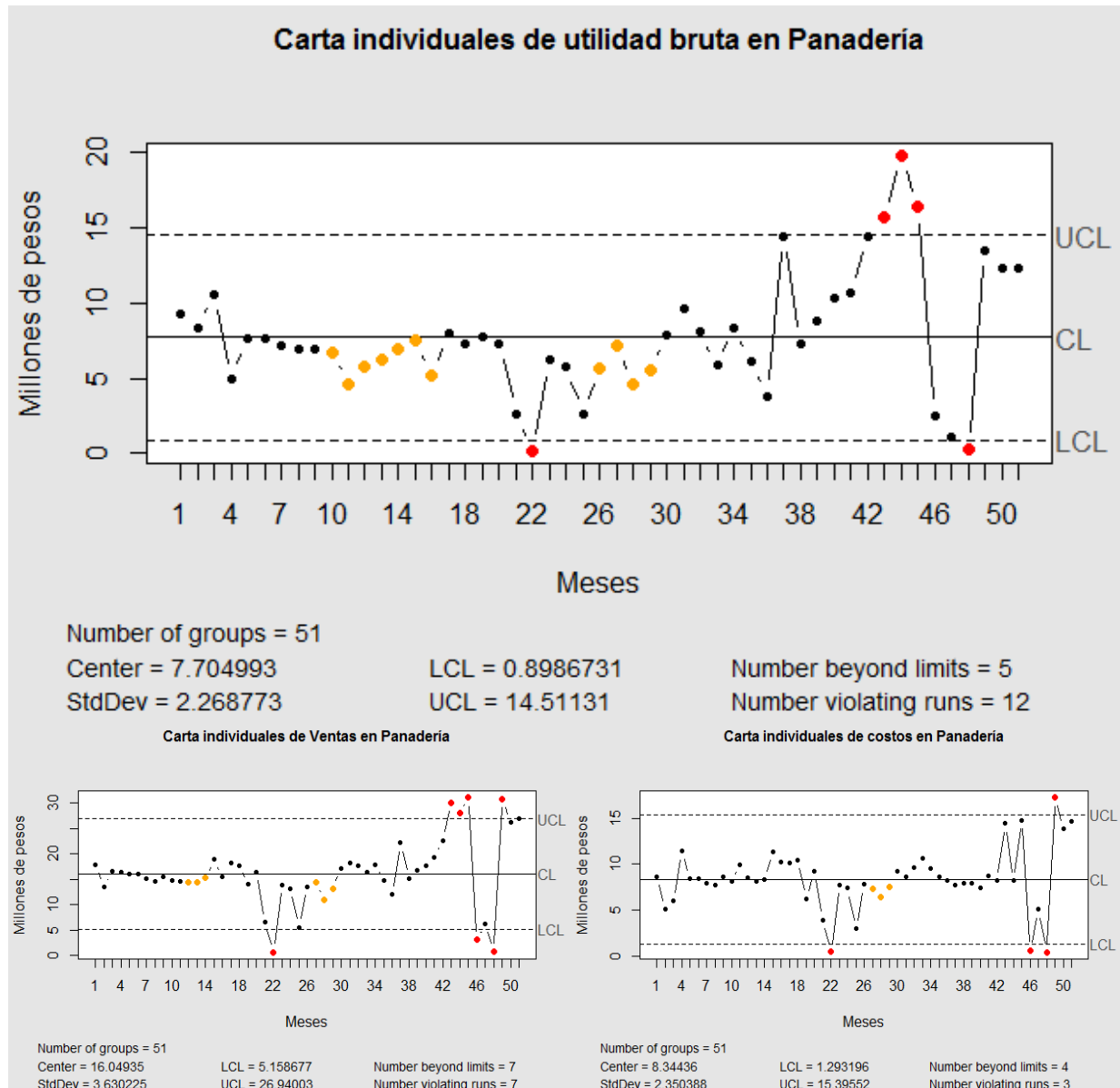


Gráfico 6. Utilidad bruta en Panadería

La utilidad bruta en Panadería tiene un promedio de 7.70 millones de pesos con una desviación de 2.26 millones. El comportamiento de las ventas y costos tiene similar comportamiento, que se corrobora con un coeficiente de correlación de 0.88, esta dependencia es

propia del proceso porque el aumento en los costos se debe a la compra de materia prima que se ve reflejada en el aumento de las ventas. No hay valores de utilidad neta negativos, es decir no hay pérdidas reportadas en el proceso.

Utilidad bruta de Panadería no está bajo control estadístico porque hay cinco puntos especiales, con tres que exceden del límite de control superior. Los puntos especiales superiores son resultado de las mayores diferencias entre las ventas más altas presentadas en los meses de agosto, septiembre y octubre de 2018 y los valores de costos en estos meses. Uno de los factores al cual se aduce el aumento de las ventas es la celebración de actividades en pro de la población carcelaria (“día de las mercedes”) en el mes de septiembre donde hay aumento de personal visitante y por tanto mayor compra de productos de Panadería.

Los puntos especiales inferiores son valores de cero, porque no se generaron ventas en esos meses por falta de materia prima; por ello tampoco se registran costos. Esta situación se puede presentar a fin de año por temas presupuestales, por algún tema administrativo no alcanza hasta el cierre financiero anual.

En el año 2018 se refleja el mayor cambio positivo, con los mayores valores del proceso, resultado de una tendencia de aumento en las ventas que ocurre desde el año 2016 producido posiblemente por la ampliación de variedad de productos. Así pues, al aumentar las ventas por consiguiente aumentan las utilidades brutas. Esta tendencia favorable se vio afectada por una variación especial, producida por las bajas ventas en los últimos dos meses de 2018, esta variación no permitió que el 2018 continuara con un aumento progresivo de utilidades brutas en panadería. Para el año 2019 se inició sin ventas en enero, pero los siguientes meses las ventas aumentaron significativamente superiores al promedio.

A nivel general y en el contexto administrativo no es perjudicial que el programa de Panadería presente valores extremos superiores, pues indica que el proceso ha mejorado positivamente y tiene rentabilidad, pero hay que considerarlos y verificar si se trata de variaciones comunes o especiales para poder controlar alteraciones en el proceso.

Estadísticos bajo control de utilidad bruta en Panadería:

Tabla 7. Utilidad bruta en Panadería bajo control

Estimador	valor
Límite inferior	1.52 millones
Promedio	8.425 millones
Desviación estándar	2.757 millones
Límite superior	16.698 millones

Los intervalos para controlar los costos y las ventas, puede establecerse a partir de la diferencia entre las dos variables que oscile entre 1.52 millones a 16.69 millones para que las utilidades brutas estén bajo control. Este intervalo puede ser apropiado para controlar la distribución de los costos y tener bajo control la utilidad bruta.

Índice de inestabilidad utilidad bruta Panadería:

$$st = \frac{16}{51} * 100 = 31.3 \%$$

La utilidad bruta de Panadería es inestable en un 31.36%, esta variable no está bajo control estadístico. Presenta 5 puntos especiales que están por fuera de los límites de control y 12 puntos que representan dos patrones especiales de variación en dos periodos por debajo del promedio.

2.2 Utilidad neta Panadería

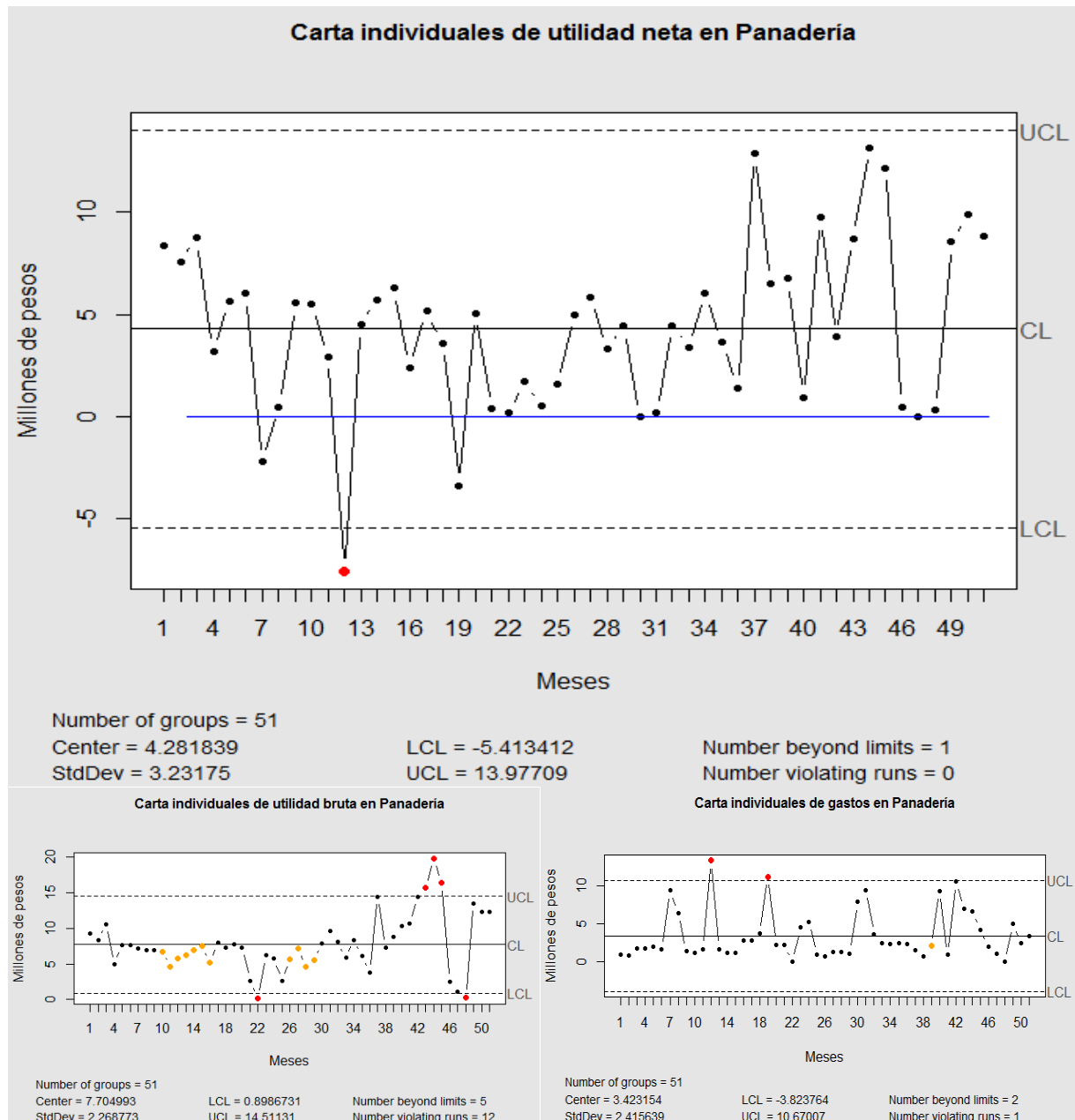


Gráfico 7. Utilidad neta en Panadería

En la distribución mensual de las utilidades netas de Panadería se observa una alta variabilidad en los datos, con un alto número valores a más de dos desviaciones del promedio, esta característica se ve reflejada con el valor alto del coeficiente de variación de 0.98. La variación elevada se vincula con la variable gastos administrativos que tiene un coeficiente de

correlación de 0.90, la cual presenta también una alta variación que se establece con un coeficiente de variación de 0.93.

La utilidad neta de Panadería tiene un promedio de 4.28 millones con una desviación estándar de 3.23 millones. La carta de control de la utilidad neta muestra que no está bajo control por un punto especial de utilidad neta bajo, que se encuentra fuera del límite de control inferior. Este valor negativo, indica pérdidas en el mes de diciembre de 2015 de aproximadamente 7 millones de pesos; generado por los gastos administrativos más elevados del proceso, superior a 10 millones de pesos para ese mes. En la exploración de los gastos, se encuentran variaciones especiales originadas por temas de contratación, ya que el plazo para los pagos de estos contratos no se genera mes a mes por adquisición de materias primas, equipos, seguridad industrial, entre otros. Esto hace que haya algunos valores muy altos fuera de lo común, como en el mes que provocó el punto especial de la utilidad neta.

Adicional al punto especial inferior hay dos utilidades netas negativas que indican pérdidas, estos valores ocurrieron durante los dos primeros años, después del año 2016 no se volvieron a presentar perdidas en panadería. Las anteriores perdidas mencionadas son producto de altos valores de gastos administrativos.

A partir del año 2018 se muestra en la carta de control un aumento en la variación de los datos que está afectada por las variaciones en utilidad bruta, mientras los gastos administrativos tienen una tendencia a disminuir desde julio de 2018. El aumento de la dispersión de los datos en 2018 ha sido producto de valores de utilidades netas cercanos o superiores a los 10 millones de pesos, siendo los más altos de todo el proceso durante los últimos cuatro años del proyecto de Panadería; como una primera impresión y con base en el análisis de utilidad bruta el año 2018 ha sido el que mejores utilidades ha tenido este proyecto.

Estadísticos bajo control de calidad de utilidad neta en panadería:

Tabla 8. Utilidad neta bajo control de Panadería

Estimador	valor
Límite inferior	-4.239 millones
Promedio o línea central	4.518 millones
Desviación estándar	2.910 millones
Límite superior	13.275 millones

El valor del límite inferior representa pérdidas, que no es apropiado para la rentabilidad del programa, así que se debe considerar los valores entre 0 y 13.20 millones de utilidad neta, este rango puede ser usado para establecer la diferencia apropiada entre utilidad bruta y gastos administrativos, con ello controlar los valores de gastos administrativos para que este bajo control estadístico de calidad la utilidad neta.

Índice de inestabilidad utilidad neta Panadería

$$st = \frac{1}{51} * 100 = 1.9\%$$

Este valor nos indica que la utilidad neta del programa de expendio se comporta como un proceso relativamente bueno. La inestabilidad se debe a un punto especial bajo que indica pérdidas y que ocurrió en el año 2015.

2.3. Bonificación Panadería

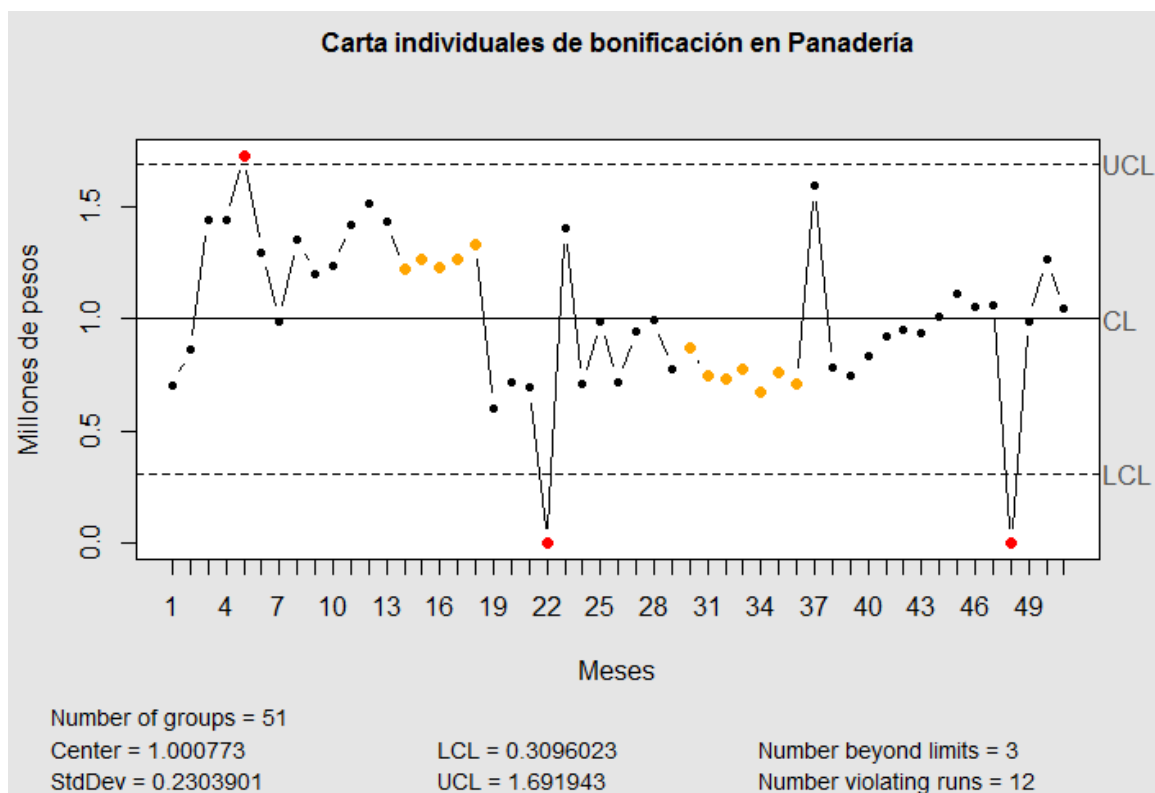


Gráfico 8. Bonificación en Panadería

La bonificación de Panadería tiene un promedio de un millón de pesos y una desviación estándar de 230 mil pesos. Esta variable no se encuentra bajo control estadístico por tener tres puntos especiales de variación, el primero se presentó el mes de mayo de 2015, que ha sido el mayor pago realizado, con un valor que supera los 1.6 millones en bonificación. Los otros dos puntos especiales de variación son los valores nulos en los meses de octubre de 2016 y enero de 2019; en estos dos meses no hubo utilidades brutas, ya que no habian existencias de materias primas.

Se observa como un cambio de nivel, el hecho que hay un patrón inicial hasta el mes de junio de 2016 de los pagos más altos de todo el proceso con bonificaciones superiores al promedio de

un millón en la mayor parte de los meses de ese periodo, pero a partir de dicho mes hasta enero de 2019 la tendencia cambia de nivel con bonificaciones próximas o inferiores al promedio de un millón de pesos. Esta tendencia ocurre por el mismo cambio normativo que ocurre en expendio, pues aplican para todos los proyectos productivos.

Estadísticos bajo control de calidad de bonificación en Panadería:

Tabla 9. Bonificación en Panadería bajo control

Estimador	valor
Límite inferior	0.408 millones
Promedio o línea central	1.049 millones
Desviación estándar	0.213 millones
Límite superior	1.689 millones

En los meses siguientes, una estimación del promedio de bonificación es de 1.04 millones de pesos de bonificación. Para que la variable bonificación en Panadería este bajo control debe oscilar entre 408 mil pesos y 1.68 millones de pesos.

Índice de inestabilidad bonificación en Panadería

$$st = \frac{15}{51} * 100 = 29.4\%$$

La bonificación es inestable en un 29.4% por 3 puntos especiales que salen de los límites de control y 12 puntos con variaciones especiales que muestran dos patrones no aleatorios, el primero por encima y el otro patrón por debajo del promedio.

2.4. Indicador de calidad Panadería

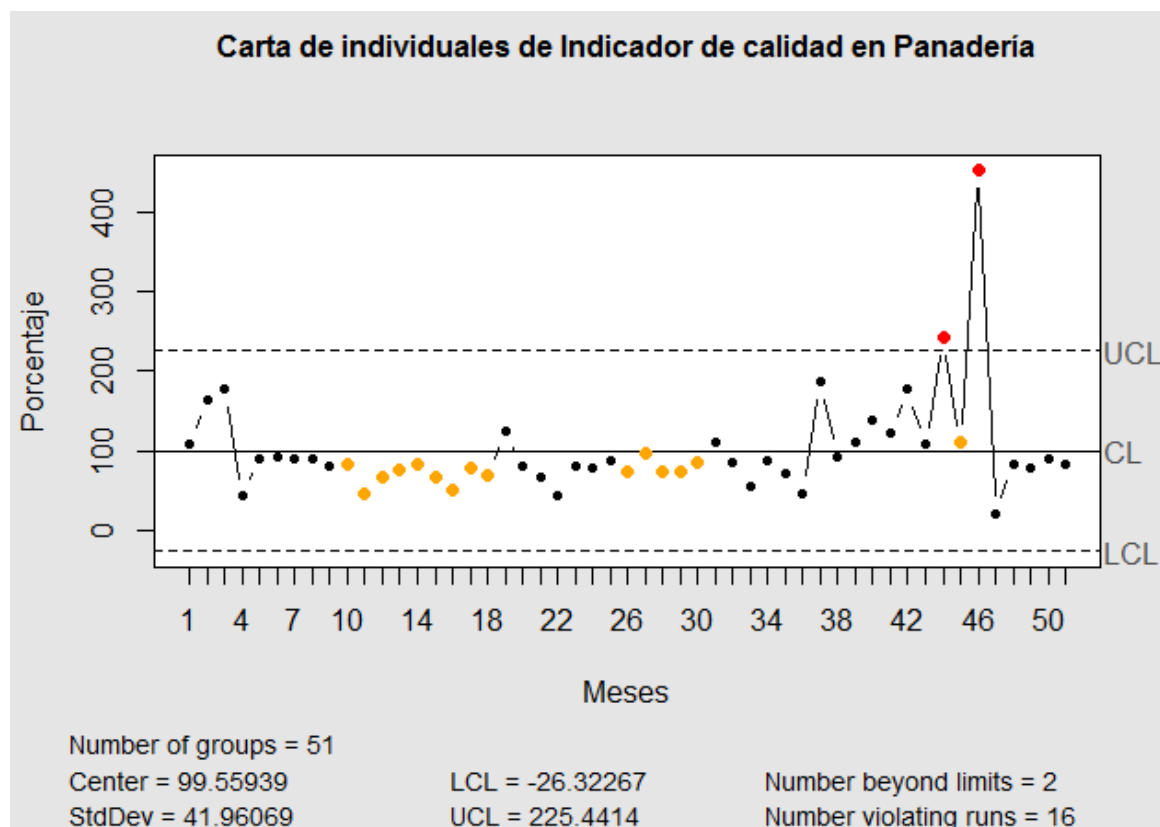


Gráfico 9. Indicador de calidad en Panadería

La variable “indicador de calidad” establecida como medio para evaluar autosostenibilidad del programa de panadería tiene un promedio de 99.5 % y una desviación de 42%. El promedio es muy cercano al 100% que indica que las se generan utilidades brutas con valores cercanos a los costos de producción.

El indicador de calidad no se encuentra bajo control estadístico, contiene dos puntos especiales de variación altos que están por fuera del límite de control superior, ocurridos en los meses de septiembre y noviembre de 2018. El primero se debe a un valor alto de utilidad bruta originado por altas ventas en las actividades del “día de las mercedes” y el segundo punto especial proviene de los costos nulos que se registraron para este mes. Los anteriores puntos

especiales confirman y hacen parte de la tendencia de crecimiento de los indicadores durante el año 2018, visto como el año con mejor margen de rentabilidad respecto a los anteriores años.

A grandes rasgos se observa una tendencia desde el mes de abril de 2015 hasta noviembre de 2017 que están por debajo del promedio, es decir los valores más bajos presentados. Hay un cambio de nivel positivo en 2018, a partir del cual el proceso tiene las mayores variaciones del proceso.

Estadísticos bajo control de calidad de indicador de calidad en Panadería:

Tabla 10. Indicador de calidad de Panadería bajo control

Estimador	valor
Límite inferior	0.24 %
Promedio o línea central	95.47 %
Desviación estándar	31.74 %
Límite superior	190.7 %

El estadístico del promedio puede tenerse en cuenta como estimador para los siguientes meses, si el proceso está bajo control será del 95% el margen de rentabilidad

Índice de inestabilidad indicador de calidad panadería:

$$st = \frac{18}{51} * 100 = 35.2\%$$

El indicador de calidad de panadería es inestable en un 35.2% debido a 2 puntos especiales que están por fuera del límite de control superior y 16 puntos que indican dos patrones especiales por debajo del promedio en dos periodos.

2.5 Análisis multivariado panadería

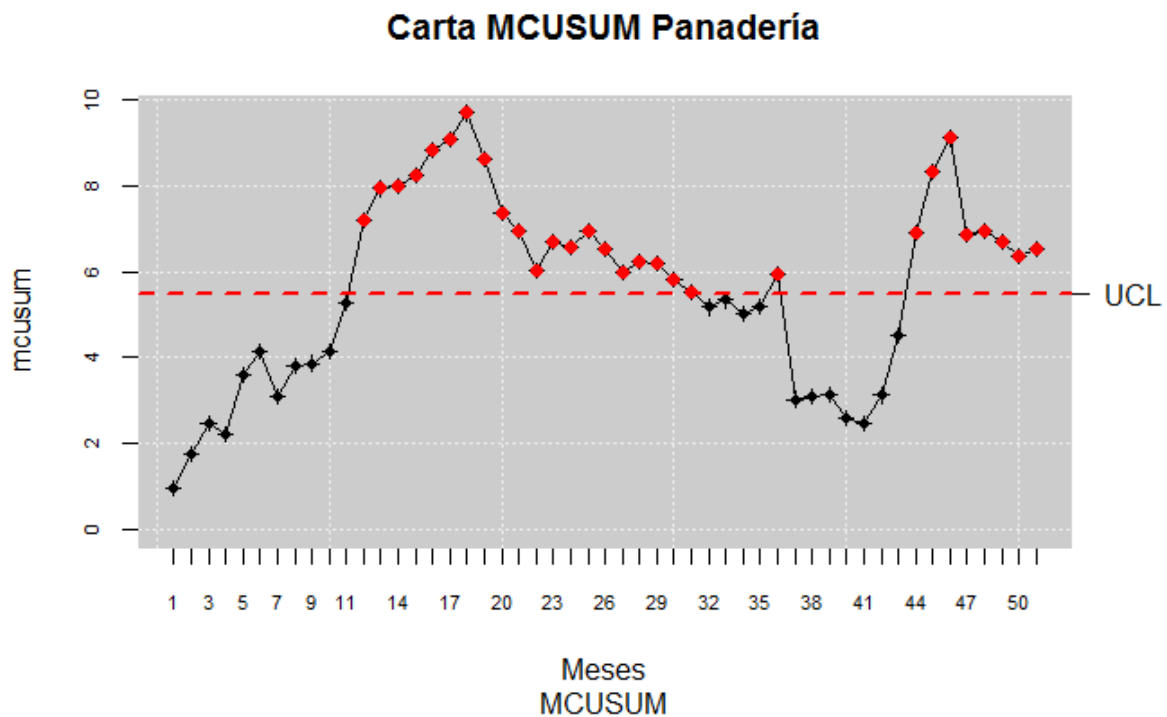


Gráfico 10. MCUSUM en Panadería

El proceso para las variables en conjunto de Panadería no está bajo control estadístico de calidad, ya que tiene 29 puntos como variaciones especiales. Desde enero de 2015 hasta junio de 2016 tendía al aumento mes a mes la variación del proceso, después el proceso cambia de nivel y el proceso tiende a disminuir su variación hasta junio de 2018.

El año 2018 empezó con variaciones bajas hasta el mes de junio, mes en cual hubo algún cambio que provocó un aumento en conjunto de la variación del proceso hasta los primeros meses de 2019; resultado de la alta dispersión en la utilidad bruta y en la variable indicador de calidad para estos meses, dispersión que es producida por valores altos en estas variables que indican positivamente la rentabilidad, pero afectan la variabilidad de los datos.

Se evidencia un periodo comprendido entre los meses diciembre de 2015 y julio de 2017 como el que tiene la mayor variación del proceso en un periodo consecutivo de 20 meses.

Índice de inestabilidad variables financieras panadería

$$st = \frac{29}{51} * 100 = 56.8\%$$

El proceso de panadería es inestable en un 56.8% por variaciones especiales en dos periodos, más de la mitad de los meses tienen valores con alta variación, que se evidencian en un periodo comprendido entre los años 2016 y 2017, y el otro periodo desde los últimos meses de 2018 hasta los primeros meses de 2019.

3. Comidas rápidas

3.1. Utilidad bruta Comidas rápidas

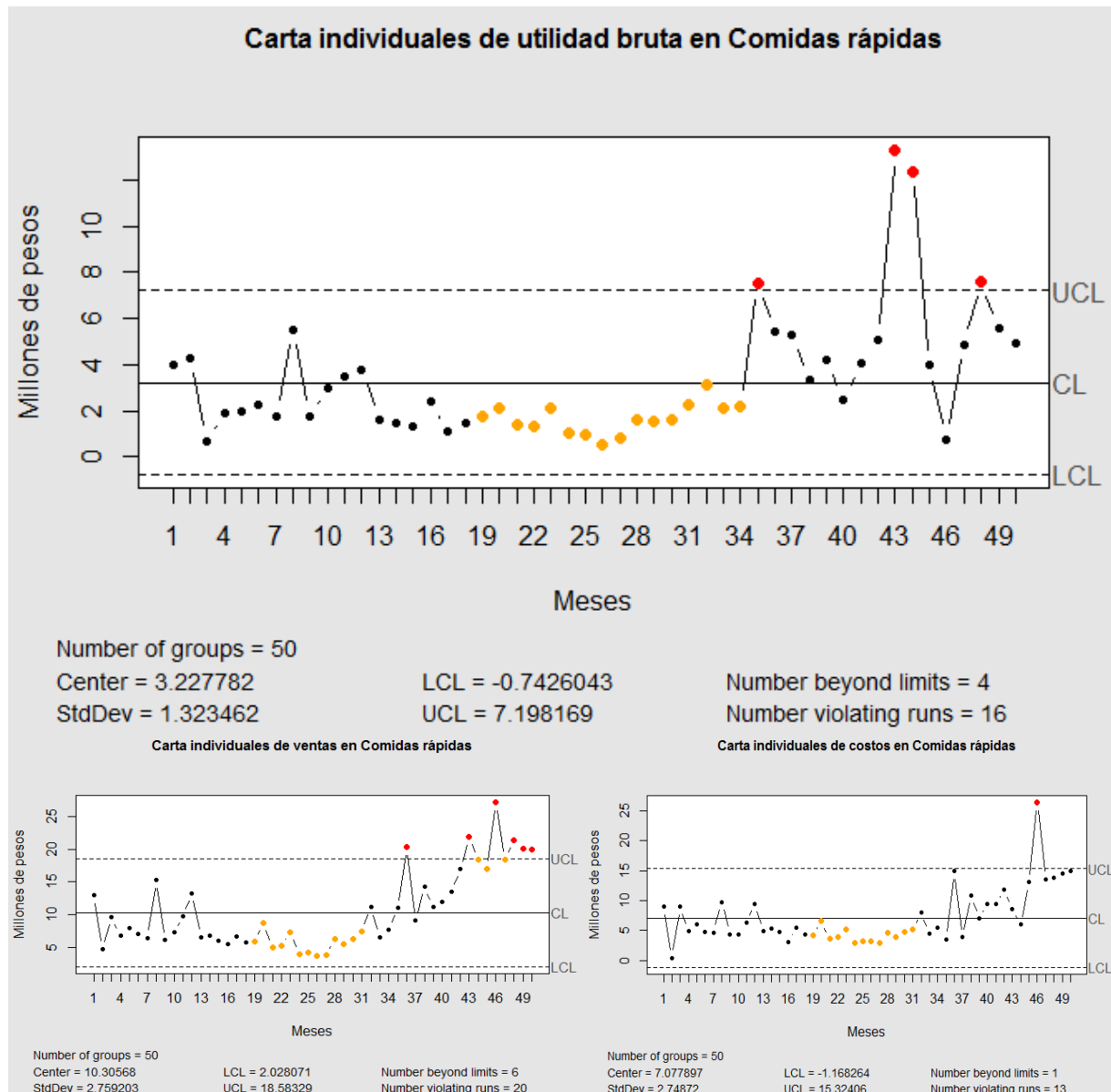


Gráfico 11. Utilidad bruta en Comidas rápidas

La utilidad bruta de Comidas rápidas tiene un promedio de 3.22 millones de pesos y una desviación estándar de 1.32 millones. No se encuentra bajo control estadístico porque tiene cuatro puntos especiales de variación, con valores altos de utilidad bruta que superan los 7

millones de pesos. Como posible factor que influye en estas variaciones especiales se encuentra las celebraciones “día de las mercedes” en el mes de septiembre, en los cuales hay actividades que aumenta el número de personal visitante; y con ello las ventas. El último punto especial es provocado por el inicio del presupuesto anual y logística en temas de contrataciones.

Los anteriores puntos especiales hacen parte de la tendencia de crecimiento que se ha presentado desde diciembre de 2017 hasta lo corrido de 2019. Este crecimiento de las utilidades brutas se debe a una tendencia considerable del aumento de las ventas desde abril de 2017; aunque los costos también presentan la misma tendencia, fue menor proporcionalmente. El aumento de las ventas se debe la ampliación de la variedad de productos ofrecidos a partir de 2017 y la vinculación con Expendio para facturar las ventas por ese medio, que agilizaba las ventas.

El crecimiento de las utilidades desde 2017 estuvo afectado en diciembre de 2018 por un costo elevado, que es el más alto presentado en el proceso con valores cercanos a los 25 millones de pesos, muy alejado del promedio de 7.07 millones de costos mensuales.

Hay una tendencia de los datos de utilidades brutas por debajo de 3.22 millones de pesos desde el mes de febrero de 2016 hasta agosto de 2017, es decir más de un año con utilidades inferiores del promedio, como resultado de las más bajas ventas y costos del proceso en ese periodo de tiempo.

Estadísticos bajo control de calidad de utilidad bruta en Comidas rápidas:

Tabla 11. Utilidad bruta de Comidas rápidas bajo control

Estimador	valor
Límite inferior	-0.68 millones
Promedio o línea central	3.13 millones
Desviación estándar	1.27 millones
Límite superior	6.942 millones

Para controlar los costos de producción y que la utilidad bruta este bajo control estadístico, se puede tener en cuenta los límites de control entre cero hasta 6.94 millones de pesos, como el rango apropiado de la diferencia entre ventas y costos; no produciría perdidas y estaría bajo control estadístico. La estimación del promedio bajo control de los próximos meses es de 3.13 millones de pesos.

Índice de inestabilidad utilidad bruta Comidas rápidas:

$$st = \frac{20}{50} * 100 = 40\%$$

La utilidad bruta de comidas rápidas es inestable en un 40%, por cuatro puntos especiales que superan el límite superior y por 16 que conforman un patrón no aleatorio con valores por debajo del promedio.

La inestabilidad se debe a variaciones especiales altas, financieramente es positivo para el proyecto, pero hace aumentar la variación y no tener control sobre la utilidad bruta.

3.2. Utilidad neta Comidas rápidas

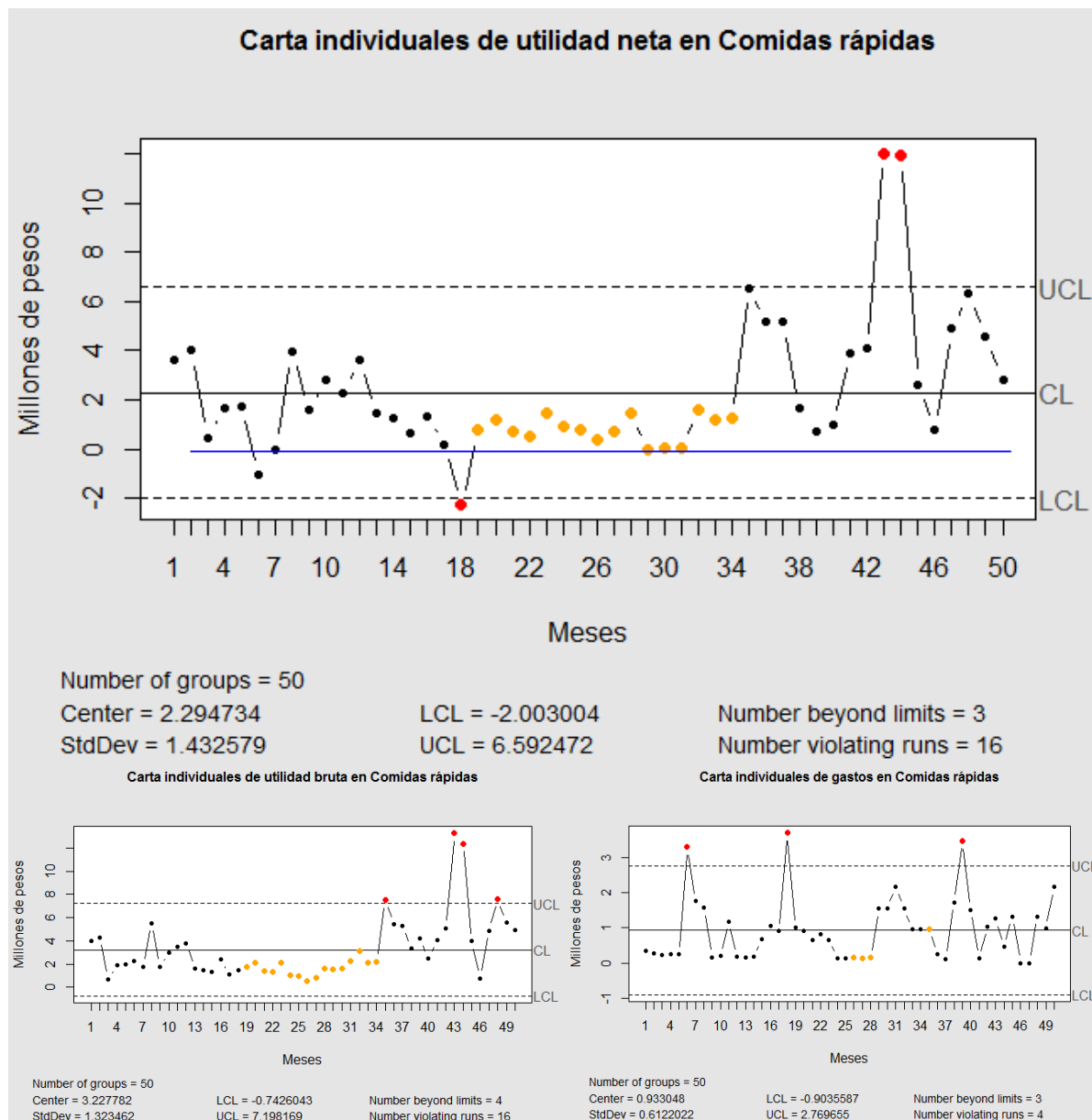


Gráfico 12. Utilidad neta en Comidas rápidas

La utilidad neta de Comidas rápidas tiene un promedio de 2.29 millones de pesos al mes, con una desviación estándar de 1.43 millones. Se observa en las cartas de control similares comportamientos entre las utilidades netas y las utilidades brutas, y se evidencia este supuesto con el coeficiente de correlación que con un 0.94 muestra una alta relación entre estas variables,

lo que indica que para comidas rápidas el tener en cuenta las utilidades brutas o controlarlas, hace que las utilidades netas se controlen, sin influir significativamente los gastos administrativos. Los gastos administrativos tienen alta variación. Al explorarse en la carta de control de gastos se observa un posible patrón recurrente en intervalos de meses no constante que afecta la variación del proceso y hace que haya pocos meses con valores de gastos muy elevados. Algunos de estos altos gastos son puntos especiales y afectan las utilidades netas, como ocurre en el mes de julio de 2016, que un valor alto de gasto produjo un punto especial con utilidad neta negativa. El factor relacionado con algunos gastos elevados se debe a temas de pagos de contratación en temas de materias primas y equipos, que no se generan mes a mes.

Como punto especial de variación es un valor inferior que esta por fuera del límite de control inferior y es negativo, que indica pérdidas cercanas a los 2 millones de pesos en el mes de julio de 2016, producido por el gasto administrativo en este mes como el más alto del proceso.

La utilidad neta presenta tres puntos especiales, dos de ellos puntos especiales con valores altos y significativos correspondientes a los meses de septiembre y octubre de 2018 distribuidos aproximadamente a 7 desviaciones del promedio. Esto se debió a las utilidades brutas del mismo mes que está también se encuentran como las más altas mediciones a más 7 desviaciones del promedio, que se produce por el aumento de las ventas en el mes de septiembre cuando se celebra el “día de las mercedes”.

A partir del mes del mes de agosto de 2017 hay una tendencia de crecimiento de las utilidades netas, alcanzando en los últimos meses las utilidades brutas más altas de todo el proceso, como los anteriores proyectos productivos las utilidades en el año 2018 han alcanzado sus mejores resultados. Esta tendencia está influida por el aumento de la variedad de productos ofrecidos.

Hay dos valores negativos en el proceso, que muestran pérdidas, uno es el punto especial inferior antes mencionado y el otro ocurrió en el mes de julio de 2015, estas pérdidas registradas en la utilidad neta son producidas por altos gastos administrativos. Las pérdidas ocurrieron en los dos primeros años del proceso, después no se volvió a reportar pérdidas en comidas rápidas.

Es notoria la tendencia bajo el nivel central entre los meses de febrero de 2016 al 17 de noviembre de 2017, más de un año con utilidades netas inferiores al promedio, se debe a la tendencia que hay para estos meses en la utilidad bruta también por debajo del promedio.

Estadísticos bajo control de calidad de utilidad neta en Comidas rápidas:

Tabla 12. Utilidad neta en Comidas rápidas bajo control.

Estimador	valor
Límite inferior	-1.945 millones
Promedio	2.578 millones
Desviación estándar	1.507 millones
Límite superior	7.101 millones

Para controlar los gastos administrativos, una base para la diferencia apropiada de gastos y utilidad bruta es que debería estar desde cero hasta 7.1 millones de pesos. El promedio bajo control para los meses próximos de comidas rápidas es de 2.58 millones.

Índice de inestabilidad utilidad neta Comidas rápidas

$$st = \frac{19}{50} * 100 = 38 \%$$

La utilidad neta es inestable en un 38%, por tres puntos especiales por fuera de los límites de control y 16 puntos que constituyen patrón especial.

3.3. Bonificación Comidas rápidas

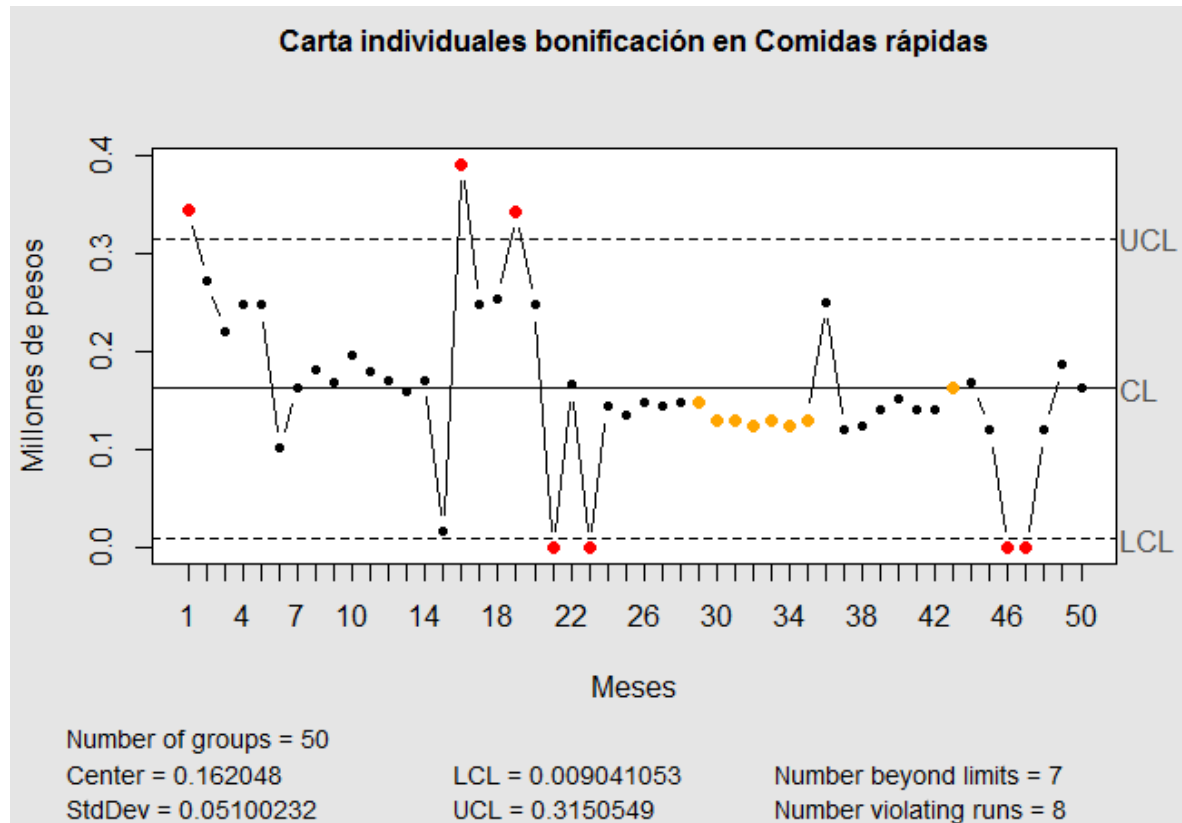


Gráfico 13. Bonificación en Comidas rápidas

La bonificación de comidas rápidas tiene un promedio de 162 mil con una desviación estándar de 51 mil pesos. El gráfico muestra una alta variabilidad en los datos con 7 puntos especiales de variación que hacen que sea un proceso fuera de control estadístico. Tres puntos especiales son valores altos de bonificación que superan los límites de control superior en los meses de enero de 2015, mayo de 2016 y agosto de 2016, son las mayores bonificaciones que superaron los 300 mil pesos. Se muestran cuatro puntos especiales, donde no se generaron bonificaciones en los meses de octubre de 2016, diciembre de 2016, diciembre de 2018 y enero de 2019. Estos puntos

especiales ocurren cerca del fin de año, se considera como factor influenciador temas de cierre financiero anual.

Además, hay un patrón de valores de bonificación por debajo del promedio entre enero de 2017 hasta diciembre del mismo año, es decir durante todo el año 2017 se realizaron bonificación con valores por debajo del promedio en todos los meses.

Hay una tendencia de disminución en las bonificaciones a partir del mes de agosto de 2016, con un cambio de nivel negativo con registro de bonificaciones por debajo del promedio de 162 mil pesos para los años siguientes. Este cambio de nivel es el mismo que ocurre en Expendio y Panadería por motivos de cambio normativo de disminución de jornada laboral de las ppl en los Proyectos Productivos.

Estadísticos bajo control de calidad de bonificación en Comidas rápidas:

Tabla 13. Bonificación en Comidas rápidas bajo control.

Estimador	valor
Límite inferior	0.091 millones
Promedio o línea central	0.175 millones
Desviación estándar	0.027 millones
Límite superior	0.258 millones

Se puede considerar como estimación del promedio bajo control para los meses siguientes el valor de 175 mil pesos mensuales.

Índice de inestabilidad bonificación en Comidas rápidas

$$st = \frac{15}{50} * 100 = 30\%$$

La bonificación en comidas rápidas es inestable en un 30% por siete puntos especiales que están por fuera de los límites de control y 8 puntos que evidencian un patrón de variación especial.

3.4. Indicador de calidad comidas rápidas

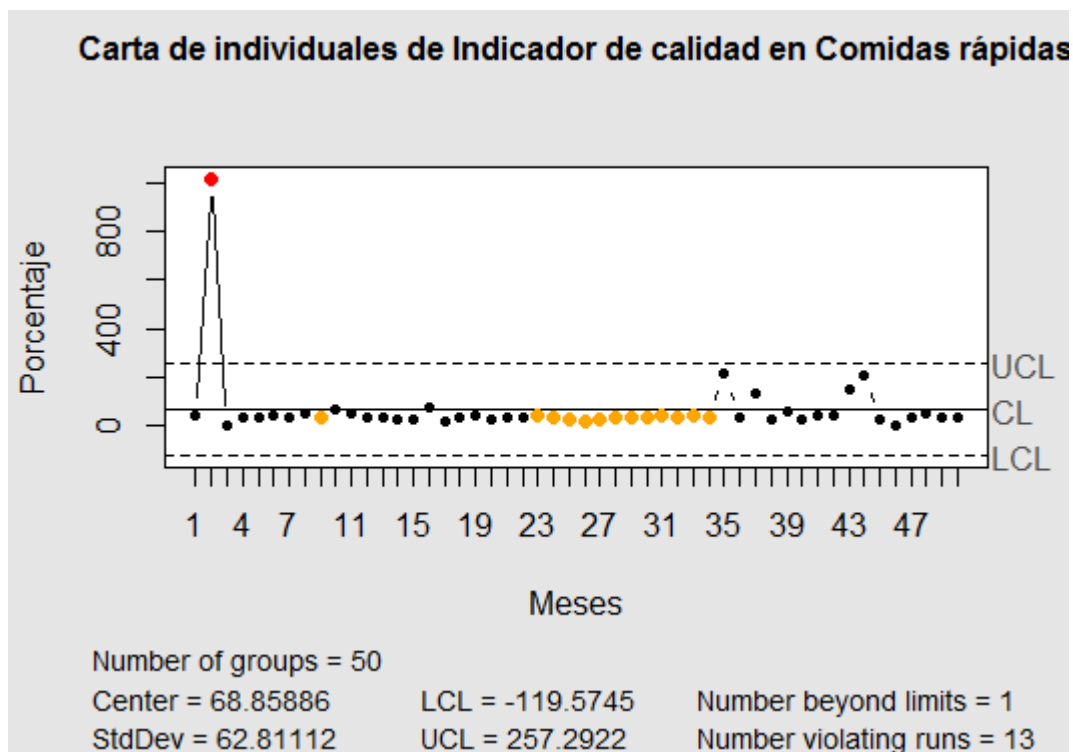


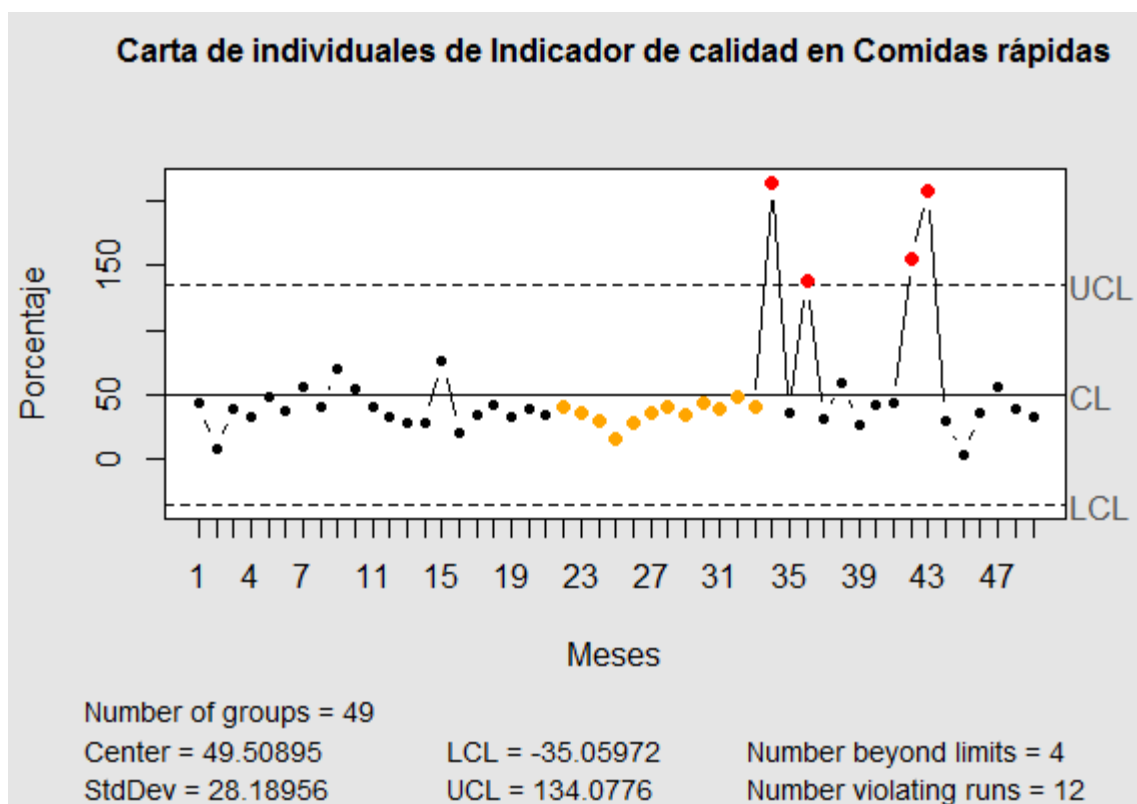
Gráfico 14. Indicador de calidad en comidas rápidas bajo control

Nota: en esta carta de control se tiene la segunda observación como un dato atípico, que no se había considerado en el análisis exploratorio de datos, ya que se buscaban datos ausentes.

Tampoco se había evidenciado como dato atípico o punto especial en la variable costo en el mes de febrero de 2015; por el contrario, es un valor menor del promedio. En la utilidad bruta no se encuentra que este valor genere un dato atípico que llame la atención, pero si es evidente en el

indicador de calidad que muestra un dato muy atípico producto del bajo costo y las ventas muy por encima de los costos como no es habitual.

Este valor afecta significativamente la distribución de los datos; ya que se encuentra a 14 desviaciones del promedio, y la interpretación de la carta se ve influida por este valor, por lo tanto, se elimina la observación 2 (mes de febrero de 2015) solo para la variable indicador de calidad, para buscar homogeneidad y representatividad en los datos.



El indicador de calidad de Comidas rápidas muestra que hay un margen de rentabilidad promedio de 49.5% con una desviación estándar de 28%. Se puede interpretar que en Comidas rápidas se generan utilidades brutas por cerca de la mitad de los valores de los costos.

El indicador de calidad de Comidas rápidas no se encuentra bajo control estadístico debido a cuatro puntos especiales superiores a los límites de control, ocurridos en noviembre de 2017, y

en los tres meses de 2018 febrero, agosto y septiembre; que ratifican el aumento en el margen de rentabilidad en el año 2018 y con los valores más altos del proceso. Estos valores se deben a altos valores utilidad bruta.

Se encuentra un patrón especial en el periodo comprendido entre los meses de mayo de 2016 hasta octubre de 2017, ósea durante ese año y medio el margen de rentabilidad es inferior al promedio de 49.5%.

La variabilidad en los datos aumenta significativamente en el año 2018, año en el cual se tiene los valores más altos de indicador de calidad.

Estadísticos bajo control de calidad de indicador de calidad en Comidas rápidas:

Tabla 14. Indicador de calidad en Comidas rápidas bajo control

Estimador	valor
Límite inferior	- 7.28 %
Promedio o línea central	38.74 %
Desviación estándar	15.34 %
Límite superior	84.77 %

El promedio bajo control como estimación para los meses próximos es de 38.7 % de margen de rentabilidad para Comidas rápidas. Para que se encuentre bajo control y sea rentable el proceso debe estar entre el 0 y el 84.77 % de margen de rentabilidad.

Índice de inestabilidad indicador de calidad comidas rápidas:

$$st = \frac{16}{50} * 100 = 32\%$$

El indicador de calidad es inestable en un 32%, por cuatro puntos especiales que superan el límite de control superior y por un patrón especial con 12 meses como variaciones especiales del indicador de calidad por debajo de promedio.

3.5 Análisis multivariado Comidas rápidas

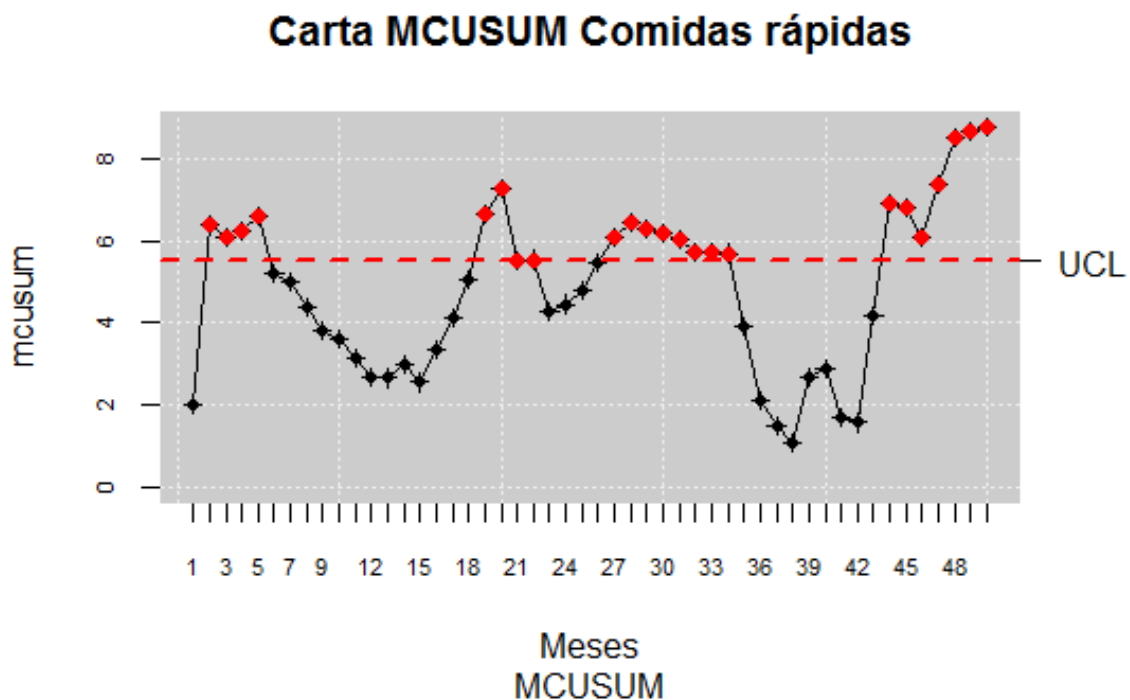


Gráfico 15. MCUSUM en Comidas rápidas

Comidas rápidas tiene variaciones excesivas en cuatro periodos, el primero durante cuatro meses de febrero a julio de 2015, el segundo también de cuatro meses de agosto a octubre de 2016, luego durante un periodo de ocho meses de abril a noviembre de 2017 y por ultimo un periodo durante siete meses de octubre de 2018 a abril de 2019.

El 2018 empezó con variaciones bajas hasta el mes de agosto, después empezó a incrementar la variación con un cambio de nivel hasta abril de 2019, estos primeros meses de 2019 han tenido

las variaciones en el proceso más altas de los últimos cuatro años. Las variaciones bajas de expendio en 2018 indican que para ese año el proceso pudo empezar bajo control, pero ha tenido un cambio significativo en la dispersión de los datos que hace que en los últimos meses del proyecto no se encuentre bajo control.

Puede observarse un patrón de periodicidad leve en los datos, donde se puede pensar según el grafico, que en los primeros meses de cada año la variación es baja, exceptuando el año 2019.

Los periodos mencionados con la mayor variación del proceso también son los que presentan altas variaciones en las utilidades netas y brutas, puede entonces el proceso estar influenciado particularmente por estas dos variables.

Índice de inestabilidad variables financieras de Comidas rápidas

$$st = \frac{23}{50} * 100 = 46 \%$$

El proceso de comidas rápidas es inestable en un 46%. Un valor cercano a la mitad de los meses del proyecto con variaciones especiales.

Comparaciones:

Índices de inestabilidad:

Tabla 15. Resumen índice de inestabilidad

Índice de inestabilidad S_t (%)			
Variables	Expendio	Panadería	Comidas rápidas
Utilidad bruta	23	31.3	40
Utilidad neta	17.3	1.9	38
Bonificación	32.6	29.4	30
Indicador de calidad	5.7	35.2	32
MCUSUM	46.1	56.8	46

En ninguno de los Proyectos Productivos las variables financieras están bajo control estadístico. En conjunto las cuatro variables financieras (MCUSUM) tienen una inestabilidad cercana al 50% en los tres proyectos; es decir la mitad de los meses del periodo analizado (desde el año 2015) tienen valores en las variables financieras como variaciones especiales. Panadería es el proyecto más inestable con un 56.8%, Expendio y Comidas rápidas son igual de inestables con un 46% aproximadamente.

La variable utilidad bruta es más inestable en Comidas rápidas con un 40% de inestabilidad, seguido por Panadería con un 31.3% y el menos inestable es Expendio con 23%.

La utilidad neta en los Proyectos Productivos tiene un comportamiento muy diferente, Panadería tiene una estabilidad buena con un índice de 2%, con algunos cambios puede estar

bajo control estadístico; luego está Expendio con un 17% y por ultimo nuevamente con utilidades inestables Comidas rápidas con un 38%.

Para bonificación en los tres proyectos tiene un comportamiento similar con procesos inestables entre el 29% y el 33%.

El indicador de calidad en Expendio tiene la menor inestabilidad debido a la característica normativa mencionada respecto a especificación de no debe superar el 10%, esto condiciona el proceso controla la variable “indicador de calidad” para que los datos estén en lo posible cerca de ese valor. Por otra parte, el indicador de calidad tiene mayor inestabilidad en Panadería con un índice de inestabilidad de 35.2% y por ultimo Comidas rápidas con una inestabilidad de 32%.

Conclusiones

La evaluación de los Proyectos Productivos respecto al desempeño de sus procesos muestra, por medio de los índices de inestabilidad, que ninguna de las variables financieras en los tres proyectos se encuentra bajo control estadístico.

En conjunto estas cuatro variables para cada proyecto (MCUSUM) evidencia que los procesos son inestables en cerca de un 50%; es decir, la mitad de los meses evaluados tienen valores que son variaciones especiales. En las tres cartas de control multivariado de los tres proyectos se encuentra una tendencia de aumento en la variación desde el año 2015, este aumento alcanza las mayores variaciones continuas en los siguientes años, 2016 y 2017. Después se observa que para el año 2018 las variaciones provenían de una tendencia a disminuir, empezando el año con valores bajos, pero que han tendido a aumentar con el paso del tiempo hasta los primeros meses de 2019, es más notable en Panadería y Comidas rápidas; por su parte Expendio ha venido disminuyendo su variación hasta los últimos meses.

El cambio negativo más relevante se observa en la variable bonificación, la cual en los tres Proyectos Productivos aproximadamente partir la mitad de año de 2016 se aprecia la tendencia de la disminución de sus valores, por causas normativas que redujo la jornada laboral y así los valores de bonificación.

Como evidencia de la rentabilidad de los Proyectos Productivos se estudia la utilidad bruta, utilidad neta e indicador de calidad las cuales muestran en el análisis de control de calidad que desde aproximadamente el año 2017 a nivel general no se presentan pérdidas en ninguno de los proyectos. También a grandes rasgos es notorio un aumento en las utilidades desde el año 2017,

esto ha conllevado que en el año 2018 se encuentren los valores de utilidades más altos del proceso durante estos últimos cuatro años en los tres proyectos.

En cuanto al indicador de calidad como pauta del desempeño, Expendio tiene un promedio de margen de rentabilidad de 10.7%, Panadería tiene el valor más alto de indicador de calidad con un promedio de 95.4% de margen de rentabilidad mensual y Comidas rápidas tiene un margen de rentabilidad promedio de 38.7%. Esta variable en los tres proyectos es inestable entre el 30% y 35%. Este indicador de calidad evidencia el nivel de rentabilidad y autosostenibilidad de los Proyectos Productivos y puede tenerse en cuenta como base importante para implementar la evaluación de alguna especificación requerida o alguna estrategia de cambio para algún Proyecto Productivo.

La variable “indicador de calidad” no se puede tomar para hacer comparaciones entre los tres Proyectos Productivos, ya que el artículo 25 del acuerdo 010 de 2014 condiciona para Expendio que esta variable (margen de rentabilidad para expendio) no debe superar el 10%. Para esta condición especial, se puede abordar con un análisis diferente al usar un índice de capacidad que permita medir si el Proyecto Productivo de Expendio cumple con la especificación dada por el acuerdo. Sin tener en cuenta el indicador de calidad de Expendio, el proyecto de Panadería tiene el mejor margen de rentabilidad con un promedio de 99.5%, con la interpretación que se está dando indica que el proyecto de Panadería tiene utilidades brutas de cerca del 100% del valor de los costos de producción. Por su parte Comidas rápidas tiene un menor margen de rentabilidad con un valor promedio del 49.5%, que quiere decir que Comidas rápidas genera utilidades brutas de cerca del 50% del valor de los costos.

En la exploración de los meses que se observan en las cartas de control como variaciones especiales, se pudo establecer algunas apreciaciones que posiblemente influyen en esas variaciones y se categorizan como los siguientes factores:

Tendencia de aumento en utilidades por ampliación de la variedad de productos, variaciones especiales inferiores por falta de materias primas debido a temas presupuestales y cierres financieros anuales, disminución en la bonificación por cambios normativos relacionadas con jornadas laborales, puntos especiales altos en las utilidades por celebraciones y actividades especiales en septiembre y diciembre y variaciones en gastos por contratos en periodos de meses irregulares.

Recomendaciones y sugerencias

Esta investigación cumple el papel principal de diagnóstico de los proyectos productivos. Se aconseja que las cartas de control no sean tenidas en cuenta como bitácoras de los procesos, debe dársele importancia y no desperdiciar la oportunidad de tener una señal estadística para conocer algún evento que se puede volver a presentar. No estar bajo control no significa que el proceso no cumpla con sus objetivos, en muchos de los casos de estos proyectos productivos las variables no estaban bajo control por variaciones especiales que son valores altos de rentabilidad.

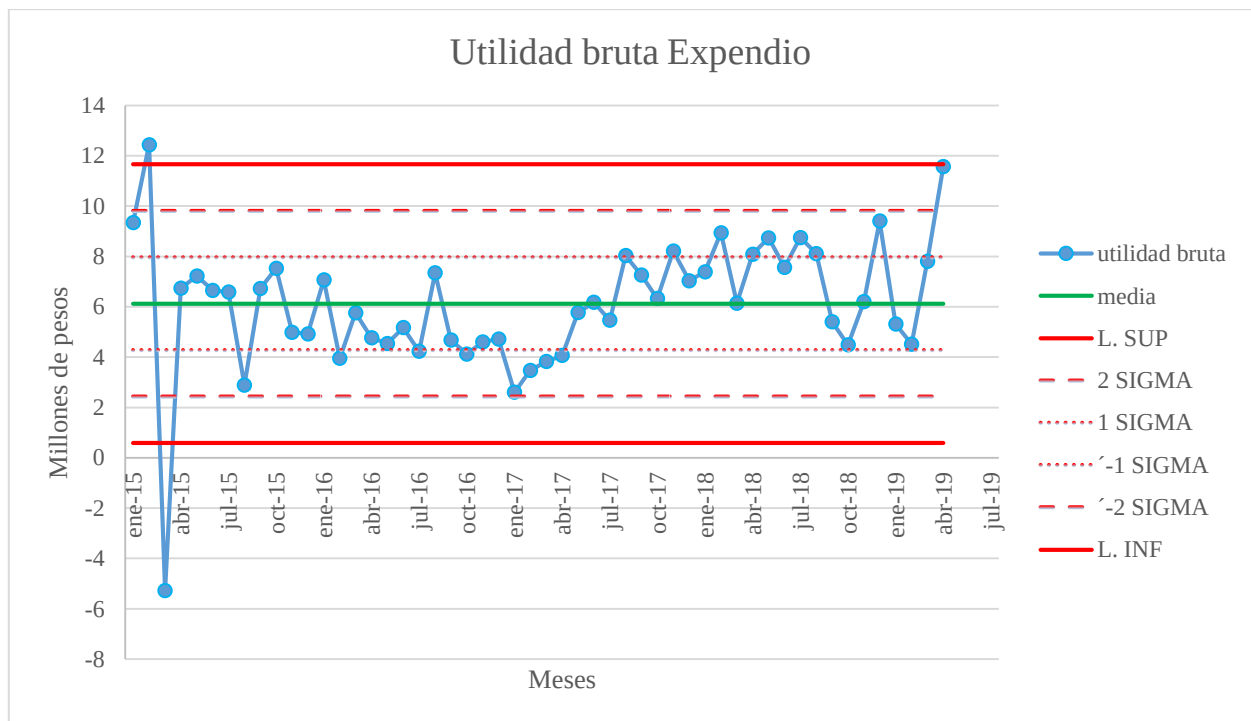
Los estadísticos que se sugieren para que los procesos estén bajo control de calidad pueden ser tenidos en cuenta para hacer monitorización de las variables; así mismo, hacer uso de los intervalos de control como rango apropiado del resultado de las variables que dependen de otras (por ejemplo, el intervalo apropiado para que utilidad bruta este bajo control, que es resultado de la diferencia de ventas y costos). También es útil considerar esos estadísticos como estimaciones que predicen el comportamiento de los datos a corto plazo, pudiéndose adoptar para la planeación, presupuestos y proyecciones.

Los factores que se mencionaron como influyentes en las variaciones especiales pueden considerarse como fuente de información para establecer planes de mejora en los procesos. Según algunos autores referenciados proponen algunas alternativas para mejorar los procesos como:

- ✓ Estabilizar los procesos (lograr control estadístico) en la medida en que se detectan, identifican y eliminan las causas especiales de variación.
- ✓ Mejorar el proceso al reducir la variación debida a causas comunes.
- ✓ Monitorear el proceso para asegurar que las mejoras se conserven y para detectar oportunidades adicionales de mejora.

Nota final: Como adicionales de la investigación se plantea un “plus” al estudio:

Se desarrolla una plantilla en EXCEL para realizar la carta de control de individuales y obtener los estadísticos de control de calidad, con una serie de instrucciones para la manipulación de esta plantilla y para la interpretación de la carta de control; que puede ser adaptada para cualquier variable financiera y en cualquier Proyecto Productivo. A continuación, se observa un ejemplo del tipo de carta que se obtiene por medio de esta alternativa:



ESTADISTICOS UTILIDAD BRUTA EXPENDIO	
Media	6,121
Desviación estándar	1,845
Límite inferior	0,584
Límite superior	11,658

Referencias

- Argumedo, O. J., Molina Arredondo, R. D., Martínez Gómez, E., & Hernández Gómez, J. (2014). Control estadístico multivariante de proceso aplicado en la industria. *Cultura Científica y Tecnológica*, 102-116. Recuperado el 10 de Febrero de 2019, de <http://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/2197>
- Congreso de Colombia. (1993). Ley 65 del 19 de agosto de 1993. Por la cual se expide el Código Penitenciario y Carcelario. Bogotá, D.C.
- Correa Espinal, a., Perez Duque, P., & Gutierrez Roa, F. (2018). Control de calidad en un proceso financiero usando estadística multivariada. *Espacios*, 39(42), 26. Obtenido de <http://www.revistaespacios.com/a18v39n42/18394226.html>
- DANE. (2012). Guía para diseño, construcción e interpretación de indicadores. Bogotá D.C.
- DANE. (2017). Código nacional de buenas prácticas del sistema estadístico nacional. Bogotá D.C.
- Flores Sánchez, M. (2013). Desarrollo de una aplicación para gráficos de control de procesos industriales. ddd: ESPAÑA / Facultad de Matemáticas- Universidad de La Coruña. 96 p.
- Gómez Zúñiga, C. E., & Osorio Morales, R. A. (2015). Medición y análisis de los resultados de la prueba básica de matemática aplicada a estudiantes que ingresan a la Fundación Universidad Autónoma de Colombia. *Revista Academia y Virtualidad*, 8(1), 66-75. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5104750>

- Guevara Cardona, M. (2003). Establecimiento de variables críticas, parámetros de control y análisis en los procesos productivos de la Industria Licorera de Caldas. (Tesis de pregrado) Universidad Nacional de Colombia- Sede Manizales.
- Gutiérrez Pulido, H., & de la Vara Salazar, R. (2013). Control estadístico de la calidad y Seis Sigma (tercera edición ed.). México, D.F., México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Huerga Castro, C., Blanco Alonso, P., & Abad González, J. (2005). Aplicación de los gráficos de control en el análisis de la calidad textil. PECVNIA, 125-148. Recuperado el 18 de Febrero de 2019, de <http://revistas.unileon.es/index.php/Pecvnia/article/viewFile/4212/3133>
- INPEC. (10 de febrero de 2019). Obtenido de <http://www.inpec.gov.co/web/guest>
- Jiménez Zúñiga, D. (2017). Implementación de un sistema de control estadístico de procesos para el departamento de logística de una empresa farmaceutica de la ciudad de Quito. (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica de Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/13841>
- Marín Ramírez, E. (2016). Evaluación de estrategias docentes universitarias: Una aplicación práctica del control estadístico de procesos en estudio de empresas. (Tesis de doctorado). Universidad de Huelva. Obtenido de <http://rabida.uhu.es/dspace/handle/10272/12371>
- Ministerio del Interior y Justicia. (2004). Acuerdo 010 del 01 de julio de 2004. Por medio del cual se expide el Reglamento General para el manejo de los recursos propios del INPEC, generados en los Establecimientos de Reclusión. Bogotá D.C.

Mosquera Restrepo, J. (2007). Gráficos de control para procesos con varias variables críticas que se estudian conjuntamente. *Heurística*, 14, 3-12. Recuperado el 23 de febrero de 2019, de <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/6089>

Pérez Duque, P. (2012). Control estadístico de calidad multivariado, para el monitoreo e identificación de causas de variabilidad en procesos de crédito del sector financiero. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia.

Restrepo Tamayo , L. (2018). Cartas de control para optimizar el proceso de pintura de láminas de aluminio. *Espacios*, 39(22), 34. Obtenido de <http://www.revistaespacios.com/a18v39n22/18392234.html>

Santos Fernandez, E. (2013). Contribución al control estadístico de procesos Multivariado usando R. (Tesis de maestria). Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.