

INVESTIGACIÓN  
E INNOVACIÓN  
EN INGENIERÍAS

## Control de gestión para la calidad en una empresa bancaria a través del rendimiento promedio de corrida y el indicador geométrico multivariable utilizando las métricas Seis Sigma

Management control for quality in a banking company through average run performance and multivariate geometric indicator using Six Sigma metrics

Tomás Fontalvo Herrera 

Hellen Calle Ramos 

Universidad de Cartagena, Colombia

OPEN  ACCESS

Recibido:

16/10/2024

Aceptado:

11/12/2024

Publicado:

17/01/2025

Correspondencia:

tfontalvoh@unicartagena.edu.co

DOI:

<https://doi.org/10.17081/invinno.13.1.7585>



Copyright 2025 by  
Investigación e Innovación en  
Ingenierías

### Resumen

**Objetivo:** analizar el control de la gestión de calidad desde perspectivas particulares con el uso de las curvas de operación del rendimiento promedio de corrida (RPC) y el indicador geométrico de capacidad multivariable ( $CM_K^T$ ) respaldado por el uso de las métricas Seis Sigma. **Metodología:** Adopta una perspectiva analítica sobre la investigación y propone formas de medir y controlar este sistema. **Resultados:** Se reveló que el análisis de las curvas de operación RPC permiten conocer la cantidad de servicios necesarios para que un proceso pase de un nivel Z a otro nivel Z, hallando la diferencia del RPC que se obtiene en Z menor y el RPC obtenido en Z mayor para conocer el mejor crecimiento que puede tener el nivel sigma en cada uno de los servicios, mientras que el índice geométrico de capacidad multivariable ( $CM_K^T$ ) mide el desempeño del servicio de forma integral y general, dando como resultado un valor de 0,92074, lo que indica un desempeño excelente. **Conclusiones:** al establecer un modelo innovador fundamentado en las curvas de operación de las métricas Seis Sigma, se facilita el control de calidad en cada operación de un servicio gracias a las curvas de operación RPC y la gestión de la calidad global e integral a favor del ( $CM_K^T$ ), mejorando desempeño de la empresa desde distintas perspectivas.

**Palabras claves:** métricas Seis Sigma, curvas de operación RPC, indicador geométrico de capacidad, control de gestión, servicio bancario.

### Abstract

**Objective:** To analyze the quality management control from particular perspectives using the operation curves of the average run performance (RPC) and the multivariable geometric capability indicator ( $CM_K^T$ ), supported by the use of Six Sigma metrics. **Methodology:** It adopts a descriptive perspective on the investigation and proposes ways to measure and control this system. **Results:** It was revealed that the analysis of the RPC operation curves allows knowing the number of services necessary for a process to move from one Z level to another Z level, by finding the difference between the RPC obtained at a lower Z and the RPC obtained at a higher Z to determine the best growth that the sigma level can achieve in each of the services. Meanwhile, the multivariable geometric capability index ( $CM_K^T$ ) measures the service performance comprehensively and overall, resulting in a value of 0.92074, indicating excellent performance. **Conclusions:** By establishing an innovative model based on the operational curves of Six Sigma metrics, quality control is facilitated in each service operation, thanks to the RPC operational curves and global and integral quality management in favor of the ( $CM_K^T$ ), improving company performance from different perspectives.

**Keywords:** Six Sigma metrics, RPC operating curves, geometric capability indicator, management control, banking services.

**Como citar (IEEE):** T. Fontalvo Herrera, H. Calle Ramos "Control de gestión para la calidad en una empresa bancaria a través del rendimiento promedio de corrida y el indicador geométrico multivariable utilizando las métricas Seis Sigma.", Investigación e Innovación en Ingenierías, vol. 13, no. 1, pp. 15-27, 2025. DOI: <https://doi.org/10.17081/invinno.13.1.7585>

## Introducción

La satisfacción del cliente es el objetivo de toda entidad empresarial con éxito [1]; las organizaciones buscan estabilizar sus negocios, proponiendo estrategias que permitan medir, gestionar y controlar la calidad de sus productos y/o servicios. El control de la gestión permite identificar las necesidades de los clientes y asegurarse de que estas sean suplidas, estableciendo relaciones y prestando un servicio de calidad para fomentar la fidelidad del cliente termina siendo de gran importancia en el sector de los servicios [2]. En el caso del sector bancario, al ser un mercado es tan riguroso, el satisfacer sus necesidades eficazmente es esencial para éxito de la empresa. La calidad es la base para la supervivencia y el avance organizacional: donde existe calidad, existirá crecimiento empresarial [3], y se define en función del error máximo permisible durante su proceso, permitiendo determinar su capacidad para cumplir con las expectativas del cliente [4].

En este estudio, se implementará un sistema de servicios prestados, complementado con la metodología Seis Sigma, las curvas promedio de corrida (RPC) y el indicador geométrico multivariable, con el fin de realizar el análisis sobre el presente caso de estudio y responder las siguientes preguntas: ¿Cómo analizar un sistema de servicios bancarios a través de un sistema de medición? ¿Cómo controlar la gestión de la calidad de un sistema de servicios bancario? ¿Cómo establecer las curvas de rendimiento promedio de corrida para detectar que  $Z_i$  cambió a otro  $Z_j$ ? ¿Cómo utilizar el indicador geométrico de capacidad multivariable para reconocer la calidad integral en el sistema?.

Con el propósito de abordar las preguntas de investigación planteadas, se han establecido los siguientes objetivos: I) Proponer una estructura basada en la metodología Seis Sigma que permita analizar y controlar el modelo, II) Evaluar de manera exhaustiva tanto el sistema de servicios como sus procesos independientes utilizando las métricas proporcionadas por Seis Sigma III) Establecer los niveles máximos y mínimos de calidad Sigma (Z) y de rendimiento Y necesarios para lograr el control del sistema por medio de las curvas de operación RPC y IV) Analizar los resultados del indicador geométrico de capacidad multivariable para la toma de decisiones.

La base de esta investigación son las métricas Seis Sigma, y se emplean expresadas en términos de defectos por millón de oportunidades [5], así como en niveles Sigma (Z), rendimiento (Y) y defectos (n) que se generan dentro del proceso productivo [6] comparado con estándar de calidad Seis Sigma, el cual establece un límite de 3,4 defectos por millón de oportunidades, y servirá como base para sugerir y controlar mejoras [7]. Al concluir este punto, se realizaron tablas condensando los resultados obtenidos y curvas de operaciones que relacionan DPMO vs Z y Y vs Z con el objetivo de sentar las bases para responder las anteriores preguntas. De igual forma, se considera importante el conocimiento de las siguientes temáticas:

### Control de la gestión para la calidad en los servicios bancarios

La importancia de la calidad en los servicios aumenta constantemente en la ciencia y la práctica [8], ya que los servicios de alta calidad proporcionan una ventaja competitiva sostenible para cualquier empresa [9] al demostrarle a los clientes que el servicio es útil para resolver sus problemas, aumentando su nivel de satisfacción [10].

El control de la gestión de calidad busca conocer los resultados de las métricas y herramientas utilizadas en el mejoramiento de la calidad de una empresa, dado que ayudan a proporcionar una información coherente [11], y así, asegurar que los productos y/o servicios estén siendo realizado con el estándar de calidad

estipulado. Esto se logra al identificar las fallas descubiertas en todas las etapas del proceso y realizar estrategias que permitan su pronta eliminación, trayendo beneficios que posibilitan la disminución de los costos, el aumento de la productividad y la mejora de la imagen proyectada de la organización en la sociedad.

Algunos autores como [12, 13, 14], han realizado investigaciones y casos de estudio donde analizan el campo de los servicios prestados en bancos desde diferentes perspectivas enfocada en la calidad, y con esto, se demuestra la relevancia que se tiene al querer visibilizar las nuevas formas de mejorar la calidad del servicio en el sector bancario [15].

#### **Métricas Seis Sigma:**

La técnica Seis Sigma, según [16], se enfoca en mejorar la transformación de entradas en salidas, asegurando la excelencia de la calidad mediante herramientas estadísticas y métodos basados en datos, impulsando así el éxito de las organizaciones en la consecución de sus metas, y la implementación de esta se basa en el uso de sus métricas, y facilita la identificación rápida de procesos que requieren mejoras y prioriza acciones para impulsar mejoras en la calidad [17]. Las métricas Seis Sigma tienen como objetivo es cuantificar el rendimiento de un proceso [18], y son expresadas en términos de defectos por millón de oportunidades (DPMO) [5], así como en niveles Sigma (Z), rendimiento (Y) y defectos (n) que se generan dentro del proceso productivo [6], comparado con estándar de calidad Seis Sigma, el cual establece un límite de 3,4 defectos por millón de oportunidades, y servirá como base para sugerir y controlar mejoras [7]. El análisis del desempeño de los sistemas productivos mediante métricas de Seis Sigma es crucial para determinar la eficiencia y reducir defectos en empresas con condiciones variables [19].

#### **Curvas de operación de Rendimiento Promedio de corrida:**

Las curvas de operación son herramientas útiles para evaluar el rendimiento de un proceso o servicio, y ayudan a evaluar la capacidad del sistema y cómo se pueden utilizar para establecer objetivos de mejora [20]. Las curvas de operación están asociadas a las métricas Seis Sigma y determinan cuál es más eficiente a la hora de llevar a cabo diversos procesos [21]. Fontalvo et al. [22] menciona que las curvas de operaciones de las métricas Seis Sigma permiten analizar y determinar un sistema productivo o un proceso para un nivel Z el número que defectos que se genera, los defectos en parte por millón DPMO y el rendimiento Y, lo cual permite la toma de decisiones que repercuten en la calidad y competitividad de los sistemas de producción. Estas curvas son análisis estadísticos y representaciones gráficas que permiten un análisis para comprender la relación de métricas y defectos generados en una línea de producción para condiciones variables del nivel de rendimiento de calidad sigma Z [19].

La curva de operación RPC (Rendimiento promedio de corrida) es un modelo matemático que permite demostrar los cambios que existen de forma parcial en un sistema, evaluando los niveles sigma (Z) y el rendimiento. La ecuación de esta curva parte de lo siguiente:

Y= rendimiento medido de acuerdo con métricas Seis Sigma

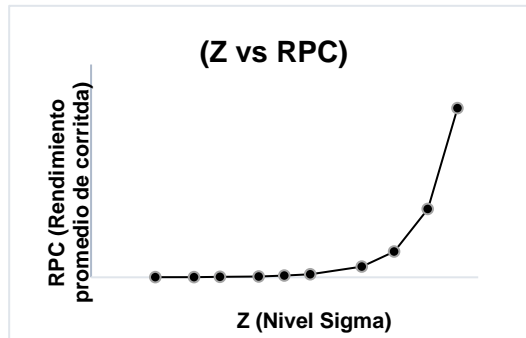
$Y_i$  = Rendimiento del proceso productivo (% producto o servicio bueno)

$1 - Y_i$  = % Productos o servicios defectuosos (1)

$RPC = \frac{1}{1-Y_i} =$  para alcanzar el rendimiento  $Y_i$  y  $Z_i$  (2)

Y la Figura 1 de esta ecuación tiende a ser de la siguiente manera:

Figura 1. Curva de operación rendimiento promedio de corrida (RPC)



Fuente: Elaboración propia

Al obtener los resultados, el análisis se enfoca en los RPC mayores ( $RPC_M$ ), que son las unidades a producir o servir para tener un nivel Z mayor, y los RPC menores ( $RPC_m$ ), las unidades a producir o servir para tener un nivel Z menor en cada dimensión, y así se logra hallar la diferencia entre ellos y encontrar el número de unidades o servicios que se deben realizar para saber que  $Z_i$  cambió de un Z menor ( $Z_m$ ) a un Z mayor ( $Z_M$ ).

$(RPC_M) = \frac{1}{1-(Y_M)}$  = Número de unidades producidas o servidas para evidenciar que Z alcanzo Z mayor y Y mayor ( $Y_M$ ).

$(RPC_m) = \frac{1}{1-(Y_m)}$  = Número de unidades producidas o servidas para evidenciar que Z alcanzo ( $Z_m$ ) y Y menor ( $Y_m$ )  $(RPC_M) - (RPC_m) =$  Unidades que  $\frac{1}{1-Y(Y_M)} Y \frac{1}{1-(Y_m)}$  producen o sirven para detectar que Z cambio de  $Z_1$  a  $Z_2$ .

Las curvas de RPC es una herramienta de control que utiliza las métricas Seis Sigma para la gestión de calidad de los procesos y servicios en un sistema. Facilitan el cumplimiento de especificaciones, la detección temprana de problemas de calidad y una gestión más eficiente y efectiva de la producción. Esto proporciona criterios e información suficiente para una mejor toma de decisiones en el ámbito del control de la gestión de la calidad al satisfacer los criterios de los clientes y sus crecientes expectativa, indicando la relevancia que tienen las la curvas de operación y subraya la importancia de gestionar la calidad para mejorar los procesos [23].

#### Indicador de geométrico de capacidad multivariante:

El análisis de la capacidad multivariante de procesos es una técnica de supervisión, que forma parte de un campo de la estadística [24], crucial en la evaluación de la calidad de productos y servicios, ya que posibilita la evaluación integral y global de todas sus dimensiones, mediante la interpretación de datos obtenidos en la observación del rendimiento (Y) histórico.

[25] propuso el indicador geométrico de capacidad multivariante ( $CM_K^T$ ), este propone el monitoreo de  $v$  características utilizando la siguiente formula:

$$SM_K^T = \frac{1}{3} \phi^{-1} \left\{ \frac{[\prod_{j=1}^v P_j]^{\frac{1}{k}+1}}{2} \right\} \quad (3)$$

La recién implementada metodología ofrece un cálculo del promedio geométrico de las unidades que cumplen con los estándares en  $v$  dimensiones relacionadas con el control de calidad. Además, posibilita la evaluación del porcentaje promedio de unidades no conformes ( $n$ ) con los estándares en las  $jth$  dimensiones utilizando las métricas de Seis Sigma.

$$\sum_{i=1}^k \frac{pk}{k} \quad j=1,2, \dots, v$$

$P_j$  representa el promedio de no conformidades ( $n$ ) en la dimensión  $j$ , y  $pk$  son las medidas de probabilidad para cada una de las categorías o modalidades de la dimensión evaluada, es decir,  $pk = 1 - \frac{n_i}{U_i * o_i}$ , donde  $i = 1, 2, \dots, k$ , y para analizar los resultados del indicador, se realizaron los siguientes criterios de desempeño:

Tabla 1. Criterios de desempeño del indicador geométrico de capacidad

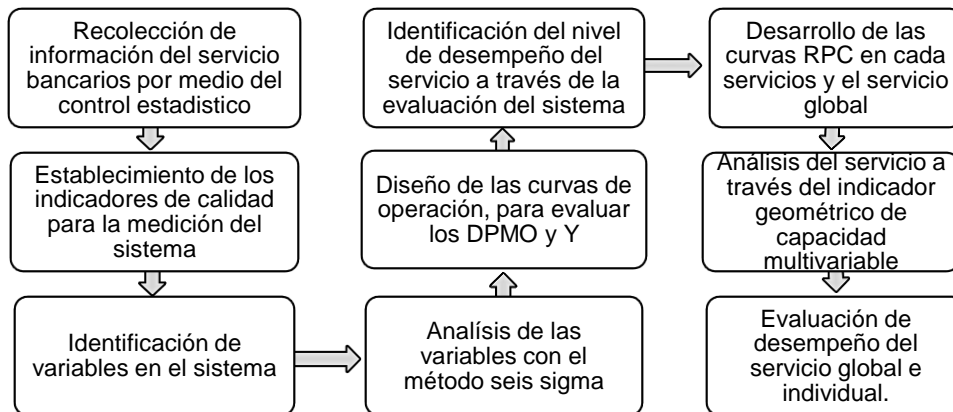
Indicador geométrico de capacidad ( $SM_K^T$ )	Desempeño
$SM_K^T < 0,5$	Deficiente
$0,5 \leq SM_K^T \leq 0,75$	Bueno
$SM_K^T > 0,75$	Excelente

Fuente: Elaboración propia

### Metodología

La realización de esta investigación se abordó a partir de un análisis racional, obteniendo como resultado un modelo cuantitativo, que, con ayuda del control estadístico, mide el comportamiento de un servicio de préstamos bancarios. Para efectuar lo anterior, se utilizó información primaria relacionada con la variabilidad del sistema y las métricas Seis Sigma, analizando sus efectos al determinar la cantidad de defectos por millón de oportunidades (DPMO) y el rendimiento ( $Y$ ), modificando el nivel de desempeño sigma  $Z=3$  a  $Z=5,43$  en el sistema bancario. Para esto, se desarrolló la metodología en los 9 pasos que se muestran en la Figura 2.

Figura 2. Metodología del sistema



Fuente: Elaboración propia

Las métricas adoptadas de la metodología Seis Sigma que interfieren en servicio de se presentan en la Tabla 2.

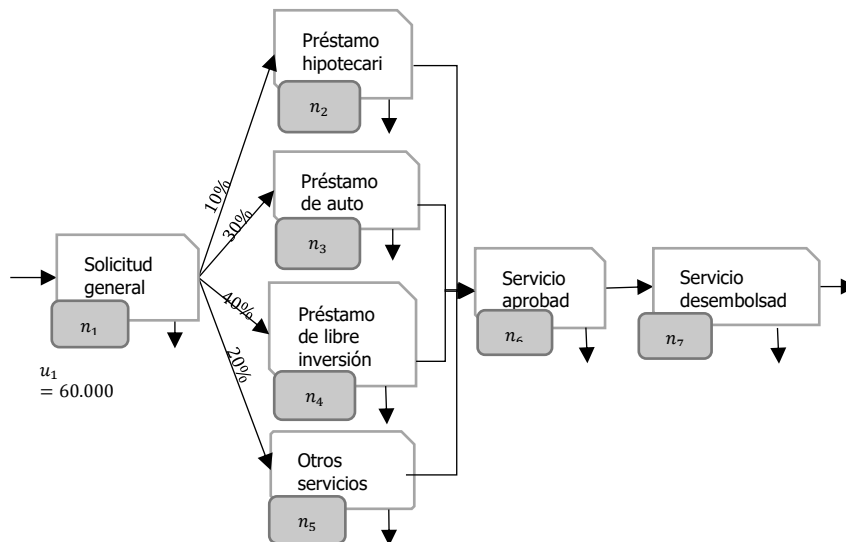
Tabla 2. Métricas Seis Sigma

Métricas	Definición
DPMO	Cantidad de defectos por millón de oportunidades
U	Cantidad de unidades críticas
O	Oportunidad de error por unidad
Z	Nivel sigma
N	Número de no conformidades o defectos presentes en

Fuente: Elaboración propia

Para la implementación de estas métricas, se llevó a cabo el siguiente caso de estudio: el servicio de préstamos mensuales en un banco. Este sistema se caracteriza por su capacidad para realizar diferentes tipos de préstamos bancarios, donde se destaca la cantidad de clientes que asisten al establecimiento y el porcentaje de clientes que solicitan cada tipo de préstamo. La representación esquemática de este sistema se presenta a continuación, destacando su complejidad y la interrelación de los distintos procesos involucrados:

Figura 2. Diagrama del servicio de préstamos mensuales en un banco



Fuente: Elaboración propia

Para llevar a cabo la aplicación, se realizaron cálculos en cada etapa del servicio y se diseñó un sistema integral con el propósito de evaluar el funcionamiento en diversas condiciones. El sistema comienza comprendiendo que mensualmente ingresan 60.000 clientes al banco, estos realizan una "solicitud general" donde realizan la petición para obtener un préstamo. Dependiendo del tipo de préstamo, el cliente es dirigido a uno de los cubículos especializados en su tipo de solicitud: "préstamo hipotecario", "préstamo de auto", "préstamo de libre inversión" y "otros servicios". Una vez completada la solicitud, si el préstamo es aprobado, el cliente pasará al estado "Servicio aprobado", y finalmente, el sistema acaba cuando el "servicio es desembolsado" y recibe el dinero del préstamo. Al desarrollar los cálculos, primeramente, se debe conocer la cantidad de servicios defectuosos totales ( $n_g$ ) que tiene el sistema mediante la siguiente formula:

$$n_g = \frac{DPMO_g * u_g * o_g}{1000000} \quad (4)$$

Donde se halla  $DPMO_g$  de la siguiente manera:

$$DPMO = e^{\left[\frac{29-(z-0,8406)^2}{2,221}\right]} \tag{5}$$

$$DPMO = e^{\left[\frac{29-(3-0,8406)^2}{2,221}\right]} = 65693$$

Y se reemplaza en la ecuación cuatro (4):

$$n_g = \frac{65693 \cdot 60000 \cdot 1}{1000000} = 3942$$

Se considera  $n_g$  como la suma de todos los servicios defectuosos en cada uno de los servicios a partir de esto se crea la siguiente ecuación y se reemplazan las  $n_x$  igualándolas a  $n_g$  para encontrar el valor de esta y para luego encontrar cada una de las restantes:

$$n_g = n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 + n_6 + n_7 \tag{6},$$

$$3942 = n_1 + \frac{1}{5}n_1 + \frac{1}{4}n_1 + \frac{1}{3}n_1 + \frac{1}{3}n_1 + \frac{1}{6}n_1 + \frac{1}{7}n_1$$

$$n_1 = \frac{3942}{2,43} = 1625 \tag{7}$$

$n_1 = 1625 \tag{8}$	$n_5 = \frac{1}{3}n_1 = 542 \tag{12}$
$n_2 = \frac{1}{5}n_1 = 325 \tag{9}$	$n_6 = \frac{1}{6}n_1 = 271 \tag{13}$
$n_3 = \frac{1}{4}n_1 = 406 \tag{10}$	$n_7 = \frac{1}{7}n_1 = 232 \tag{14}$
$n_4 = \frac{1}{3}n_1 = 542 \tag{11}$	

Al concluir este punto, nos enfocaremos en realizar las ecuaciones para hallar las unidades entrantes de cada servicio ( $u_x$ ) de la Figura 1.

$U_1 = 60000 \tag{15}$	$U_5 = (U_1 - n_1) * 20\% \tag{19}$
$U_2 = (U_1 - n_1) * 10\% \tag{16}$	$U_{t6} = (U_2 - n_2) + (U_3 - n_3) +$ $(U_4 - n_4) + (U_5 - n_5) \tag{20}$
$U_3 = (U_1 - n_1) * 30\% \tag{17}$	$U_7 = U_6 - n_6 \tag{21}$
$U_4 = (U_1 - n_1) * 40\% \tag{18}$	

Las anteriores métricas y el indicador se evaluarán en diferentes ocasiones con distintos niveles de Sigma (Z), para comparar cada uno de los servicios del sistema de forma general e individual, y así, analizar el comportamiento del modelo en cada nivel y entre ellos. Para esto, se usaron valores aleatorios teniendo en cuenta la escala Seis Sigma y se utilizaron los criterios de desempeño al desarrollar las conclusiones.

## Resultados

### Análisis del rendimiento promedio de corrida RPC

El Rendimiento Promedio de Corrida (RPC) es una herramienta clave que tiene como base las métricas Seis Sigma y proporciona valiosa información sobre la cantidad de unidades o servicios que se deben servir para que un proceso pase de un nivel sigma menor a uno mayor. La creación de las curvas en función Z vs RCP y a continuación, mostrarán los resultados consolidados: la diferencia entre los valores mínimos y máximos de cada servicio.

Tabla 3. Análisis de las curvas de operación RPC

Diferencia de RPC					
Servicios	$Z_m$	$RPC_m$	$Z_M$	$RPC_M$	Diferencia
Solicitud general	3,42	37	5,55	41201	41165
Préstamo hipotecario	3,08	18	5,39	20600	20582
Préstamo de autos	3,48	43	5,60	49441	49397
Préstamo de libre inversión	3,48	43	5,60	49441	49397
Otros préstamos	3,17	22	5,43	24720	24699
Préstamo aprobado	4,08	209	5,96	247196	246987
Préstamo desembolsado	4,13	243	5,99	288394	288152
Servicio Global	3	14	5,34	15907	15893

Fuente: Elaboración propia

La diferencia entre los RPC mínimos y máximos, tienen la intención de explicar la cantidad de unidades que se deben servir para que un proceso pase de un nivel sigma menor a uno mayor.

Para que el servicio de Solicitud general pase de un nivel  $Z= 3,42$  (aceptable) a  $Z= 5,55$  (excelente), se debe prestar 41165 servicios; en el servicio de préstamos hipotecarios, para ir de un nivel sigma de 3.08 (aceptable) a 5.39 (excelente), se necesitan prestar 20,582 servicios más, obtenido de restar el RPC mínimo de 18 del RPC máximo de 20,600. En el servicio de Préstamo de auto y Préstamo de libre inversión se descubre que tienen los mismos valores de RPC, ya que comparten cálculos idénticos. Para pasar de 3.48 sigma (aceptable) a 5.60 sigma (excelente), se requieren 49,398 servicios adicionales. En Otros servicios la diferencia es menor, se necesitan 2,720 servicios más para avanzar de 3.17 sigma (aceptable) a 5.43 sigma (excelente), calculado como el RPC máximo de 24,742 menos el RPC mínimo de 22 y el Préstamo aprobado requiere 247,187 servicios adicionales para ir de 4.08 sigma (bueno) a 5.96 sigma (excelente), y finalmente, para que el servicio de préstamo desembolsado mejore de 4.13 sigma (bueno) a 5.99 sigma (excelente), se necesitan 288,151 servicios más, obtenidos de la diferencia entre el RPC máximo de 288,394 y el RPC mínimo de 243.

Cuanto mayor sea la diferencia entre el RPC mínimo y máximo, más unidades se requerirán para lograr un aumento significativo en el nivel sigma y, por lo tanto, una mejora en el rendimiento del proceso. La curva de operación RPC es una herramienta interesante que transforma la manera en que utilizamos las métricas y las curvas de operación Seis Sigma. Al convertir un modelo de medición en una herramienta de control, se comprende mejor el sistema trabajado, tomando decisiones bien fundamentadas en cada proceso e innovando en la gestión de calidad.



### Indicador geométrico de capacidad multivariante

El análisis de este indicador nos permite valorar el servicio de préstamos bancarios de forma integral; para esto, se utilizó la ecuación 1 y se obtuvo el siguiente resultado

$$CM_K^T = \frac{1}{3} \phi^{-1} \left\{ \frac{[(92,292\% \dots 99,998\%) * \dots * (99,588\% \dots 99,9997\%)]^{\frac{1}{7}} + 1}{2} \right\}$$

$$CM_K^T = \frac{1}{3} \phi^{-1} \left\{ \frac{[0,99719] + 1}{2} \right\}$$

$$CM_K^T = \frac{1}{3} \phi^{-1}[0,9971296]$$

$$CM_K^T = 0,92074$$

Con este resultado se confirma que la calidad general y específica del servicio de préstamos bancarios es excelente, ya que el indicador geométrico multidimensional de capacidad de calidad supera el umbral de  $[[CM]]_K^T \geq 0,75$

Esta técnica es crucial en la evaluación integral de la calidad de los servicios bancarios, ya que posibilita realizar el análisis global entre todas las dimensiones y variables del sistema.

### Discusión

Diferentes autores han utilizado el modelo Seis sigma para desarrollar artículos de investigación en diferentes áreas: [27, 28, 29], pero el grupo de autores liderados por Fontalvo, han realizado diferentes artículos que demuestran los beneficios realizar curvas de operaciones: [19] realizó un artículo enfocado en el rendimiento de un sistema de producción paralela concurrente mediante nuevas curvas operativas de métricas Seis Sigma y [22] evaluaron curvas de operación de métricas Seis Sigma en el desempeño de sistemas productivos mixtos. En el reciente artículo de [30], se realizó un estudio donde se utilizaron las curvas de operación para evaluar la calidad de un sistema bancario en Colombia; este demuestra la importancia del uso de estas curvas para el mejoramiento de la calidad.

El análisis del indicador geométrico de capacidad multivariante en este artículo se alinea con los resultados encontrados en otras investigaciones sobre un enfoque multivariante, incorporando además indicadores de capacidad multivariante media al evaluar la prestación de servicios [26] y muestra la relevancia de la capacidad de identificar qué indicador o métrica es más exigente para articularlos con los Figuras de control multidimensional y, así, establecer métodos de seguimiento y control más robustos que garanticen la toma de decisiones para la mejora sostenible de la calidad del servicio [31, 32], en su artículo llamado "Metodología orientada a Seis Sigma para el análisis multivariante de capacidades con el fin de medir la calidad del servicio en entornos de educación virtual", demostraron que al analizar su sistema con este indicador, les dio proporcionó a los responsables de la toma de decisiones, herramientas necesarias para dirigir sus esfuerzos a los aspectos clave relacionados con la calidad, con el fin de mejorar los niveles de satisfacción de los estudiantes y la calidad percibida del servicio.

## Conclusion

En esta investigación se demostró que el análisis de la curva de Rendimiento Promedio de Corrida (RPC) proporciona información valiosa sobre la cantidad de servicios necesarios para que el servicio de préstamos bancarios logre una mejora en el nivel sigma de cada proceso, lo cual es fundamental para el control individual de los servicios brindados en la empresa, evolucionando la forma en que se percibe la gestión de calidad y la toma de decisiones empresariales.

El indicador geométrico de capacidad multivariante ( $CM_K^T$ ) obtuvo un valor de 0.84257, superando el umbral de 0.75, lo que confirma un desempeño excelente en la calidad general y específica del servicio de préstamos bancarios evaluado. Esto se alinea con los resultados encontrados en otras investigaciones sobre un enfoque multivariante, incorporando además indicadores de capacidad multivariante media al evaluar la prestación de servicios.

La investigación destaca la importancia y el beneficio de analizar herramientas que permitan controlar la gestión de la calidad de forma adecuada el sistema en que se está trabajando, y así, mantener la competitividad en el mercado. Las metodologías empleadas demostraron ser efectivas para comprender la variabilidad este sistema de servicios bancarios, resaltando las áreas de oportunidad y reduciendo los errores para mejorar la toma de decisiones. Por último, se recomienda a los empresarios que deseen aumentar la cosmovisión que tienen de su organización, adoptar el uso de estas técnicas

## Referencias bibliograficas

- [1] E. Gonu, P. M. Agyei, O. K. Richard, & M. Asare-Larbi. Customer orientation, service quality and customer satisfaction interplay in the banking sector: An emerging market perspective. *Cogent Business & Management*, 10(1), 2023. DOI: <https://doi.org/10.1080/23311975.2022.2163797>
- [2] S. O. Ighomereho, T. S. Afolabi, & A. O. Oluwakoya. Impact of E-service quality on customer satisfaction: a study of internet banking for general and maritime services in Nigeria. *Journal Of Financial Services Marketing*, 28(3), 488-501, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1057/s41264-022-00164-x>
- [3] A. B. Badiru. Quality insight: quality integration using engineering systems methodology. *International Journal Of Quality Engineering And Technology*, 8(4), 325, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1504/ijqet.2022.123500>
- [4] K. Antosz, M. Jasiulewicz-Kaczmarek, R. Waszkowski, & J. Machado. Application of Lean Six Sigma for sustainable maintenance: case study. *IFAC-PapersOnLine*, 55(19), 181-186, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.09.204>
- [5] S. Kalaivani, & J. Ravichandran. Performance evaluation of exponential distribution using Six Sigma-based tail probabilities. *Communications In Statistics. Simulation And Computation*, 50(11), 3125-3145, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/03610918.2019.1708931>
- [6] T. J. Fontalvo, E. De la Hoz, & O. Fontalvo. Six sigma method to assess the quality of the service in a gas utility company. *International Journal of Process Management and Benchmarking.*, 12(2), 220-232, 2022a. DOI: <http://dx.doi.org/10.1504/IJPMB.2022.121628>

- [7] S. Shaik, S. D. Sampson, & M. Franchetti. Evaluating reliability of diesel generator peakers using Six Sigma methodologies. *International Journal Of Six Sigma And Competitive Advantage*, 13(4), 456, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1504/ijssca.2021.120587>
- [8] M. Bruhn. Importance of Quality Management for Service Companies. En *Springer eBooks* (pp. 3-19), 2023. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-662-67032-3\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-662-67032-3_1)
- [9] H. Al-Wishah, G. A. Al-Weshah,, H. M. Abu-Hamour, & K. N. Alzubi. Service Quality and Customer Loyalty: Evidence from Jordanian Banks. *Jordan Journal of Business Administration*, 18(4), 2022. DOI: <https://doi.org/10.35516/jjba.v18i4.454>
- [10] T. Alblooshi, M. Azli, M. F., Hilmi, A., Abudaqa, & G. Ahmed. Examining the trends in citizen satisfaction towards e-government services in United Arab Emirates: a structural equation modelling approach. *International Journal Of Services, Economics And Management*, 14(1), 58, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1504/ijsem.2023.129597>
- [11] N. Gupta. Optimising data quality of a data warehouse using data purgation process. *International Journal Of Data Mining, Modelling And Management*, 15(1), 102, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1504/ijdm.2023.129961>
- [12] R. Khan, T. Pervin, Z. U. Arif, & M. K. Hossain. The impact of technology service quality on Bangladeshi banking consumers' satisfaction during the pandemic situation: Green development and innovation perspective in banking service. *Innovation And Green Development*, 3(2), 100120, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.igd.2023.100120>
- [13] D.I Inan, A.N Hidayanto, R. Juita, F.F. Soemawilaga, F. Melinda, P. Puspaciantya, and Y. Amalia. "Service quality and self-determination theory towards continuance usage intention of mobile banking", *Journal of Science and Technology Policy Management*, Vol. 14 No. 2, pp. 303-328, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1108/JSTPM-01-2021-0005>
- [14] A. Rashid, M. Akmal, & S. M. A. R. Shah. Corporate governance and risk management in Islamic and convectional financial institutions: explaining the role of institutional quality. *Journal Of Islamic Accounting And Business Research*, 15(3), 466-498, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1108/jiabr-12-2021-0317>
- [15] A. A. Ahinful, A. O. Mensah, S. Koomson, C. Cobblah, G. Takyi, & A. H. Kwarteng. Achieving banking industry innovation performance using total quality management: an empirical study. *The TQM Journal*, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1108/tqm-10-2023-0327>
- [16] Widiwati, I. T. B., Liman, S. D., & Nurprihatin, F. The Implementation of Lean Six Sigma Approach to Minimize Waste at a Food Manufacturing Industry. *Mağallañ Al-abḥaṭ Al-handasiyyaṭ*, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jer.2024.01.022>
- [17] Y. Mishra, M. K. Sharma, V. Yadav, M. L. Meena, & G. S. Dangayach. Lean Six Sigma implementation in an Indian manufacturing organisation: a case study. *International Journal of Six Sigma and*

Competitive Advantage, 13(1-3), 76-100, 2021. DOI: <https://dx.doi.org/10.1504/IJSSCA.2021.120228>

[18] M. Terek. Estimating Some Metrics in Six Sigma Through Confidence Intervals. *Kvalita InováCia Prosperita/Quality Innovation Prosperity*, 28(1), 15-25, 2024. DOI: <https://doi.org/10.12776/qip.v28i1.1972>

[19] T. J. H. Fontalvo, A. G. B. Maturana, & K. V. Mendoza. Performance of a concurrent parallel production system through new operating curves of Six Sigma metrics. *Production*, 34, 2024a. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-6513.20230040>

[20] T. J. H. Fontalvo, F. L. Ballesteros, and N. C. Henao. New Six Sigma Metrics Operation Curves and Multivariate Capability Indicators for a Multilinear Production System, 2023c. DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4498561>

[21] T. J. H. Fontalvo, K. B. Garcia, L. C. Perez. Comparing the performance of serial and parallel production systems through six Sigma metrics, 2023b. Universidad de Cartagena

[22] T. J. H. Fontalvo, F. Z., Mejia, & G. Rodríguez. Evaluación con curvas de operación de métricas Seis Sigma el desempeño de sistemas productivos mixtos. *Investigación E Innovación En Ingenierías*, 12(1), 1-12, 2024b. DOI: <https://doi.org/10.17081/invinno.12.1.6680>

[23] T. J. H. Fontalvo. & A. G. B Maturana. Comparative analysis of multivariate capacity indicators for serial and parallel systems. *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage*, 14(4), 468-489, 2023a. DOI: <https://doi.org/10.1504/ijssca.2023.134454>

[24] T. J. H. Fontalvo, R. Herrera, , & E. J De la Hoz - Dominguez. Método de control estadístico multivariante para valorar las dimensiones de calidad en una empresa de lavado de tanques industriales. *Información Tecnológica*, 31(5), 109-118, 2020. DOI: <https://doi.org/10.4067/s0718-07642020000500109>

[25] KM. Cheng, CH. Hsu, & CH. Huang. A Study on the application of 6-Sigma on the enhancement of service quality of fitness club. *Qual Quant* 46, 705-713, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11135-010-9424-7>

[26] T. J. H. Fontalvo, R. Herrera, & A. G. B. Maturana. Performance evaluation method of the service quality dimensions using Six Sigma metrics, the main components' quality indicator and the geometric capacity indicator. *Engineering Management In Production And Services*, 16(1), 65-76, 2024c. DOI: <https://doi.org/10.2478/emj-2024-0005>

[27] K. T. Uçar, & A. Çat. A Comparative Analysis of Sigma Metrics Using Conventional and Alternative Formulas. *Clinica Chimica Acta (Print)*, 549, 117536, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cca.2023.117536>

[28] B. Santosh, R. Prathamesh, M. Mittal, (2021). Implementation of a Six Sigma strategy for process improvement in the wiper motor manufacturing industry. *International Journal Of Six Sigma And Competitive Advantage*, 13(1/2/3), 241, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1504/ijssca.2021.120219>

[29] C. Sithole, I. Gibson, & S. Hoekstra. Evaluation of the applicability of design for six sigma to metal additive manufacturing

technology. *Procedia CIRP*, 100, 798-803, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.05.041>

[30] T. J. H. Fontalvo, E. De la Hoz, & A. G. B. Maturana. Curvas longitud promedio de corrida de métricas seis sigma para evaluar la calidad de un sistema bancario en Colombia. *AS Valorem*, facultad de ciencias económicas, 2024d.

[31] T. J. H. Fontalvo, R. Herrera, & J. Zambrano. Threephase method to assess the logistics service using Six Sigma metrics, Hotelling's T-square control chart and a Main component capacity indicator. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 35(1), 17-39, 2022b. DOI: <https://doi.org/10.1504/ijpqm.2022.120720>

[32] R. Barreto, & R. Herrera. Six sigma-oriented methodology for multivariate capability analysis to measure service quality in virtual education environments. *International Journal Of Productivity And Quality Management*, 39(4), 431-463, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1504/ijpqm.2023.132830>