



UNIVERSIDAD **NACIONAL** DE COLOMBIA
SEDE BOGOTÁ

**Aplicación metodología Six Sigma minimizando pérdidas de riesgo operativo en un
proceso específico: caso de una empresa que comercializa por medio de aplicaciones**

APP

Rosa María Mira Alvarado

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Económicas
Maestría en Contabilidad y Finanzas
Bogotá, D. C., 2022

Aplicación metodología Six Sigma minimizando pérdidas de riesgo operativo en un proceso específico: caso de una empresa que comercializa por medio de aplicaciones

APP

Rosa María Mira Alvarado

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Magíster en Contabilidad y Finanzas

Director:

Dr. Hernando Bayona Rodríguez

Línea de Profundización en Finanzas

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Económicas

Maestría en Contabilidad y Finanzas

Bogotá, D. C., 2022

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Dedicatoria

En primer lugar, dedico este trabajo a Dios y a mi hija, motores de mi vida y sin los cuales no lo hubiera logrado. Él, con su guía, compañía y fortaleza, y ella, con su paciencia, valor, ternura y sonrisa, me levantaron y me dieron la fuerza que necesitaba para alcanzar este nuevo logro.

Agradecimiento

Mi inmensa gratitud al doctor Hernando Bayona por su calidad humana, confianza, paciencia y apoyo para cumplir esta meta.

Agradezco a mi familia por su amor, reflejado en la comprensión, apoyo moral, económico y su ayuda incondicional cada que los necesite a todos y cada uno; a mis amigos Jeimmy, por quien inicie, Rocío por no perder la fe en mí, a Amparo por su ayuda desinteresada y a Jonathan por su tiempo y disposición, al ser todos promotores de mi logro y no dejarme caer en el desfallecimiento, ya que su compañía, cariño y fuerza también lo hicieron posible.

Tabla de contenido

Resumen	xii
Abstract.....	xiii
Introducción.....	14
1. Diseño metodológico	17
1.1 Tipo de investigación	17
1.2 Población. Estudio de caso.....	18
2. Marco teórico-referencial	20
2.1 La metodología Six Sigma	20
2.1.1 Fases de implementación de Six Sigma	27
2.1.1.1 Fase de definición.....	27
2.1.1.2 Fase de medición	28
2.1.1.3 Fase de análisis.....	29
2.1.1.4 Fase de mejora.....	30
2.1.1.5 Fase de control.....	31
2.1.2 ¿Es posible que Six Sigma falle?.....	32
2.1.2.2 Enfoque inadecuado del proyecto	33
2.2 Riesgo operacional	34

2.2.1 Categorización tipos riesgos operacionales	36
2.2.2 Aspectos comunes al riesgo en todos los sectores económicos.....	37
2.2.3 Pérdidas	39
2.2.4 Método GOD: gravedad (severidad), ocurrencia y posibilidad de detección.....	40
2.2.5 Matriz de 4 bloques	42
2.2.6 Matriz de causa-efecto.....	43
2.2.7 Pareto.....	44
2.3 Aproximación a las empresas que comercializan por medio de <i>Apps</i>	44
2.3.1 Acerca de la comercialización <i>Apps</i>	47
2.3.2 Pérdidas operativas en el uso de <i>Apps</i>	56
2.3.3 Regulación contable y normatividad.....	57
2.3.4 Aspectos económicos	61
3. Análisis de resultados	64
3.1 Caso de estudio.....	64
3.2 Implementación de Six Sigma.....	66
3.2.1 Fase de definición.....	66
3.2.2 Fase de medición	72
3.2.3 Fase de análisis.....	82
3.2.4 Fase de mejora.....	89
3.2.5 Fase de control.....	93

3.3 Evaluación de riesgo operativo	93
3. Conclusiones y recomendaciones	97

Listado de tablas

Tabla 1 Nivel Sigma (process Sigma) – Valor del Yield.....	24
Tabla 2 Escala de severidad, ocurrencia y probabilidad de detección.....	40
Tabla 3 Identificación de fallos de transacciones	70
Tabla 4 Valoración económica de las reversiones.....	70
Tabla 5 Costos por TR fallidas, año 2016	71
Tabla 6 Resumen estadístico descriptivo de las devoluciones y del total de TRN por compra realizada	73
Tabla 7 Tabla de clases.....	74
Tabla 8 Cálculo del DPO (defectos por oportunidad)	79
Tabla 9 Análisis de las oportunidades de falla que se presentan por transacción ..	79
Tabla 10 Aplicación de la fórmula DPMO.....	80
Tabla 11 Resultados de estandarización de conversión Sigma.....	81
Tabla 12 <i>Análisis de fallas por TR</i>	83
Tabla 13 Aplicación análisis de riesgo AMEF	85
Tabla 14 Calculo NPR	85

Tabla 15 Calculo Six Sigma	87
---	----

Tabla 16 Interpolación de inclusión del intervalo 6σ	88
--	----

Listado de gráficas

Gráfica 1. Índices de capacidad a corto plazo Cp y Cpk.....	25
--	----

Gráfica 2. Distribución normal – Material Six Sigma.....	27
---	----

Gráfica 3. Fallas de implantación del Six Sigma.....	33
---	----

Gráfica 4. Niveles del Six Sigma.....	34
--	----

Gráfica 5. <i>Impacto de las aplicaciones de APPS</i>	43
--	----

Gráfica 6. <i>Matriz de causa-efecto</i>	45
---	----

Gráfica 7. <i>Proceso operativo</i>	67
--	----

Gráfica 8. <i>SIPOC. Proceso pago electrónico por medio de la App</i>	68
--	----

Gráfica 9. Frecuencia de las devoluciones en base 100	74
--	----

Gráfica 10. Pareto TRN 26	75
--	----

Gráfica 11. Pareto TRN 76	76
--	----

Gráfica 12. Pareto TRN 90	77
--	----

Gráfica 13. Pareto TRN 420	78
Gráfica 14. Aplicación de Interpolación al nivel sigma actual.....	81
Gráfica 15. Aplicación de interpolación al nivel sigma esperado	89
Gráfica 16. Lineamiento de los procesos.....	94

Resumen

La metodología Six Sigma es útil y clave en el ámbito empresarial porque, mediante su ciclo DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar y controlar), logra la minimización de pérdidas de riesgo operativo en procesos críticos. Debido a su valor y resultados, en este trabajo se propone su aplicación en empresas que comercializan sus productos y servicios por medio de diferentes aplicaciones (Apps), de manera que puedan mejorar la capacidad de sus procesos y reducir al mínimo el porcentaje de riesgos informáticos. Por lo tanto, lo primero que se plantea hacer es una evaluación completa de los riesgos de este tipo a los que puede enfrentarse cualquier empresa en su proceso operativo.

La metodología Six Sigma apoya en la optimización del rendimiento de la organización al disminuir las pérdidas que se podrían cristalizar y tomarlo en forma cuantitativa. Se trata, pues, de una herramienta eficiente y efectiva para mejorar la desviación estándar dentro de unos límites establecidos de las pérdidas. Con todo lo anterior, se puede llegar a una buena distribución de Gauss, de probabilidad, que muestra el buen desempeño de Six Sigma desde este enfoque.

Palabras claves autor: Six Sigma, riesgo operativo, desviación estándar, *Apps*, distribución de Gauss

Códigos JEL: G29, C16

Abstract

Six Sigma methodology application minimizing operational risk losses in a specific process: Case of a company that markets through APP applications

Six Sigma methodology is useful in the business environment because, through its DMAIC cycle (define, measure, analyze, improve and control), it achieves the minimization of operational risk losses in critical processes. Due to its value and results, this paper proposes its application in companies that market their products and services through different applications (Apps), so that they can improve the capacity of their processes and minimize the percentage of computer risks. Therefore, the first thing to do is make a complete assessment of the risks of this type that any company may face in its operating process.

The Six Sigma methodology supports the optimization of the organization's performance by reducing the losses that could crystallize and taking it quantitatively. It is, therefore, an efficient and effective tool to improve the standard deviation within established limits of losses. With all of the above, it is possible to arrive at a good Gaussian probability distribution, which shows the good performance of Six Sigma from this approach.

Keywords: Six Sigma, operational risk, standard deviation, applications, gaussian distribution

Introducción

“La excelencia no es un acto aislado y prodigioso, sino un hábito que se hace día a día”.

Aristóteles

Hoy día, con el aumento de aplicaciones (Apps) por medio de las cuales las empresas de diferentes sectores comercializan sus productos y servicios en Internet, evitar todo tipo de riesgo informático que desencadene pérdidas en su operación se vuelve un trabajo arduo y que impone retos para las compañías. Son tantas las variables que intervienen en el proceso, y tan poco el tiempo para encontrar la causa raíz de los posibles problemas, que muchas veces, por el afán de mantener la venta por medio de estas herramientas tecnológicas, se juzga en forma errónea cualquier situación de riesgo como tal, o bien el proceso operativo en general. Como resultado, día a día se repiten los mismos errores, y los indicadores de riesgos no tienden a mejorar.

La metodología Six Sigma puede aplicarse a cualquier proceso o enfocarse solo en una parte de este con el fin de encontrar las variables que realmente lo afectan. Sobre la base de dicho hallazgo será posible proponer una mejora sustentable en el tiempo, la cual, si se controla adecuadamente, evitará la repetición de los errores del pasado, y ello redundará en mejores resultados para la organización.

El ciclo DMAIC, propio de Six Sigma, permite lograr las diferentes tareas del proceso a lo largo de sus etapas, ya que tiene en cuenta todas las variables que pueden afectarlo. Así mismo, ante una variable problema, analiza las entradas relacionadas con esta, identifica las

causas más probables, plantea soluciones que efectivamente puedan ejecutarse y establece planes de control que impiden retornar a la condición inicial.

Los beneficios que puede generar la implementación de esta metodología, dentro de las empresas que comercializan por medio de la tecnología *App*, son grandes: permite dar solución a un problema y enfocarse en el siguiente sin generar pérdida de tiempo, así como responder de manera definitiva a las necesidades tecnológicas; además, a partir de la mejora continua se hace tangible la reducción sistemática de pérdidas asociadas a los riesgos operativos que implica el proceso. Martínez y Casares (2011) lo exponen claramente:

Las organizaciones, no importa cuál sea su actividad y tamaño, afrontan una serie de riesgos que pueden afectar a la consecución de sus objetivos. Todas las actividades de una organización están sometidas de forma permanente a una serie de amenazas, lo cual las hace vulnerables, comprometiendo su estabilidad. Accidentes operacionales, enfermedades, incendios, pérdidas de beneficios, catástrofes naturales, etc., son una muestra de este panorama, sin olvidar las amenazas propias del negocio. Hablar sobre gestión de riesgos ya no se limita al enfoque financiero tradicional o de cobertura.

La gerencia de riesgos en un entorno global se está perfilando como una estrategia financiera y empresarial que proporciona una importante ventaja competitiva a las empresas que disponen de ella, así como un importante incremento de valor en el mercado. (p. 73).

Como lo mencionan Wheat et al. (2003) en el libro *Six Sigma*, «el “conocimiento tribal”, aunque puede ser punto de partida para tomar decisiones, por lo general no basta para tomar buenas decisiones, sobre todo si ese “conocimiento” no es más que una creencia, una corazonada o simplemente una esperanza» (p. 20). Es por esto por lo que la metodología Six Sigma funciona, porque permite tomar decisiones de cambio para mejorar una condición basándose en datos, en mediciones, en la realidad del proceso que genera riesgo.

La meta de este proyecto no es alcanzar los miles de defectos por millón de oportunidades, a lo que Six Sigma se refiere como la “perfección”. Se pretende brindar a las empresas que comercializan sus bienes y servicios por medio de *Apps* un apoyo en su búsqueda del mejoramiento continuo y demostrar que la revisión y el control de las variables que implican riesgo en su operación pueden llegar a hacer una diferencia importante en los indicadores tanto de calidad como financieros por los resultados que proporcionan con la minimización de pérdidas y su mejora continua; incluso pueden generar relaciones más estrechas con los diferentes clientes, lo que redundará en mayores beneficios económicos.

Este proyecto se basa en una de las grandes empresas que ofrecen servicios financieros de bajo valor por medio de una *App* y ha incursionado en el mercado en forma ágil y con un crecimiento exponencial importante en los últimos años.

1. Diseño metodológico

1.1 Tipo de investigación

La investigación es mixta y se fundamenta en un estudio de caso que se desarrolla en una empresa relativamente nueva que usa las nuevas tecnologías *Apps* en su proceso operativo de comercialización. Se tiene en cuenta lo expuesto por Yin (2009): «El método de estudio de caso es apropiado para temas que se consideran prácticamente nuevos», como el abordado en el presente trabajo.

Los lineamientos de la investigación son:

1. Implementación de un mapa SIPOC para la evaluación y el análisis del proceso operativo más crítico seleccionado dentro de la compañía.
2. Análisis de los riesgos operativos en el proceso.
3. Clasificación y asignación de los riesgos según los niveles de impacto.
4. Análisis descriptivo, que constituye el primer nivel de análisis. Sus funciones son las de establecer cuál es la forma de distribución de una, dos o tres variables en el ámbito global del colectivo; cuántas unidades se distribuyen en categorías naturales o construidas de esas variables; cuál es su magnitud, expresada en forma de una síntesis de valores; y cuál es la dispersión con que se da entre las unidades del conjunto (Briones, 2002).
5. Utilización de la diagramación del proceso DEMAIC para definir, medir, estudiar, mejorar y controlar todo el proceso y así llegar a la evaluación de las pérdidas en

el riesgo operativo más crítico del proceso, tomando como bases de datos los históricos de la empresa para determinar la ocurrencia, implementar la metodología de Six Sigma y evaluar la probabilidad. Se efectuará la revisión documental necesaria para los fundamentos teóricos de la metodología y se contará con el apoyo de herramientas de estadística descriptiva en el análisis del riesgo operativo crítico en la empresa.

1.2 Población. Estudio de caso

En este proyecto de investigación, se toma un caso individual muy representativo por su aspecto específico: se trata de una compañía fundada en 2015, catalogada como un caso de éxito en Estados Unidos y consolidada en América Latina en su sector: servicios. Por confidencialidad, no es recomendable mencionar el nombre de la organización.

Una de las principales claves de esta compañía digital es que fue una de las primeras en darles la posibilidad a los usuarios de adquirir su servicio y realizar el correspondiente pago en efectivo o con tarjetas de crédito, de manera que les abrió las puertas a muchas personas al comercio electrónico. Para las transacciones electrónicas, la empresa inicialmente contrató a un proveedor de servicios financieros para efectuar los recaudos. Con el tiempo, la compañía, por medio de su App —que está disponible en los sistemas operativos iOS y Android—, se ha convertido en una fácil opción de acceso a diferentes productos para los usuarios.

El interés particular para tomarla como caso se debe (i) a su crecimiento; (ii) a que integra una diversa oferta comercial compuesta por más de 25.000 productos de sus aliados

comerciales, los cuales son entregados en un tiempo récord a los usuarios finales; (iii) a sus opciones de pago electrónico con todas las tarjetas de crédito, incluso una propia de la empresa, al igual que con dinero en efectivo. Sus alianzas incluyen restaurantes, cadenas de supermercados, farmacias y hasta tiendas de barrio—algunos de los establecimientos cubiertos por su sistema de domicilios—, también los bancos y todas las franquicias de tarjetas de crédito, de manera que logra integrar y contactar por medio de su *App* a los proveedores, al sistema financiero y a los compradores.

Lo interesante del modelo de negocio de esta empresa es que es el mismo personal que se desempeña en la compañía el que se encarga de realizar las compras según las indicaciones de los usuarios, para luego transportarlas; el pago se puede efectuar de manera electrónica en segundos y el producto adquirido puede recibirse en minutos.

La relación de esta empresa con el cliente es de autoservicio, puesto que ofrece entregas a domicilio con opciones de pago electrónico para facilitar la comercialización (Salazar, 2017).

2. Marco teórico-referencial

2.1 La metodología Six Sigma

Esta metodología —que, a su vez, en una filosofía administrativa— tiene una aplicación cada día mayor no solo en la industria, sino en casi cualquier campo. Six Sigma comenzó en Motorola y, debido a su eficacia, ha trascendido a lo largo del mundo por diferentes compañías e industrias (Harry y Schroeder, 2000a).

La metodología va de la mano con la mejora continua y la manufactura esbelta, que, aunque proceden de diferente manera, tienen un mismo fin. Para llevar a cabo Six Sigma deben seguirse ciertos pasos, los cuales forman el ciclo DMAIC (por su sigla en inglés), que consta de cinco fases: definición, medición, análisis, mejora y control, que se detallarán más adelante (Olofsson, s. f.).

Un punto importante para Six Sigma es la variación, pues, como dijo Deming (1994), es «el enemigo de todo proceso». Por esta razón, vigilarla es la clave del éxito para cualquier tipo de empresa, así reduce la variabilidad de un proceso.

Six Sigma es una metodología apoyada en proyectos y en equipos de trabajo, es decir, las personas encargadas actúan sobre un proyecto utilizando el DMAIC sobre un problema de rendimiento específico (Escalante, 2003). Para lograr resolver el problema, el equipo debe basarse en ciertas técnicas y herramientas características de Six Sigma que ayudarán en cada fase del ciclo y, en conjunto, al desarrollo del proyecto. Tales herramientas se enunciarán y explicarán a continuación. Para el proyecto concreto que se estudia en el presente trabajo,

estos instrumentos se dirigirán a procesos y al número de defectos, ya que es de lo que se trata.

Hernández (2013) comenta en su conferencia que Six Sigma utiliza herramientas estadísticas para la caracterización y el estudio de los procesos, de ahí su nombre, puesto que sigma representa tradicionalmente la variabilidad en un proceso, y el objetivo de la metodología es reducirla de modo que el proceso se encuentre siempre dentro de los límites establecidos por los requisitos del cliente.

Según los detallan Navarro et al. (2017), algunos conceptos que deben tenerse claros dentro de la metodología son:

Sigma (σ). Es una unidad estadística de medición usada para definir la desviación estándar de una población; esta mide la variación de un conjunto de datos y se calcula con la desviación estándar.

Hernández (2013) define *sigma* como un parámetro estadístico de dispersión que expresa la variabilidad de un conjunto de valores respecto a su valor medio, de modo que, cuanto menor sea Sigma, menor será el número de defectos. De acuerdo con esa definición, en la escala de calidad de Six Sigma se mide el número de sigmas que caben dentro del intervalo definido por los límites de especificación, de manera que, cuanto mayor sea el número de sigmas que quepan en esos límites, menor será el valor de sigma, así como el número de defectos.

Nivel sigma. El nivel sigma es un indicador de variación que corresponde a cuántas desviaciones estándar caben entre los límites de especificación del proceso.

De acuerdo con Arango y Ángel (2012), el nivel Six Sigma significa la variación de un proceso o un método con respecto a la media de tendencia central en la distribución normal en su curva conocida como la campana Gaussiana (Kumar, 2009); por su parte, la función de la distribución normal es una curva simétrica en relación con la media de datos. La variación sigma equivale a la desviación estándar de esos datos con respecto a la media estadística, de manera que el valor Sigma se explica mediante el cálculo de la desviación estándar de la muestra, como se indica en la siguiente ecuación:

$$S = \text{Ecuación (1)} \quad \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)}}$$

Donde: s = desviación estándar de la muestra

X_i = datos de la muestra, $i= 1, 2, 3, \dots$

\bar{X} = promedio de la muestra (media)

N = número de datos de la muestra

DPMO (defectos por millón de oportunidades). En esta metodología, este concepto no es igual a defectos por millón, la diferencia radica en el concepto de oportunidad (Navarro et al., 2017).

Oportunidad. Básicamente, se debe considerar que una unidad de producción puede tener múltiples **oportunidades** de ser defectuosa. Entonces, DPMO es el número real de defectos observados, extrapolado a cada millón de oportunidades de defectos.

El DPMO se calcula con la siguiente fórmula:

$$DPMO = \frac{1.000.000 \times D}{U \times O}$$

Donde:

D = número de defectos observados en la muestra

U = número de unidades en la muestra (tamaño de la muestra)

O = oportunidades de defectos por unidad

Dependiendo del nivel objetivo establecido como meta por la empresa, se relaciona un DPMO; por ejemplo, en Six Sigma, el objetivo es lograr que el DPMO sea inferior a 3,4.

Una vez se ha obtenido el DPMO, se pueden hallar el desempeño del proceso (Yield) y el nivel Sigma del proceso, utilizando para ello las siguientes fórmulas:

$$DPO = \frac{D}{U \times O}$$

$$Yield = (1 - DPO) \times 100$$

Donde:

DPO = Defectos por oportunidad

Yield = Desempeño del proceso

Para conocer el nivel Sigma (*process Sigma*), se puede buscar el valor del Yield en la siguiente tabla de conversión:

Tabla 1 Nivel Sigma (*process Sigma*) – Valor del Yield

Abridged Process Sigma Conversion Table

Long-Term Yield	Process Sigma	Defects Per 1,000,000	Defects Per 100,000	Defects Per 10,000	Defects Per 1,000	Defects Per 100
99.99966%	6.0	3.4	0.34	0.034	0.0034	0.00034
99.9995%	5.9	5	0.5	0.05	0.005	0.0005
99.9992%	5.8	8	0.8	0.08	0.008	0.0008
99.9990%	5.7	10	1	0.1	0.01	0.001
99.9980%	5.6	20	2	0.2	0.02	0.002
99.9970%	5.5	30	3	0.3	0.03	0.003
99.9960%	5.4	40	4	0.4	0.04	0.004
99.9930%	5.3	70	7	0.7	0.07	0.007
99.9900%	5.2	100	10	1.0	0.1	0.01
99.9850%	5.1	150	15	1.5	0.15	0.015
99.970%	5.0	230	23	2.3	0.23	0.023
99.9670%	4.9	330	33	3.3	0.33	0.033
99.9520%	4.8	480	48	4.8	0.48	0.048
99.9502%	4.7	680	68	6.8	0.68	0.068
99.9040%	4.6	960	96	9.6	0.96	0.096
99.8650%	4.5	1,350	135	13.5	1.35	0.135
99.8140%	4.4	1,860	186	18.6	1.86	0.186
99.7450%	4.3	2,550	255	25.5	2.55	0.255
99.6540%	4.2	3,460	346	34.6	3.46	0.346
99.5340%	4.1	4,660	466	46.6	4.66	0.466
99.3790%	4.0	6,210	621	62.1	6.21	0.621
99.1810%	3.9	8,190	819	81.9	8.19	0.819
98.930%	3.8	10,700	1,070	107	10.7	1.07
98.610%	3.7	13,900	1,390	139	13.9	1.39
98.220%	3.6	17,800	1,780	178	17.8	1.78
97.730%	3.5	22,700	2,270	227	22.7	2.27
97.130%	3.4	28,700	2,870	287	28.7	2.87
96.410%	3.3	35,900	3,590	359	35.9	3.59
95.540%	3.2	44,600	4,460	446	44.6	4.46
94.520%	3.1	54,800	5,480	548	54.8	5.48
93.320%	3.0	66,800	6,680	668	66.8	6.68
91.920%	2.9	80,800	8,080	808	80.8	8.08
90.320%	2.8	96,800	9,680	968	96.8	9.68
88.50%	2.7	115,000	11,500	1,150	115	11.5
86.50%	2.6	135,000	13,500	1,350	135	13.5
84.20%	2.5	158,000	15,800	1,580	158	15.8
81.60%	2.4	184,000	18,400	1,840	184	18.4
78.80%	2.3	212,000	21,200	2,120	212	21.2
75.80%	2.2	242,000	24,200	2,420	242	24.2
72.60%	2.1	274,000	27,400	2,740	274	27.4
69.20%	2.0	308,000	30,800	3,080	308	30.8
65.60%	1.9	344,000	34,400	3,440	344	34.4
61.80%	1.8	382,000	38,200	3,820	382	38.2
58.00%	1.7	420,000	42,000	4,200	420	42
54.00%	1.6	460,000	46,000	4,600	460	46
50%	1.5	500,000	50,000	5,000	500	50
46%	1.4	540,000	54,000	5,400	540	54
43%	1.3	570,000	57,000	5,700	570	57
39%	1.2	610,000	61,000	6,100	610	61
35%	1.1	650,000	65,000	6,500	650	65
31%	1.0	690,000	69,000	6,900	690	69
28%	0.9	720,000	72,000	7,200	720	72
25%	0.8	750,000	75,000	7,500	750	75
22%	0.7	780,000	78,000	7,800	780	78
19%	0.6	810,000	81,000	8,100	810	81
16%	0.5	840,000	84,000	8,400	840	84
14%	0.4	860,000	86,000	8,600	860	86
12%	0.3	880,000	88,000	8,800	880	88
10%	0.2	900,000	90,000	9,000	900	90
8%	0.1	920,000	92,000	9,200	920	92

Fuente: Salazar (2019).

Índice de capacidad del proceso (Cp). Proporciona la medida de la capacidad potencial del proceso para cumplir con tales especificaciones de calidad. Se puede representar de la siguiente manera:

$$Cp = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$$

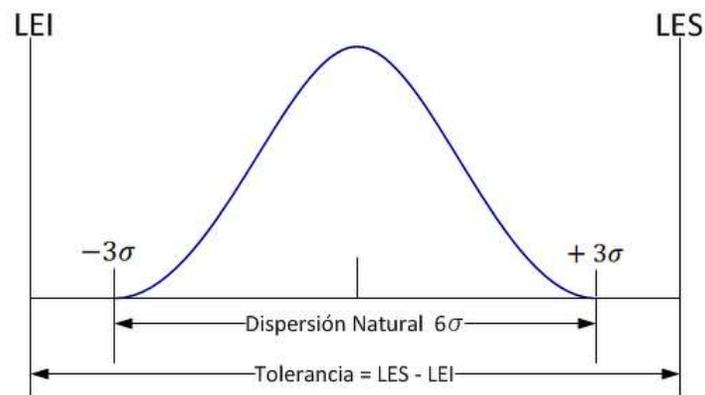
Donde:

$\sigma =$ Desviación estándar

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

Donde d_2 es una constante que depende del tamaño de muestra.

Para una mejor interpretación del índice, se puede analizar en la siguiente gráfica:



Gráfica 1. Índices de capacidad a corto plazo Cp y Cpk

Nota. LEI: límite de extremo inferior; LES: límite de extremo superior.

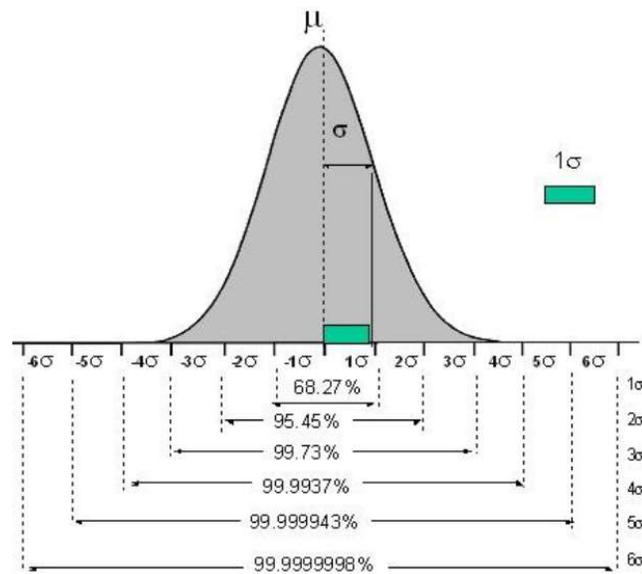
Fuente: Salazar (2019).

El C_p compara el ancho de las especificaciones (tolerancia) con la amplitud de la variación (dispersión natural) del proceso. Si la variación del proceso es mayor que la amplitud de las especificaciones, entonces el C_p es menor que 1, lo que evidencia de que no se está cumpliendo con las especificaciones; pero el C_p es mayor que 1, es una muestra de que el proceso es potencialmente capaz de cumplirlas.

Distribución de Gauss. Como indican Pérez y Gardey (2016):

La representación gráfica de la curva normal se conoce como **campana de Gauss**. Esta línea de forma acampanada resulta **simétrica respecto a un cierto parámetro**: hay una zona media cóncava, que tiene en el centro el valor medio de la función, y dos extremos convexos que tienden a acercarse al eje **X**. La distribución gaussiana, por lo tanto, muestra los valores más frecuentes en el centro de la campana, quedando los menos frecuentes en los extremos.

De acuerdo con Six Sigma, se trata de una representación estadística de la desviación estándar, es decir, representa cuánto se aleja cada observación de la media de distribución. Asumiendo que no hay ninguna asimetría que viene por todo el centro, está la media o promedio de la distribución. Así mismo, hay dos colas a cada lado, es decir, hacia el positivo (derecho) y hacia el negativo (izquierda), las cuales se forman con las desviaciones estándar. La idea de Six Sigma es tener a la media ± 6 desviaciones estándar, lo cual representa el 99,99 % de la probabilidad de ocurrencia. Al no tener colas largas hacia la media, no habiendo dispersión, y al ser la desviación menor está más cerca de la media, es decir, menos colas (Almazán, 2008).



Gráfica 2. Distribución normal – Material Six Sigma

Fuente: Almazán (2008).

2.1.1 Fases de implementación de Six Sigma

2.1.1.1 Fase de definición

Esta es una etapa muy importante en el desarrollo de un proyecto Six Sigma en cualquier ámbito, ya que en ella se definen sus alcances y límites. Como se mencionó anteriormente, el proyecto debe tener un alcance específico, por esta razón, si se trata de cubrir un gran campo, es más difícil llegar a un resultado positivo.

Así mismo, en esta fase se fijan las variables críticas para el fenómeno que se va a estudiar, las unidades con las que se va a trabajar, los resultados esperados del proyecto, el cronograma de actividades y las responsabilidades.

Es importante mencionar que para concluir con éxito cualquier proyecto se deben cumplir ciertas condiciones, por ejemplo, ser específico, medible, alcanzable, relevante y con un tiempo límite, aspectos que han de ser tenidos en cuenta al determinar y delimitar el proyecto (Brook, 2006).

En la fase de definición se manejan herramientas como el mapeo de proceso, que se puede realizar a diferentes niveles según la necesidad que se tenga y se puede presentar a nivel macro o micro. Es importante conocer bien el proceso que se está estudiando, así como el flujo de datos e información para hacer un mapeo correcto, el cual será fundamental para el desarrollo del proyecto. Un tipo de mapa de proceso muy popular es el SIPOC, sigla que en inglés se refiere a proveedor, entradas, proceso, salidas y cliente; las partes del proceso se organizan en estas porciones del SIPOC.

2.1.1.2 Fase de medición

En esta etapa, en la que ya hay una definición final del proyecto con sus límites y alcances, es necesario dar comienzo a las mediciones y a la recopilación de información acerca de las partes claves del proceso.

Esta fase tiene el fin de encontrar los puntos críticos del proceso que están generando la mayor parte de los costos y defectos, para así concentrarse en ellos, porque es ahí donde se obtendrán los mayores beneficios. Las herramientas empleadas en esta etapa son:

Benchmarking: Consiste en tomar “comparadores” o *benchmarks* a aquellos productos, servicios y procesos de trabajo que pertenezcan a organizaciones que evidencien

las buenas prácticas sobre el área de interés, con el propósito de transferir el conocimiento de las buenas prácticas y su aplicación (Wikipedia, s. f.).

Según Casadesús et al. (2005):

Es una técnica para buscar las mejores prácticas que se pueden encontrar fuera o a veces dentro de la empresa, en relación con los métodos, procesos de cualquier tipo, productos o servicios, siempre encaminada a la mejora continua y orientada fundamentalmente a los clientes.

Diagrama de Pareto: Llamado también curva cerrada o Distribución A-B-C, es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. (...) Permite asignar un orden de prioridades (...) [y] mostrar gráficamente el principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales), es decir, que hay muchos problemas sin importancia frente a unos pocos muy importantes. Mediante la gráfica colocamos los «pocos que son vitales» a la izquierda, y los «muchos triviales» a la derecha. Facilita el estudio de las fallas en las industrias o empresas comerciales, así como fenómenos sociales o naturales psicosomáticos. (Hernández, 2017).

Otras herramientas importantes son las gráficas de puntos, los histogramas, las series de tiempo, y los diagramas de Ishikawa, entre otras.

2.1.1.3 Fase de análisis

Esta etapa se orienta en la mejora del proyecto, se observan y estudian las gráficas y herramientas con las que se finalizó la medición y de ahí se obtienen los factores que influyen

en la variable de respuesta. Con la ayuda de las herramientas propias de esta fase, finalmente se llega a las conclusiones y decisiones para la proposición de mejoras de las partes del proceso que lo afectan, de manera que este se más eficiente y menos costoso.

Algunas de las herramientas y procedimientos más importantes son:

5 porqués. Esta técnica consiste en hacer la pregunta ¿por qué? cinco veces a algún aspecto del proceso con la finalidad de llegar a la razón y causa del problema.

Análisis SWOT. Al igual que el *benchmarking*, este análisis ayuda a ubicar fuerzas y debilidades, así como oportunidades y amenazas, solo que de una forma más crítica e interna. Es importante hacerlo en esta etapa, ya que dependiendo de los resultados que se obtengan se tomarán las decisiones debidas en las fases posteriores en la competencia por el mercado.

AMEF (método de análisis modal de fallos y efectos). Esta es una herramienta importante, ya que en ella se plasman las causas y consecuencias de los fallos que afectan los elementos del proceso, de manera que, una vez hechas las mejoras en el proceso, se puedan localizar otras posibles fuentes de error (Jimeno, 2013).

2.1.1.4 Fase de mejora

Después de una buena toma de decisiones para la mejora del proceso se aplican los cambios necesarios, haciendo verificaciones apropiadas y que cumplan con los resultados esperados (Brook, 2006).

Igualmente, es necesario hacer un estudio sobre cuán eficiente puede ser el nuevo proceso en comparación con el anterior y qué riesgos puede presentar, para así determinar la conveniencia de su implementación. En caso de ser positivo el resultado, se sigue con su aplicación y se pasa a la siguiente fase, de lo contrario, se retrocede y se procede a tomar nuevas decisiones.

Después de haber logrado la mejora del proceso, es necesario llevar a cabo el análisis de costo-beneficio con el fin de conocer el impacto del proyecto ejecutado y realizar el cálculo de los beneficios obtenidos contra los costos en los que se incurrió para lograrlo.

2.1.1.5 Fase de control

Una vez conocidas las mejoras y modificaciones del proceso, es indispensable tener un mayor control, de otra manera, la situación empezaría a deteriorarse con el tiempo y las mejoras y los buenos resultados podrían decaer. Debido a esto, se requiere tomar medidas para mantener un proceso bien controlado a lo largo del tiempo (Brook, 2006).

A continuación, se exponen algunas medidas para tener en cuenta:

Plan de control. Este se aplica en algunos puntos del proceso en los que se indican el número y tipo de Apps a las que se les hará el examen. Puede ser un reconocimiento al 100 % o sin reconocimiento, dependiendo de cuán variable sea dicha fase del proceso. Igualmente, se deben mostrar los métodos de verificación de especificaciones, que pueden ser visual, pasa no pasa, mediciones por atributos, etc.

Seguimiento periódico al AMFE. Después de la implementación del AMFE en el período de análisis y de establecidas y ejecutadas las mejoras, se debe revisar el AMFE simplemente valorando de nuevo la severidad o gravedad, ocurrencia y detección. La revisión debe reflejar un número de prioridad del riesgo (NPR) más bajo dentro de los patrones de seguridad. El AMFE es un informe que se puede ir retroalimentando con cada nuevo problema que surja.

Las fases mencionadas serán aplicadas al problema relacionado con el proyecto de la compañía objeto de estudio, asociado con la comercialización de productos por medio de Apps. Dado que se busca la reducción de los riesgos operativos que se detecten, es necesario tener el *software* adecuado para este tipo de aplicaciones tecnológicas que permita contar con los datos necesarios para cualquier revisión, seguimiento y análisis.

2.1.2 ¿Es posible que Six Sigma falle?

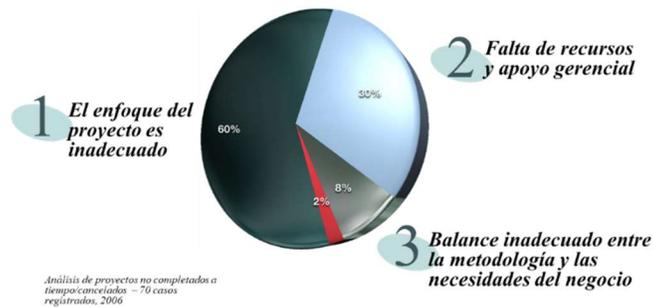
- Todos los procesos presentan variación.
- Todos los procesos pueden ser mejorados al controlar las fuentes de variación.
- $Y = f(x)$

La implantación de Six Sigma es un proceso que también presenta variación y, como tal, puede ser mejorado mediante:

- el uso racional de la metodología,
- liderazgo efectivo,
- la planeación y administración del portafolio de proyecto.

2.1.2.1 ¿Cuáles son las causas comunes?

Las fallas en la implantación de Six Sigma ocurren a nivel de piso e impactan la efectividad de los proyectos de mejora de procesos.



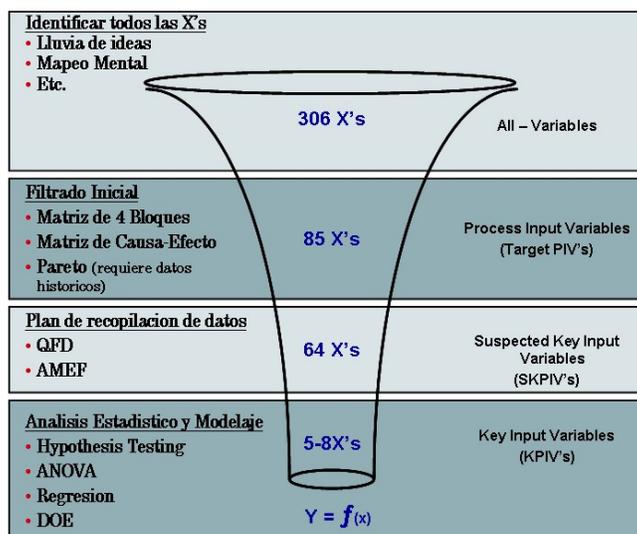
Gráfica 3. Fallas de implantación del Six Sigma

Fuente: Espejel (2009).

2.1.2.2 Enfoque inadecuado del proyecto

Six Sigma quizás es un proceso de discriminación:

- En una primera etapa, se identifican todos los factores que pueden influenciar los resultados del proceso.
- Se utilizan diferentes herramientas para eliminar factores no relevantes y eventualmente establecer un modelo matemático con las variables críticas.



Gráfica 4. Niveles del Six Sigma
Fuente: Espejel (2009).

2.2 Riesgo operacional

El riesgo operativo es de gran importancia para la llamada gestión de riesgo. El concepto surgió después de la crisis financiera de 2007 y 2008, que dejó en evidencia las deficiencias existentes en la supervisión financiera en casos puntuales, así como en la relación con el sistema financiero vinculado. La definición propuesta en el Comité de Basilea II es la más empleada; en esa reunión se suscitó, en primer lugar, la aplicación de dicho concepto 34epa sector bancario.

Según el Comité de Basilea, el riesgo operacional es aquel que implica pérdida y cuyo origen puede relacionarse con una deficiencia o un error asociado con los procesos, el personal o los sistemas internos de una organización, o bien con acontecimientos externos a esta. «La definición incluye el riesgo legal, pero excluye el estratégico y el de reputación» (Palma, 2011, p. 631).

Basilea define la administración del riesgo como la cultura o conjunto de procesos, políticas, procedimientos y acciones que se implementan para identificar, medir, monitorear, controlar, informar y revelar los distintos tipos de riesgo [a los] que se encuentra expuesta una empresa, de tal forma que les permita minimizar pérdidas y maximizar oportunidades. (Palma, 2011, p. 630).

El riesgo operacional es una clase más de riesgo al que se exponen las distintas compañías en función de la naturaleza de su negocio. Anteriormente, otros tipos de riesgo tales como el de liquidez, de crédito o de mercado le restaron importancia. Sin embargo, en la última década, como consecuencia de la globalización de los mercados y del apogeo tecnológico, se ha originado una transformación en el entendimiento del riesgo operacional que ha motivado la creación de un marco de gestión propio en el que se encuentran registrados los hechos que pueden generar pérdidas significativas de tipo operacional. (Pérez y Gragera, 2018, p. 223).

Hablar sobre gestión de riesgos ya no se limita al enfoque financiero tradicional o de cobertura. La gerencia de riesgos en realidad posee una visión holística de la compañía que contempla aspectos muy variados como la pérdida de control, la seguridad, así como diversas estrategias para prevenir, reducir o transferir el riesgo. La gerencia de riesgos en un entorno global se está perfilando como una estrategia financiera y empresarial que proporciona una importante ventaja competitiva a las empresas que disponen de ella, así como un importante incremento de valor en el mercado. (Martínez y Casares, 2011, p. 73).

Para el caso de estudio, se evaluó el proceso generador del riesgo operativo por sus fallas tanto de personal como de sistemas y se realizó un análisis del riesgo para determinar a qué proceso se aplicaría la implementación de la metodología Six Sigma. La evaluación de dicho riesgo permitió examinar variables similares como la utilizadas para medir Six Sigma, como lo son gravedad, ocurrencia y detección.

2.2.1 Categorización tipos riesgos operacionales

De acuerdo con Pérez y Gragera (2018):

La relevancia que ha adquirido dicho riesgo ha incrementado los esfuerzos por unificar los diferentes eventos operacionales bajo una categoría específica de riesgo, de forma que hoy, la categorización de los distintos tipos de riesgos operacionales vigentes es:

- Fraude interno: pérdidas ocasionadas por actos deliberados que tienen origen dentro de la empresa y que están encaminados a defraudar, apropiarse de bienes indebidamente o saltarse regulaciones, leyes o políticas de la compañía.
- Fraude externo: pérdidas ocasionadas por actos deliberados que tienen origen en terceras partes fuera de la empresa y están encaminados a defraudar, apropiarse de bienes indebidamente o saltarse regulaciones o leyes.
- Prácticas laborales y seguridad en el puesto de trabajo: pérdidas procedentes del incumplimiento de la legislación laboral, de las obligaciones contractuales con los empleados, de la legislación de prevención de riesgos laborales o de sanciones por actos de discriminación (por razón de raza, sexo, etc.).

- Prácticas de negocio, de gestión de clientes o de productos: pérdidas procedentes del incumplimiento (negligente o involuntario) de las obligaciones profesionales con los clientes o como consecuencia del origen de los productos.
- Daños a activos físicos: pérdidas originadas por los daños o perjuicios a la integridad física de activos de la organización como consecuencia de desastres naturales o catástrofes.
- Discontinuidad del negocio y fallos de sistemas: pérdidas derivadas de la interrupción del negocio o de fallos en los sistemas informáticos.
- Ejecución, resolución y gestión de procesos: pérdidas derivadas de fallos en las transacciones o la gestión de procesos, o de relaciones con las contrapartidas o proveedores. (pp. 224-225).

2.2.2 Aspectos comunes al riesgo en todos los sectores económicos

Los aportes importantes sobre el riesgo operativo que hacen Pérez y Gragera (2018) nos ubican en contexto con el tema que el trabajo desarrolla. Para las autoras:

Dado que todas las definiciones propuestas de riesgo operacional se establecen, fundamentalmente, a partir de las pérdidas financieras provocadas por personas, procesos y/o sistemas fallidos, así como de los sucesos externos que afectan adversamente a la organización, se pueden identificar los siguientes aspectos comunes del riesgo operacional en todos los sectores económicos:

- El modelo de negocio promueve la importancia de las personas, procesos y sistemas y su influencia en los eventos de riesgo operacional.

- Dado que los sucesos extremos suelen ser no lineales y dependientes, las técnicas de estimación de dichos sucesos basada en la media y la varianza tienden a ser muy inestables. Una manera práctica de abordar estas restricciones es especificar las siguientes categorías principales de entradas y salidas:
 - Entradas: trabajo, capital, procesos utilizados, regulaciones, entorno político y legal, tecnología, cultura del riesgo.
 - Salidas: alta frecuencia/baja severidad, frecuencia media/severidad media, baja frecuencia/alta severidad.
- La necesidad de combinar evaluaciones cualitativas y cuantitativas.
- La exigencia de vincular los resultados de riesgo operacional con quienes los crearon y un determinado horizonte temporal en función de su causa y el tiempo de su resolución. (Pérez y Gragera, 2018, p. 226).

Todo esto nos permite tener un direccionamiento en la ejecución de la aplicación de Six Sigma manteniéndonos en la evaluación que determinó el proceso de mayor riesgo operativo y estando alineados con los planteamientos de Prieto et al. (2018).

Por consiguiente, para afrontar el riesgo operacional, es necesario tener en cuenta los siguientes puntos, que fueron tomados en consideración durante la aplicación de la metodología y en el desarrollo el presente trabajo:

- Precisar cómo están vinculados los resultados de riesgo operacional con las personas, los procesos, los sistemas y los eventos externos que los originan.

- Diferenciar si el objetivo principal es la gestión del riesgo operacional o su cuantificación para traducir dicha cuantificación en una carga de capital.
- Evaluar qué herramientas son necesarias para gestionar o valorar el riesgo operacional incorporando consideraciones tanto cuantitativas como cualitativas.
- Debido a que los factores que determinan los eventos clasificados de alta severidad suelen no ser estables a largo plazo, la provisión de capital destinada a la cobertura del riesgo operacional puede resultar insuficiente o excesiva en relación con el impacto financiero de dicho evento.
- La gestión y gobernanza de los comportamientos debe centrarse en la mitigación de las consecuencias de los sucesos de riesgo operacional. (Pérez y Gragera, 2018, p. 227).

2.2.3 Pérdidas

Las pérdidas en el riesgo operacional deben considerar la cobertura tanto de aquellas esperadas (EL, *expected losses*) como de las inesperadas (UL, *unexpected losses*): las primeras se cubren con provisiones, mientras que las segundas lo hacen con el capital regulatorio (Pérez y Gragera, 2018).

La mayor fuente de eventos de riesgo operacional está incluida en la zona de pérdidas de menor cuantía. (...) Este tipo de eventos son los más sencillos de estimar porque suelen ser aquellos relacionados con el negocio diario de la entidad. Sin embargo, en la zona de los eventos inesperados, se consideran aquellos sucesos cuya probabilidad de ocurrencia es muy baja, pero cuando suceden dan lugar a pérdidas importantes. En

la zona de pérdidas catastróficas (aquellas que superan el percentil 99,9 %), se sitúan los sucesos cuyas consecuencias son imposibles de asumir por las entidades y se consideran un riesgo residual aceptado. (p. 228).

2.2.4 Método GOD: gravedad (severidad), ocurrencia y posibilidad de detección

El número de prioridad del riesgo (NPR) se apoya en el llamado método GOD, el cual separa las diferentes acciones por realizar según su severidad, ocurrencia y posibilidad de detección. A estas tres variables se les da una escala de valores del uno al diez, tal como se muestra en la tabla 2 (Muñoz, 2013).

Tabla 2

Escala de severidad, ocurrencia y probabilidad de detección

Intervalo	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (P)
10-9	Efecto principal/ Muy alta severidad	Muy alta probabilidad de ocurrencia	Prácticamente imposible de detectar
8-6	Inconveniente mayor	Alta probabilidad de ocurrencia	Baja capacidad de detección
5-3	Inconveniente menor	Moderada probabilidad de ocurrencia	Alta capacidad de detección
2-1	Mínimo efecto/Sin efecto	Baja probabilidad de ocurrencia	Muy alta capacidad de detección

Fuente: Fuente: Ramos M, et al. (2012).

Según Muñoz (2013):

De esta manera una avería que tiene una severidad muy alta (9-10), una posibilidad muy alta (9-10) y que sea muy difícil de detectar (9-10), será más interesante de solucionar que otra avería con valores menores. (p. 1).

Como se puede ver, existen tres elementos que se deben valorar de cada fallo y su causa:

Gravedad (G). Se debe valorar desde muchos puntos de vista: puede ser desde la perspectiva de la producción, o bien, desde la óptica de la seguridad de los trabajadores. Esta valoración se realiza de 1 a 10, siendo el mayor valor el más grave.

Ocurrencia (O). La probabilidad de que el fallo ocurra se mide de 1 a 10. Esto se puede calcular en horas de funcionamiento, por ejemplo, si la probabilidad de rotura es de una cada semana, el valor es 10; si es de una cada seis meses, es 5; y si es de una cada año, es 1.

Detección (D). Se determina la posibilidad de detectar el fallo con los medios que se utilizan en el momento de realizar el estudio, es decir, con las condiciones actuales. También se mide de 1 a 10, pero, en este caso, el 10 indica un fallo que no se puede detectar, en cambio, el 1 muestra un fallo fácilmente detectable.

Es importante saber cómo aplicar los buenos criterios para así valorar estas tres escalas, de tal manera que sean los mismos para todo el que las valore (Muñoz, 2013).

Para calcular el número de prioridad de riesgo (NPR) para cada modo potencial de fallo, se deben multiplicar los tres valores anteriores:

$$\mathbf{NPR = G \times O \times D}$$

El valor máximo es 1000 y el mínimo es 1. Aquí lo importante es valorar dónde está el valor crítico que se va a tener en cuenta, lo dependerá de la capacidad del departamento. En otras palabras, si se tiene en cuenta cualquier valor de NPR, se obtendrá un número muy elevado de gamas y se dificultará manejarlas.

Es importante también, como es lógico, priorizar los valores de NPR más altos (Muñoz, 2013).

2.2.5 Matriz de 4 bloques

- Se hace una evaluación de cada factor en dos dimensiones:
 - Impacto
 - Control
- Prevalecen todos los esfuerzos alrededor de los factores con mayor impacto y sobre los cuales se tiene mayor influencia.

NIVEL DE INFLUENCIA	Alta influencia	-3	-2	-1
	Poca influencia	-12	-24	-2
		-15	-22	-4
		-2	-6	-1
		Bajo impacto	Alto impacto	
		IMPACTO EN LAS APLICACIONES DE APPS		

**ENFOQUE DEL
PROYECTO**

Gráfica 5. Impacto de las aplicaciones de APPS

Fuente: Elaboración propia.

2.2.6 Matriz de causa-efecto

Por medio de esta matriz, se establecen los siguientes parámetros:

- Identificación y jerarquización de las expectativas del cliente.
- Definición de la correlación entre procesos y su influencia en las especificaciones del cliente.
- Es necesario incluir solo los procesos más relevantes del proyecto.

Process inputs	Importance to customer				
	Accurate approvals	Expedite approvals	Paid as Approved	Timely Payments	
Diagnosing process	8	10	9	7	290
Prior approval process	10	9	9	7	302
Invoicing process	1	1	10	9	171
Invoice review and payment	1	1	9	9	162



Gráfica 6. Matriz de causa-efecto

Fuente: Espejel (2009).

2.2.7 Pareto

Por medio de este estudio, se debe establecer:

- La búsqueda de los datos históricos del proceso y de categorías sobre las fallas (o cualquier otra característica de interés); se han de graficar las incidencias.
- La consecución del enfoque del proyecto sobre la base de las de mayor incidencia teniendo en cuenta la regla del 80/20.

2.3 Aproximación a las empresas que comercializan por medio de Apps

La globalización que se viene presentando desde el año 1992 con el revolcón en la economía ha implicado un giro notorio a nivel mundial y nacional y ha dirigido a una renovación tecnológica. Quizás por ello, en estos últimos años ha surgido la necesidad de creación de Apps y una constante innovación en su manejo, lo que supone un gran fenómeno tecnológico.

Las *Apps* son un fenómeno de mayor impacto que las páginas web para las empresas, pues son claves en el desarrollo del comercio electrónico. Con la convicción de poner en marcha una *App*, las empresas se enfrentan a un mercado competitivo que se rige por los clientes, los competidores, las necesidades financieras de la organización y las barreras de entrada propias de cada sector.

Como indica Salazar (2017):

El comercio electrónico en Colombia está en auge. Las novedades que difunde la Cámara Colombiana de Comercio Electrónico señalan que 1 de cada 4 personas realizan actividades de este tipo de comercio en el país y concluye que las transacciones se realizan, principalmente, a través del celular. Además, dice que las actividades relacionadas con el comercio electrónico, las más utilizadas son las interacciones bancarias, las compras *online* y las solicitudes de servicios a través de internet. De igual manera afirma que, aunque la confianza que genera la realización de transacciones a través de internet es baja, existe una actitud favorable en recomendar las actividades de comercio electrónico y en realizar transacciones futuras cuando se requiera.

(...)

Dicha regulación ha permitido que el crecimiento anual del comercio electrónico sea superior al 40 %, y esta tendencia de crecimiento favorece el desarrollo de empresas como la nuestra. (Salazar, 2017, pp. 19-20).

Las entidades financieras no son las únicas que procesan pagos con el uso de herramientas electrónicas *Apps*, esto también lo vienen haciendo otras empresas que trabajan bajo un modelo agregador. El principal problema de estas empresas es que, por no estar vigiladas por los entes de control correspondientes, no están obligadas a implementar sistemas de gestión de los riesgos a los que se encuentran expuestas por tener bases de información del sistema financiero de las tarjetas de crédito de los usuarios y de los comercios a los que sirven, razón por lo cual incurren en pérdidas económicas derivadas, en muchos casos, de las fallas en sus procesos operativos, que se asemejan en algunos de sus procesos a los de las instituciones financieras.

Por este motivo, y citando a Vigoya y Zambrano (2020):

Los operadores o pasarelas de pago electrónico, (...) cada día evolucionan con nuevas e innovadoras cualidades de servicio, hecho que está siendo aprovechado por los empresarios y por el sector financiero para alcanzar competitividad o posicionamiento, además de lograr que la experiencia de comercializar o adquirir productos a través de internet cada vez más fácil. Sin embargo, se debe considerar que las tecnologías emergentes despiertan gran interés, dan la oportunidad para que se generen diversos factores de riesgo, que puedan poner en peligro en determinado momento la estabilidad financiera de una organización. (p. 7).

Tal como lo informan Prieto et al. (2018) en su estudio,

El desarrollo de la industria *fintech* y del comercio electrónico de los últimos años, ha conllevado a compartimentar la cadena de pagos y a que surjan nuevos actores,

fenómeno que ha ocurrido también a nivel internacional. Este es el caso de las «gateways» o los «agregadores», especializados en las actividades de prestar herramientas tecnológicas, suministrar equipos, enrutar información, e incluso vincular los comercios. Adicionalmente, se puede observar que la vinculación de los comercios a los esquemas de pago electrónicos tradicionales consistían en contratos de adherencia a un portafolio de servicios generalizado. Los actores que han surgido han encontrado un espacio de desarrollo gracias a que se han logrado adaptar a las necesidades de los comercios y han logrado llegar, a través del modelo de agregación, a pequeños comercios a los cuales les resultaba costoso y complejo vincularse al sistema. (Prieto et al., 2018, p. 25).

Recientes estudios confirman la importancia y fuerza de las empresas del mismo tipo que el caso de estudio. Por ejemplo, Lameijer et al. (2021) presentan en su informe el resultado de 6 organizaciones involucradas en tecnologías digitales emergentes dirigidas a consumidores y empresas; los autores plantean que hay unos factores específicos que afectan la implementación de la metodología Six Sigma en estas industrias, y demuestran que se deben hacer modificaciones a la metodología para que su aplicación sea efectiva; al respecto, se centran en técnicas estadísticas específicamente aplicadas al problema, tal como se ha hecho en el presente estudio.

2.3.1 Acerca de la comercialización *Apps*

Es importante tener claros algunos conceptos relacionados con la comercialización por medio de *Apps*, por el creciente uso de esta tecnología.

Dispositivos móviles.

Es aquel aparato portátil, con el que se puede acceder a la web y diseñado para ser usado en movimiento (Nkeze, Pearce y Womer, 2007). Es decir que incluye una gran variedad de terminales de diferentes características, *smartphones* y PDA a videoconsolas portátiles, lectores de libros electrónicos y tabletas. (Gutiérrez, 2011, pp. 2-3)

Comercio electrónico. El crecimiento de comercialización por internet ha venido en aumento y nos ha obligado a incursionar en él y a adaptarnos a lo que la actualidad nos exige. Existen diversas definiciones de comercio electrónico, por ejemplo, para Guerrero y Rivas (2005), en la literatura no existe una clara diferencia entre comercio electrónico (*e-Commerce*) y negocios electrónicos (*e-Business*), pues sus definiciones han sido tomadas de la literatura en administración y de la innovación tecnológica.

Por tal razón, su definición de comercio electrónico propone que es «un caso particular del *e-Business*, que se refiere a cualquier actividad de negocios que hace uso de las tecnologías de Internet para transformar las relaciones comerciales y explotar las oportunidades del mercado, influenciadas por una economía interconectada» (Guerrero y Rivas, 2005, p. 88).

Tomando como base la definición de *e-Commerce* y *e-Business* de Guerrero y Rivas (2005), se puede decir que el negocio electrónico consiste en introducir tecnologías de información para realizar las actividades del negocio en línea, en cambio, el comercio electrónico es la compraventa de bienes y servicios en línea. Sin embargo, la definición de

comercio electrónico más adecuada para el presente documento es la expuesta por Monreal (2012): «Sistema por medio del cual se realiza la compra o venta de productos o servicios que incluye una forma de transacción electrónica entre las partes involucradas mediante el uso de Internet» (p. 11).

Aplicaciones móviles (*Apps*). Son una herramienta que, con un uso concreto para cualquier temática. «Se pueden adaptar a distintos tipos de dispositivos, lo que les permite ampliar los servicios o contenidos para el usuario» (Salgado, 2017, p. 17).

Se componen de un *software* que se ejecuta en un dispositivo móvil y lleva a cabo ciertas tareas para el usuario del teléfono móvil. (...) son comunes en la mayoría de los teléfonos incluidos los modelos de bajo costo. Su uso tan extendido es debido a que realizan muchas funciones, incluyendo el proporcionar interfaces de usuario para telefonía y servicios de mensajería. (Salgado, 2013, pp. 33-34).

E-Commerce. Como lo indica Salgado (2017):

El comercio electrónico es cualquier forma de transacción o intercambio de información con fines comerciales en la que las partes interactúan utilizando Tecnologías de la Información y la Comunicación en lugar de hacerlo por intercambio o contacto físico directo (Colombia Digital, 2012). Este tipo de comercio brinda a las empresas una ventaja competitiva porque pueden ofrecer gran variedad de productos minimizando costos de operación, requiere menos recursos tangibles e intangibles, se ahorran costos de inversión en infraestructura. Se obtiene un ahorro considerable en

aspectos como fuerza comercial, puntos de venta y en las barreras de entrada a otros mercados. (p. 17).

Además, con el servicio de pagos en línea se puede «tener acceso a todos los medios de pago, incluyendo pagos en efectivo, que generan diferentes opciones que se ajustan a las necesidades de cada cliente» (Cristancho, 2014, p. 12). El comercio electrónico tiene un gran potencial, ya que «las formas de pago se están masificando y el acceso a la red reduce cada vez más sus costos» (Cristancho, 2014, p. 12), lo cual diversifica el mercado y la información.

Pedidos en línea. En palabras de Salgado (2017):

Es el sistema mediante el cual se recibe, se procesa y se envía los pedidos y las solicitudes de los usuarios a través de un sitio web. Dentro de nuestro plan de negocios esto significaría cambiar el servicio de pedido tradicional donde el cliente va hasta la farmacia con su receta médica, pregunta por el precio y compra lo que puede. Esto genera (...) la tendencia a automedicarse sin mucha consciencia por el afán de no generar mucha congestión en el lugar, o, por el contrario, ralentización del proceso de compra y congestión del local por la incertidumbre e indecisión de muchos clientes a la hora de adquirir su medicación. Los pedidos en línea permiten que, además del pago a través de Internet, este se pueda hacer contra entrega del producto, lo que facilita a las personas que no cuentan con tarjeta de crédito o cualquier otro medio de pago similar, puedan pagarlo en efectivo cuando se realice el domicilio. (p. 18).

Sistemas de pago (SP) electrónico o en internet. «Un sistema de pago electrónico realiza la transferencia del dinero entre comprador y vendedor en una compraventa

electrónica. Es, por ello, una pieza fundamental en el proceso de compraventa dentro del comercio electrónico» (Monreal, 2012, p. 5).

Es el conjunto de medios y normatividad relacionada al sistema de pagos, y se hace por medio de las pasarelas de pago, que son plataformas de pago electrónicas «que permite(n) a los comercios efectuar pagos y recaudar facturas a través de la web con diversos productos financieros», entre las cuales se encuentran Paypal, PayU y Paymentez, entre otras (Asobancaria, s. f.).

Prieto et al. (2018) presentan su propia definición de sistemas de bajo valor o SPBV como el que reúne las transacciones, los pagos entre personas y comercios.

También definen muy bien para este trabajo los actores que integran los procesos de pago del SPBV en Colombia: adquirencia, en la que se encuentran las pasarelas de pago Gateway y agregadores; los adquirentes, como los bancos y las SEDPE; el procesador adquirente, como Redeban, Credibanco, Pago.Go, PSE; en la compensación y liquidación se encuentra Redeban, Credibanco, Visa, Mastercard, ACH; y en la emisión se encuentran los procesadores emisores, como Redeban, Credibanco, Pago.Go, PSE, el emisor bancos y SEDPE (Prieto et al., 2018).

Proveedores de servicios de bajo valor. La presente investigación llega a una definición propia: son entidades comerciales diferentes a las financieras, que ofrecen distintos instrumentos de pago. Procesan gran número de pagos de bajo valor, surgen de las áreas de población no bancarizadas que se conectan con estas empresas, que les proveen servicios alternativos y les dan la oportunidad de efectuar transacciones electrónicas. Para el

presente trabajo, la empresa analizada tiene inicialmente un contrato con uno de los proveedores de servicios de bajo valor con que trabajan las entidades financieras bajo el modelo agregador asegurando así llegar al cliente o usuario final, luego lo hace ella directamente.

«El uso de tecnologías como internet ha facilitado la operación de las plataformas (...) encargadas de transferir fondos entre los participantes y, además, se ha convertido en un amplio canal de posibilidades para ofrecer servicios de pago». El sector privado, como proveedor de estos servicios de bajo valor, aprovecha «la tecnología disponible para abaratar los costos de transacciones y hacerlas más eficientes». (Morales, 2011, p. 7).

De acuerdo con Vigoya et al. (2020):

El modelo de agregación pasarela no cumple con todos los requisitos mínimos de la circular externa y a pesar de cumplir con tener la certificación en la norma PCI Security Stand Ards que mitiga el riesgo operativo y de contagio, puede quedar expuesta a los riesgos (...) por no cumplir con los requisitos de SARLAFT. (p. 34).

Medios de pago electrónico.

Como señala Sesmilo (2019):

Se puede decir que los medios de pago electrónico /online son aquellos sistemas que se utilizan para realizar compras de productos y servicios en internet y que han ido apareciendo durante los últimos años. Hay que mencionar que algunos de los medios de pago tradicionales se han ido adaptando al pago online. De esta manera se ha

conseguido reducir costes y agilizar las compras a través de internet aportando a los usuarios unas ventajas que no tienen los medios de pago tradicionales. (p. 11).

Sobre los medios de pago online, el autor citado anteriormente establece que son aquellos sistemas que se utilizan para realizar compras de productos y servicios en internet y que han ido apareciendo durante los últimos años, entre los cuales tenemos:

- I. Tarjeta bancaria.** Se trata de uno de los sistemas de pago online más utilizado en el mundo. El proceso que conlleva el pago de la compra es muy similar a como se hace en una tienda física. Entre sus principales ventajas se destaca la velocidad que dispone a la hora de enlazarse los dispositivos y que no sea necesario haber tenido que configurar previamente la tarjeta y el dispositivo para su funcionamiento (p. 12)
- II. Tarjetas virtuales.** Se trata de tarjetas que no tienen presencia física, las cuales están diseñadas para realizar compras en internet. Se puede decir que es una especie de contrato con una entidad bancaria en el cual se genera un único número de tarjeta de crédito con todos los datos imprescindibles para realizar transacciones online. (p.13)
- III. El dinero electrónico.** El dinero no es otra cosa que la representación de un valor abstracto, admitido para la realización de intercambios y respaldado por una autoridad pública (sic). En el supuesto del dinero electrónico, esta representación, en lugar de papel, estaría contenida en *bits* y, concretamente en cupones criptográficos. (p.26)

- IV. Cheque y órdenes de pago de pago electrónica (Transferencias bancarias).** Las transferencias bancarias online es uno de los medios de pago online menos empleados en el *e-commerce*, principalmente por la falta versatilidad que puede llegar a aportar, en comparación a otros sistemas de pago, a los diferentes establecimientos. La transferencia no requiere de la existencia de tarjetas de crédito, ni de un servicio de cartera digital. Solo será necesario las credenciales para acceder a la cuenta bancaria online del cliente. Gracias a internet este método se puede llevar a cabo desde los propios ordenadores personales, así como desde los dispositivos móviles. Por lo tanto, se trata de un sistema tradicional que se ha llegado a adaptar al entorno, pero no con la suficiente fuerza. (p.25)
- V. El pago mediante móvil y carteras digitales (e-wallets).** Los pagos realizados con móvil son aquellos medios que permiten a las personas llevar a cabo transacciones electrónicas usando identificadores de autenticación almacenados en los dispositivos que contengan las aplicaciones. Las carteras digitales conocidas como e-wallets se basan en una cuenta donde el usuario introduce sus datos personales, sus datos bancarios o los datos de sus tarjetas de crédito. Cada vez que el usuario quiera llevar a cabo una compra o una transferencia, este se tiene que conectar a la cuenta. Así mismo, es preciso que el dispositivo móvil tenga una aplicación móvil en la que el consumidor tenga los

datos de sus distintas tarjetas o cuentas bancarias. Estas apps han sido desarrolladas por distintas entidades, ya sean bancarias no. (p. 14)

Ante la comercialización de las *Apps*, es necesario seguir unas pautas. Carten Frien, experto en *marketing* móvil y director de Madvertise, ofrece estos cinco consejos:

1. **Concepción y definición de público objetivo.** Previo al desarrollo y a la comercialización de una *App* hay que definir cuál será su objetivo, cuál será su *target* y a qué categoría de la App Store se ajustará mejor la aplicación.
2. **Elección de la tienda de aplicaciones.** El mercado de las aplicaciones para dispositivos móviles no es exclusivo de las marcas reconocidas a nivel global y nacional. Como indica Frien (Marketing Directo, 2010), «una tienda de aplicaciones menos popular puede traducirse también en ventajas para la aplicación. De este modo, cuanto menor sea el número de aplicaciones y usuarios con que cuente una tienda, más fácil será hacerse también con su monopolio».
3. **Estrategia de precios.** Para definir el precio de una aplicación, hay que tener en cuenta la posibilidad de ofrecerla inicialmente gratuita, pues así:

Más usuarios habrá dispuestos a probarla. (...) La influencia en el número de descargas y posterior utilización de la aplicación será obviamente más que remarcable. (...) Los gastos iniciales que conlleva el lanzamiento de una aplicación gratuita pueden compensarse después mediante la comercialización de publicidad móvil. (...) A ello hay que añadir que la competencia de una aplicación gratuita será siempre menor que si es de pago. (Marketing Directo, 2010).

4. **Comercialización adecuada de la publicidad**, concreción en el perfil del usuario.
5. **Uso de todos los canales de comunicación**. Para dar a conocerla *App*, es necesario utilizar los diferentes canales de comunicación que existen, desde los más clásicos (notas de prensas, páginas web, etc.) hasta lo más novedosos (redes sociales y otros). (Marketing Directo, 2010).

2.3.2 Pérdidas operativas en el uso de *Apps*

Como se expone en un artículo publicado por la agencia de noticias SINC:

Los *smartphones* se han convertido en la principal puerta de acceso al mundo digital. Gracias a las *Apps* se puede acceder desde nuestro teléfono móvil inteligente a un gran número de servicios, muchos de ellos gratuitos y muy populares por su originalidad y utilidad.

(...)

La utilización de una aplicación en los dispositivos móviles puede crear un elemento de riesgo con la capacidad de comprometer la seguridad de la información que genera y almacena.

(...)

Entre los principales riesgos asociados a la descarga y uso de *Apps* en dispositivos móviles corporativos, se han identificado la apropiación indebida de la información,

el abuso o ‘secuestro’ del dispositivo y el incumplimiento legal y normativo. (BDigital, 2013).

Vigoya y Zambrabo (2020) exponen en su trabajo otras causas de posibles pérdidas:

En la división del modelo de agregación se puede presentar que la pasarela de pagos no cumpla con los temas de SARLAFT, que se presenten temas de fraude por parte de uno de los comercios o que se dé uno de los riesgos más altos, el de contagio a nivel de bases de datos que genera como consecuencia pérdida de información de los tarjetahabientes, dando lugar a que exista una amplia modalidad de fraude; con la gran diferencia que en la división de agregación formal se puede conocer el origen de la transacción y se puede actuar bloqueando esos movimientos financieros que se están realizando y se puede iniciar un proceso de investigación con Incocrédito para poder identificar esa nueva modalidad y brindar el sistema de pagos. (p. 33).

2.3.3 Regulación contable y normatividad

Para Colombia, el riesgo operativo toma sus bases de los análisis y la estructuración de la Circular 041 del 2007 y la Resolución 1865 de 2007, numeral tercero, según lo cual todas «las entidades deben revelar adecuadamente los gastos e ingresos de riesgo operativo, sin perjuicio de registrar la línea y tipo de evento en cuentas auxiliares a nivel interno creadas especialmente para ello».

De esta manera, sobre la base de lo propuesto por Serrato (2014), cabe analizar cómo:

Las pérdidas incurridas por “deficiencias, fallas e inadecuaciones en el recurso humano, los procesos, la tecnología, la infraestructura o por la ocurrencia de acontecimientos externos, incluidos los riesgos legales, reputacionales” [y operativos] se reflejan en los eventos materializados y “no” desde la percepción del riesgo con los cuales se construyeron (inicialmente) los modelos de R. O.

El concepto de riesgo operativo surge con el Acuerdo de Basilea II, que en sus apartes lo define así: «El riesgo de pérdida debido a la inadecuación o a fallos de los procesos, el personal y los sistemas internos, o bien a causa de acontecimientos externos».

Por medio de la Ley 964 de 2005 y la Circular 041 de 2007, se dan a conocer todas las Reglas relativas a la administración del riesgo operativo para entidades vigiladas por la Superintendencia Financiera y tener un marco de referencia sobre la gestión de riesgo, ya que hoy en día es muy necesaria en la implementación de IFRS, en lo referente a las políticas y gestión que se revelan con los estados financieros.

Tal como señalan Arbeláez et al. (2006):

Desde el surgimiento del nuevo Acuerdo de Basilea (2004), también conocido como Basilea II, que incorporó el riesgo operacional para el cálculo de los requerimientos de capital, los procesos de identificación de ese riesgo, su medición y gestión se han convertido en un desafío no solo para los operadores de las finanzas, sino también para los académicos e investigadores, que han propuesto múltiples modelos para su cuantificación. (p. 98).

Esa cuantificación va dirigida no solo a la banca, sino a las empresas comerciales que desean controlar su gestión.

Autores como Vigoya y Zambrano (2020) explican que:

Para poder entender los riesgos financieros asociados al modelo de agregación se tuvo que conocer que dentro de este modelo existe[n] dos divisiones, el de agregación formal o red y la pasarela. Desde el punto de vista de las franquicias, del banco *sponsor*, de los procesadores y demás participantes del sistema de pagos, existe menor riesgo al trabajar con pasarelas de pago que ofrecen el servicio de agregación formal, ya que estas cumplen con todos los requisitos de la Circular Externa 008 de 2018 y son homogéneas con lo que buscan a nivel internacional las franquicias.

Para la división pasarela, el riesgo es alto, ya que no cumple con todos los requerimientos mínimos de la Circular Externa 008 de 2018, quedando expuesta por los riesgos asociados a SARLAFT al no lograrse identificar el origen de la transacción. Si alguno de los comercios que está debajo del código de la pasarela genera alguna actividad que contribuya al lavado de activos y a la financiación del terrorismo, el código será bloqueado, afectando a los demás comercios agregados, generando que sus ventas se suspendan y que no tengan cómo responder por sus obligaciones a corto plazo.

La pasarela de pagos a nivel reputacional quedaría afectada y perdería como tal toda la facturación de sus comercios.

Se logra identificar en este aspecto el riesgo operativo, el de liquidez y de crédito.
(pp. 36-37)

La empresa objeto de este trabajo se rige para llegar al cliente final por el modelo de agregación formal, lo cual disminuye el riesgo, pero no elimina los demás asociados al proceso de pagos electrónicos y su respectivo riesgo operativo inherente.

Cabe mencionar que, de acuerdo con Prieto et al. (2018):

Los agregadores de comercios han tenido un papel relevante para la inclusión de pequeños comercios en el ecosistema de pagos, lo cual tiene gran importancia en el marco de la inclusión financiera. El objeto de los agregadores es permitir a pequeños comercios aceptar pagos a través de tarjetas débito y crédito, sin necesidad de contar con una cuenta de adquirencia en instituciones financieras y a bajos costos, a través del uso de POS o nuevas tecnologías asociadas a los dispositivos móviles.

(...)

Si bien existen diferentes aproximaciones regulatorias frente al ingreso de estos nuevos participantes, entre otras cosas, porque los modelos de operación son variados, existe una tendencia por definir sus roles y determinar si se encuentran o no dentro del perímetro de la regulación y supervisión financiera (Prieto et al., 2018, p. 9).

También vale la pena mencionar que:

De acuerdo con el artículo 6 de la Ley 795 de 2003, es facultad del Gobierno Nacional regular los sistemas de pago y las actividades vinculadas con este servicio que no sean competencia del Banco de la República. Igualmente, conforme el artículo 72 de la misma ley, podrán ser sometidas a la inspección, vigilancia y control de la SFC, según lo establezca el Gobierno Nacional, las entidades que administren los sistemas de tarjetas de crédito o de débito, así como las que administren sistemas de pagos y compensación, a quienes se aplicarán las normas relativas a las compañías de financiamiento comercial en lo que resulte pertinente. (Prieto et al., 2018, p. 30).

Por último, estableció que a los sistemas les aplica las normas relativas a las compañías de financiamiento en lo relacionado con, entre otras, el procedimiento de constitución, la propiedad accionaria y la administración y control, incluyendo reglas de conducta y composición de Junta Directiva.

En desarrollo de esta normativa, todos los proveedores de infraestructura referenciados en la sección anterior son denominados administradores de sistemas de pago de bajo valor y por lo tanto deben aplicar las normas anteriormente descritas (Prieto et al., 2018, p. 31).

2.3.4 Aspectos económicos

Franco y Franco (2005) interpretan en su investigación lo siguiente:

Este riesgo se presenta debido a fallos en el núcleo operativo, manufacturero, errores humanos o de capacidad de procesamiento. Cada una de las empresas que generan

valor con base en sus actividades de manufactura, servicios o aquellas actividades que en diferentes grados se vean afectadas por procesos, se encuentran expuestas al riesgo operativo: fallos en el sistema de control de calidad, negligencias en procesos de mantenimiento, entregas perdidas a clientes, fallos en las transacciones procesadas, o cualquier error operacional que dificulte el flujo de una alta calidad de productos y servicios, expuestos de manera potencial a pérdidas y negligencia de la firma. En general, el riesgo operativo corresponde a fallas en los sistemas, en los procesos y en las personas. (pp. 46-47).

Varios modelos han sido aplicados para cuantificar el riesgo operacional, sin embargo, no se hará mayor referencia a esto debido a que el alcance del trabajo no incluye valoración de riesgo operacional.

Para la aplicación de la metodología de Six Sigma se puede iniciar definiéndolo como lo hacen los siguientes autores:

- Metodología directamente aplicable para mejorar la eficiencia y efectividad de todos los procesos, tareas y transacciones dentro de cualquier organización (Truscott, 2003).
- Hoy día, el término Six Sigma, además de evocar claramente una medida de reducción de defectos/fallas aspiradas, identifica un programa estratégico de mejora continua, caracterizado por etapas definidas y el uso de herramientas estadísticas y de gestión (Barone y Lo Franco, 2012).

- «Es un nuevo paradigma estratégico de innovación gerencial para la supervivencia de la empresa en este siglo XXI, que implica tres cosas: medición estadística, estrategia de gestión y cultura de la calidad». (Park et al., 1999).
- Iniciativa estratégica de toda la compañía para mejorar el rendimiento del proceso con los objetivos centrales para reducir costos y aumentar los ingresos, lo que es adecuado tanto para las organizaciones de fabricación como para las de servicios. En el centro de Six Sigma se encuentra una metodología de mejora de proyecto por proyecto formalizada, sistemática y fuertemente orientada a resultados, hecha a medida para lograr mejoras en la variación en primer lugar, pero también en el tiempo de ciclo y el rendimiento (Magnusson et al., 2001).
- Definición de Motorola: «Un método disciplinado de utilizar datos extremadamente rigurosos y análisis estadísticos para identificar las fuentes de errores y las formas de eliminarlos». (Harry y Schroeder, 2000b).

Las empresas en la actualidad están enfrentando nuevos desafíos debido a los avances tecnológicos, lo cual hace que se deban preocupar por mejorar la calidad de sus productos o servicios. Por esto cada vez más empresas adoptan la metodología Six Sigma para sobrevivir y crecer ganando competitividad, lo que redundará en mejores resultados (Veena y Prabhushankar, 2020).

3. Análisis de resultados

3.1 Caso de estudio

Como se pudo evidenciar inicialmente, esta es una compañía que nació en el año 2015 y hoy cuenta con una infraestructura e innovación en la economía muy creativa. Por confidencialidad, no es recomendable mencionar su nombre.

La empresa fue galardonada con el premio Emprendedor de Emprendedores de Endeavor, una de las redes de emprendimiento más importantes del mundo, por «su aporte a la economía del país, a la innovación y la competitividad».

Igualmente, la organización ha aprovechado el auge de la tecnología y la utiliza para así poder poner en continuo contacto a las personas con todos los productos y servicios en línea.

Esta compañía, en el tiempo que lleva de fundada en nuestro país, ha logrado cambiar todos los hábitos de consumo y de compra en los usuarios, así como también los esquemas del mercadeo de comercios y grandes superficies. Con respecto a este último punto, la empresa ofrece una buena visibilidad de productos de marcas *on-demand* (industria tecnológica) y la posibilidad de obtener *big data* (volumen de datos) y de conocer mejor a los usuarios (consumidores); asimismo cuenta con el aval de conocer todas las tendencias económicas del mercado y el desarrollo de nuevos productos.

La empresa está «diseñada y orientada a conectar a usuarios que requieran de un servicio de entrega de diferentes productos con usuarios que estén disponibles y cuenten con un medio (bicicleta, moto) para realizar los pedidos» (Robayo y Vásquez, 2017, p. 13).

Las autoras Tatis y Largacha (2017), en su tesis dan conocimiento especial sobre el comercio electrónico:

Una de las tendencias más populares en la actualidad es la compra de productos, e incluso servicios, a través de plataformas digitales. El término formal para este tipo de actividades *e-commerce*, o como se le conoce en español, comercio electrónico. La popularidad del *e-commerce* ha ido creciendo de manera exponencial debido a la gran cantidad de ventajas con las que esta actividad cuenta. Además de lograr que todo sea más eficiente y rápido, las plataformas proveen un gran número de opciones para el consumidor que le permiten escoger de acuerdo con (sic) sus preferencias, sin tener que moverse de la comodidad de su casa. (p. 13).

Sobre el objeto social de la empresa, las autoras explican que este:

Consiste en exhibir de forma publicitaria los diferentes productos y servicios de consumo y de esta forma dar una referencia al consumidor de lo que puede comprar. Por otro lado, facilitar la conexión entre los consumidores y expendedores para realizar un vínculo contractual. (Tatis y Largacha, 2017, p. 24).

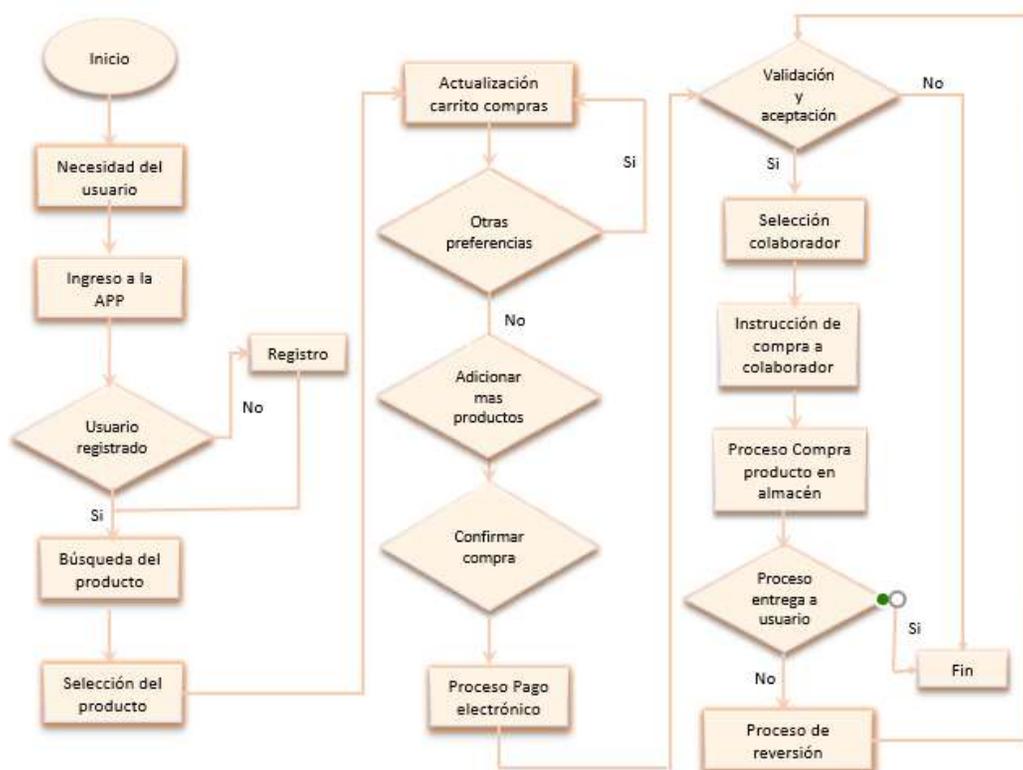
La tecnología necesaria en la plataforma la lleva a ser un medio de comunicación entre el usuario y los comercios, ya que el sistema de medios de pagos permite su uso sin haber un vínculo alguno con el operador del sistema.

«Por su parte, la relación con el cliente es de autoservicio, ofreciendo entregas a domicilio» (Salazar, 2017, p. 8).

3.2 Implementación de Six Sigma

3.2.1 Fase de definición

Se revisó el proceso operativo con la ayuda del mapeo SIPOC, el cual permite conocer cómo funciona y determinar así el flujo de actividades en su interior y los demás procesos que lo componen. Para la implementación de la metodología Six Sigma, se decidió enfocarse solo en el proceso operativo que presenta la mayor cantidad de fallos y genera las más significativas pérdidas en todo el proceso operativo. Así, pues, la técnica SIPOC es un excelente punto de partida para la aplicación de esta metodología.

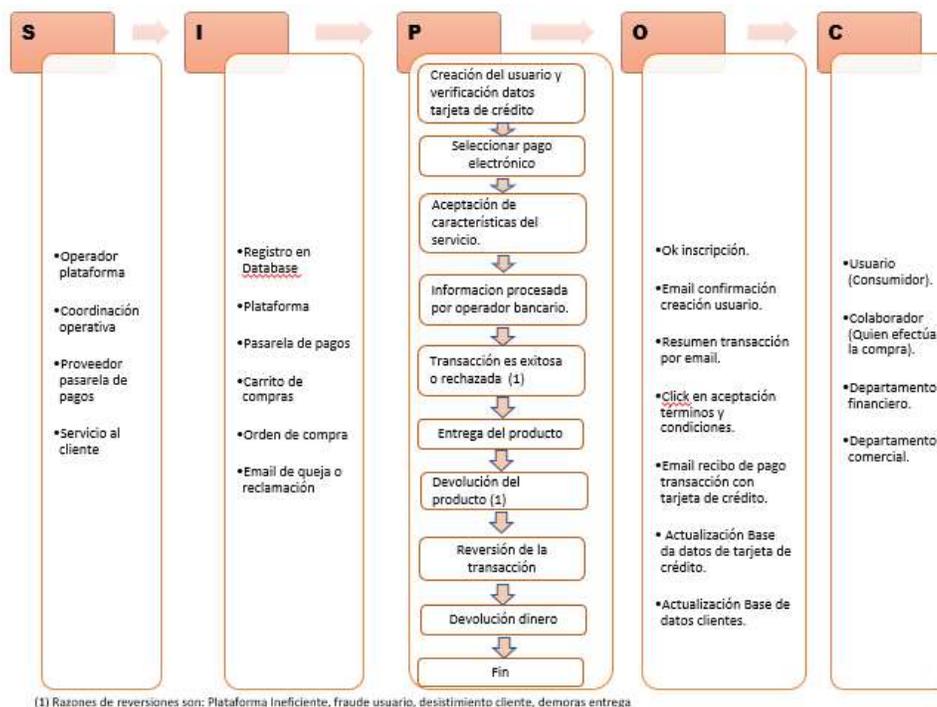


Gráfica 7. Proceso operativo

Fuente: Elaboración propia.

Se detectó que el proyecto Six Sigma es aplicable al proceso de pago electrónico, que es un sistema de pago el cual facilita la aceptación de compras electrónicas en las transacciones en línea a través de internet. Los sistemas de pago electrónico hacen la transferencia del dinero entre compradores (usuarios) y vendedores (almacenes, restaurantes, etc.) en una acción de compraventa electrónica por intermedio de una entidad financiera autorizada por ambos bajo el modelo agregador. Es por ello por lo que resulta una pieza fundamental en el proceso de compraventa en el comercio electrónico.

Los medios de pago electrónico mediante *Apps* son ampliamente utilizados hoy día; por lo tanto, su uso las hace muy populares y prácticas. Para este proceso que se define en esta investigación es, especialmente, el pago con tarjetas de crédito.



Gráfica 8. SIPOC. Proceso pago electrónico por medio de la App

Fuente: Elaboración propia.

Se contempla este proyecto de Six Sigma para minimizar pérdidas de riesgo operativo en el proceso operativo de pago electrónico, debido a que se presentan diferentes tipos de fallas durante el transcurso de su operación.

Entre las fallas que se detectaron y que generan pérdidas están las reversiones de las compras en casos como fraudes por parte de los usuarios, deficiencia en las plataformas

transaccionales, productos equivocados y entregas tardías de los productos. Todas estas situaciones producen pérdidas por reprocesos que incluso podrían incrementarse por la insatisfacción del cliente. El «voz a voz» negativo sobre las *Apps* puede llevar a desestimular su uso y, en consecuencia, afectar el crecimiento y la producción de toda la empresa. Por eso se tiene como objetivo primordial proponer una alternativa para minimizar estas pérdidas de riesgo operativo en una organización con el empleo de la metodología Six Sigma para disminuir las quejas de los clientes y cuidar el nombre y reconocimiento de la *App*.

Este proyecto está limitado por las fallas externas de tipo electrónico que se pueden generar y suscitar demoras o errores dentro del sistema, pero que también se pueden prevenir si se conocen en forma correcta sus orígenes.

Se tomó la base de datos del sistema de las operaciones de pago electrónico de la empresa, que es la muestra total de todas las compras efectuadas a través de la *App* por los usuarios durante el año 2016, las cuales se denominan transacciones y se identifican con la sigla TRN. en la tabla 3 se muestran la especificación de las TRN que cursaron por las plataformas, el tipo de la TRN, el código de marcación en el sistema, el detalle y la descripción de su origen.

El total de los datos de las TRN es 162.975, de los cuales se toman los códigos 26, 76, 78, 90 y 420, que denotan las TRN por reversiones debido a los fallos que se presentaron.

Tabla 3*Identificación de fallos de transacciones*

TRN	Nota de transacción	Detalle	Descripción
6	Nota crédito	Abono compra - Original ventas	Compras reales
26	Nota débito	Reversión venta	Desistimiento cliente por producto
76	Nota débito	Reversión compras - Extracompensación adquiriente	Plataforma de la empresa ineficiente
78	Nota crédito	NC abono ajuste manual - Extracompensación adquiriente	Fraude usuario
90	Nota débito	Reversión por contracargo - Cargo cuenta de intercambio	Fraude usuario
420	Nota débito	Reversión venta manual con liquidación	Demoras entrega

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 4 muestra la importancia que tienen estas reversiones frente a las compras, ya que representan pérdidas dadas en el proceso operativo por las descripciones anteriormente mencionadas; por tal razón, es necesario minimizarlas con la finalidad de lograr mejores resultados para la empresa.

Tabla 4*Valoración económica de las reversiones*

TRN	Cantidad de datos	Porcentaje	Total dinero reversado	Participación
26	729	29,44 %	\$58 741 936,00	13,90 %
76	216	8,72 %	\$38 547 575,00	9,12 %
90	312	12,60 %	\$41 698 365,00	9,87 %
420	1.219	49,23 %	\$283 483 428,00	67,10 %
TOTAL	2476	100,00 %	\$422 471 304,00	100,00 %

Fuente: Elaboración propia.

En el análisis financiero de la información se observa que las reversiones por \$422 471 304 corresponden al 6 % del total de las compras efectuadas por los usuarios con pagos electrónicos, de \$6.879. 045. 107. Aunque este no es un porcentaje representativo, es una cifra importante para la gestión operativa, ya que indica que, al reversarse dichas compras, afectan los resultados de la *App* y su desempeño.

Estas reversiones significan la devolución del dinero de la compra efectuada por el usuario, lo que conlleva la pérdida de dicha venta más los costos asociados a la devolución y aquellos que generan los fallos en los casos 26 y 420, los cuales la empresa debe asumir. En otras ocasiones, además del costo del producto, deben cubrirse los bonos o descuentos para compensar al usuario. Estos costos, por TR fallidas para 2016, se identificaron así:

Tabla 5

Costos por TR fallidas, año 2016

TRN	Cantidad de datos	Total dinero reversado	Costo producto	Costo bonos
26	729	\$58 741 936,00	730 162	3 645 000
420	1219	\$283 483 428,00	3 499 036	6 095 000
TOTAL	2476	\$422 471 304,00	4 657 689	9 740 000
		%/ Total reversiones	1,10 %	2,31 %

Fuente: Elaboración propia.

En el estado de resultados, estos valores se reflejan como gastos ordinarios, ya que la empresa los asume por ser parte de sus políticas internas, de manejo de reversiones y compensación de clientes. Los resultados totales se ven afectados por un valor de \$14.397 689, siendo el 4,34 % del total de gastos ordinarios para el 2016 de \$331.743.986.

Adicionalmente, los efectos que generan estas cifras afectan proyecciones necesarias para el análisis del comportamiento y resultados operativos de la aplicación *App*, lo cual permite garantizar los mejores indicadores y estimaciones de proyecciones financieras que soportarán la toma de decisiones de la empresa.

Conocer la liquidez de la organización es importante para quienes deseen invertir en ella por ser uno de sus propósitos buscar inversionistas y por la relevancia de esta información para las proyecciones y los presupuestos financieros.

Dado que el crecimiento exponencial de la empresa y el aumento de sus transacciones está entre el 40 % y 50 % cada mes, es importante prestar atención a las pérdidas que la compañía generó en su primer año de funcionamiento, información que brinda herramientas no solo para solucionar los problemas, sino para minimizar y prever cualquier circunstancia de estas pérdidas.

La empresa no está generando utilidades por la visión de los dueños a largo plazo, sin embargo, los costos asociados a los riesgos de su operación crecen en la misma proporción que sus transacciones y afectan directamente los resultados por las fallas que se presentan y que pueden minimizarse a partir de este análisis de resultados.

3.2.2 Fase de medición

Durante esta etapa se tomaron los datos y se procedió a la cuantificación para medir el Six Sigma actual, valorar la magnitud del problema en las reversiones y así identificar las fallas. Para ello se decidió usar paretos e histogramas para los respectivos análisis.

Tabla 6

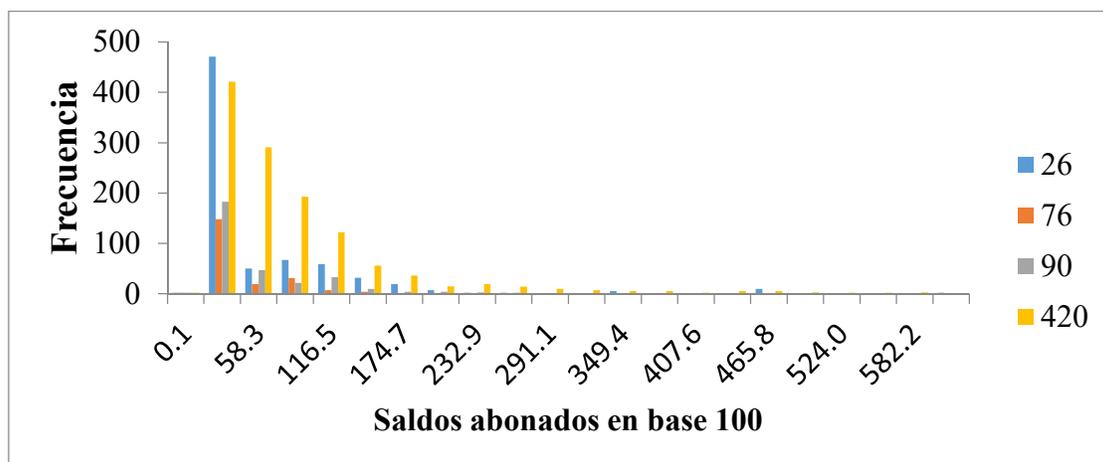
Resumen estadístico descriptivo de las devoluciones y del total de TRN por compra realizada

TR N	Cantidad de datos	%	Total Dinero	Participación	Máximo	Mínimo	Promedio	Desviación estándar	Curtosis	Coefficiente de asimetría
6	160 472	100,00 %	\$6 879 045 107	100,0 %	\$1 906 807	\$1 010 000	\$42 860,36	\$60 484,73	129,1	7,9
26	729	0,45 %	\$8 741 936	0,854 %	\$993 415	\$112	\$80 578,79	\$130 935,14	16,4	3.6
76	216	0,13 %	\$8 547 575	0,560 %	\$2 941 173	\$5265	\$178 461,00	\$266 785,28	54,3	5.9
90	312	0,19 %	\$1 698 365	0,606 %	\$1 831 862	\$948	\$133 648,61	\$185 698,67	23,2	3.6
420	1,219	0,76 %	\$83 483 428	4,121 %	\$1 905 846	\$110	\$232 554,08	\$278 461,20	10,3	2.9

Fuente: Elaboración propia.

En general, el TRN 420 fue el que presentó mayor ocurrencia en el año 2016, además de causar el mayor impacto económico, siendo el 4,121 % del total de las transacciones realizadas. En promedio, esta TRN bajó, pues se realizaron reversiones por \$232 554; pero, así mismo muestra la mayor desviación estándar, con \$278 461.

De manera general, todos los datos dentro de los respectivos grupos de TRN evidencian un coeficiente de asimetría positivo.



Gráfica 9. Frecuencia de las devoluciones en base 100

Fuente: Elaboración propia.

Lo que muestra la gráfica 10 es que la mayor frecuencia de reversiones ocurrió con pagos de bajo valor. Se puede observar que en todas las TRN más del 60 % de las reversiones se encuentran dentro de la primera clase.

Para visualizarlo mejor, se presenta la tabla 7.

Tabla 7

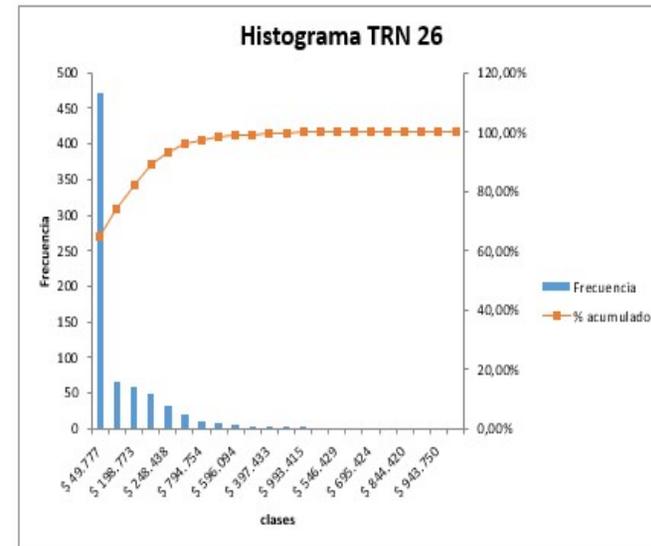
Tabla de clases

TRN	26	76	90	420
Max	\$ 393.415,00	\$ 2.941.173,00	\$ 1.831.862,00	\$ 1.905.846,00
Min	\$ 112,00	\$ 5.265,00	\$ 948,00	\$ 110,00
Rangos	20	20	20	20
Tamaño	\$ 49.665	\$ 146.795	\$ 91.546	\$ 95.287
	clases	clases	clases	clases
0	\$ 112,00	\$ 5.265,00	\$ 948,00	\$ 110,00
1	\$ 49.777,15	\$ 152.060,40	\$ 92.493,70	\$ 95.396,80
2	\$ 99.442,30	\$ 298.855,80	\$ 184.039,40	\$ 190.683,60
3	\$ 149.107,45	\$ 445.651,20	\$ 275.585,10	\$ 285.970,40
4	\$ 198.772,60	\$ 592.446,60	\$ 367.130,80	\$ 381.257,20
5	\$ 248.437,75	\$ 739.242,00	\$ 458.676,50	\$ 476.544,00
6	\$ 298.102,90	\$ 886.037,40	\$ 550.222,20	\$ 571.830,80
7	\$ 347.768,05	\$ 1.032.832,80	\$ 641.767,90	\$ 667.117,60
8	\$ 397.433,20	\$ 1.179.628,20	\$ 733.313,60	\$ 762.404,40
9	\$ 447.098,35	\$ 1.326.423,60	\$ 824.859,30	\$ 857.691,20
10	\$ 496.763,50	\$ 1.473.219,00	\$ 916.405,00	\$ 952.978,00
11	\$ 546.428,65	\$ 1.620.014,40	\$ 1.007.950,70	\$ 1.048.264,80
12	\$ 596.093,80	\$ 1.766.809,80	\$ 1.099.496,40	\$ 1.143.551,60
13	\$ 645.758,95	\$ 1.913.605,20	\$ 1.191.042,10	\$ 1.238.838,40
14	\$ 695.424,10	\$ 2.060.400,60	\$ 1.282.587,80	\$ 1.334.125,20
15	\$ 745.089,25	\$ 2.207.196,00	\$ 1.374.133,50	\$ 1.429.412,00
16	\$ 794.754,40	\$ 2.353.991,40	\$ 1.465.679,20	\$ 1.524.698,80
17	\$ 844.419,55	\$ 2.500.786,80	\$ 1.557.224,90	\$ 1.619.985,60
18	\$ 894.084,70	\$ 2.647.582,20	\$ 1.648.770,60	\$ 1.715.272,40
19	\$ 943.749,85	\$ 2.794.377,60	\$ 1.740.316,30	\$ 1.810.559,20
20	\$ 993.415,00	\$ 2.941.173,00	\$ 1.831.862,00	\$ 1.905.846,00

Fuente: Elaboración propia.

La anterior conclusión ayuda a entender también el gráfico de Pareto (gráficas 11 a 14) así:

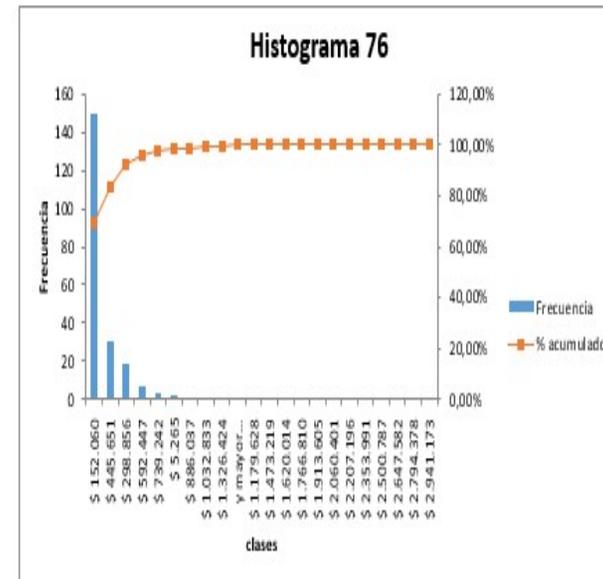
TRN 26	clases	Frecuencia	% acumulado	clases	Frecuencia	% acumulado
	\$ 112	2	0,27%	\$ 49.777	472	64,75%
	\$ 49.777	472	65,02%	\$ 149.107	67	73,94%
	\$ 99.442	50	71,88%	\$ 198.773	59	82,03%
	\$ 149.107	67	81,07%	\$ 347.768	7	98,22%
	\$ 198.773	59	89,16%	\$ 447.098	2	99,18%
	\$ 248.438	32	93,55%	\$ 596.094	5	99,45%
	\$ 298.103	19	96,16%	\$ 745.089	0	100,00%
	\$ 347.768	7	97,12%	\$ 894.085	0	100,00%
	\$ 397.433	2	97,39%	\$ 943.750	0	100,00%
	\$ 447.098	2	97,67%	y mayor...	0	100,00%
	\$ 496.764	0	97,67%			
	\$ 546.429	0	97,67%			
	\$ 596.094	5	98,35%			
	\$ 645.759	0	98,35%			
	\$ 695.424	0	98,35%			
	\$ 745.089	0	98,35%			
	\$ 794.754	10	99,73%			
	\$ 844.420	0	99,73%			
	\$ 894.085	0	99,73%			
	\$ 943.750	0	99,73%			
	\$ 993.415	2	100,00%			
	y mayor...	0	100,00%			



Gráfica 5. Pareto TRN 26

Fuente: Elaboración propia.

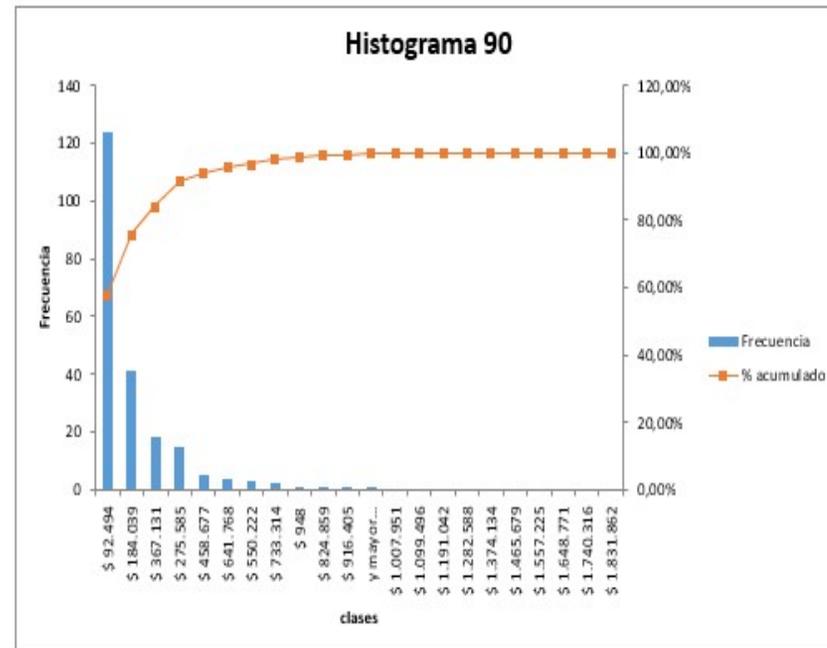
TRN 76	clases	Frecuencia	% acumulado	clases	Frecuencia	% acumulado
	\$ 5.265	2	0,33%	\$ 152.060	149	68,98%
	\$ 152.060	149	69,91%	\$ 445.651	31	83,33%
	\$ 298.856	19	78,70%	\$ 298.856	19	92,13%
	\$ 445.651	31	93,06%	\$ 592.447	7	95,37%
	\$ 592.447	7	96,30%	\$ 739.242	4	97,22%
	\$ 739.242	4	98,15%	\$ 5.265	2	98,15%
	\$ 886.037	1	98,61%	\$ 886.037	1	98,61%
	\$ 1.032.833	1	99,07%	\$ 1.032.833	1	99,07%
	\$ 1.179.628	0	99,07%	\$ 1.326.424	1	99,54%
	\$ 1.326.424	1	99,54%	y mayor...	1	100,00%
	\$ 1.473.219	0	99,54%	\$ 1.179.628	0	100,00%
	\$ 1.620.014	0	99,54%	\$ 1.473.219	0	100,00%
	\$ 1.766.810	0	99,54%	\$ 1.620.014	0	100,00%
	\$ 1.913.605	0	99,54%	\$ 1.766.810	0	100,00%
	\$ 2.060.401	0	99,54%	\$ 1.913.605	0	100,00%
	\$ 2.207.196	0	99,54%	\$ 2.060.401	0	100,00%
	\$ 2.353.991	0	99,54%	\$ 2.207.196	0	100,00%
	\$ 2.500.787	0	99,54%	\$ 2.353.991	0	100,00%
	\$ 2.647.582	0	99,54%	\$ 2.500.787	0	100,00%
	\$ 2.794.378	0	99,54%	\$ 2.647.582	0	100,00%
	\$ 2.941.173	0	99,54%	\$ 2.794.378	0	100,00%
	y mayor...	1	100,00%	\$ 2.941.173	0	100,00%



Gráfica 11. Pareto TRN 76

Fuente: Elaboración propia.

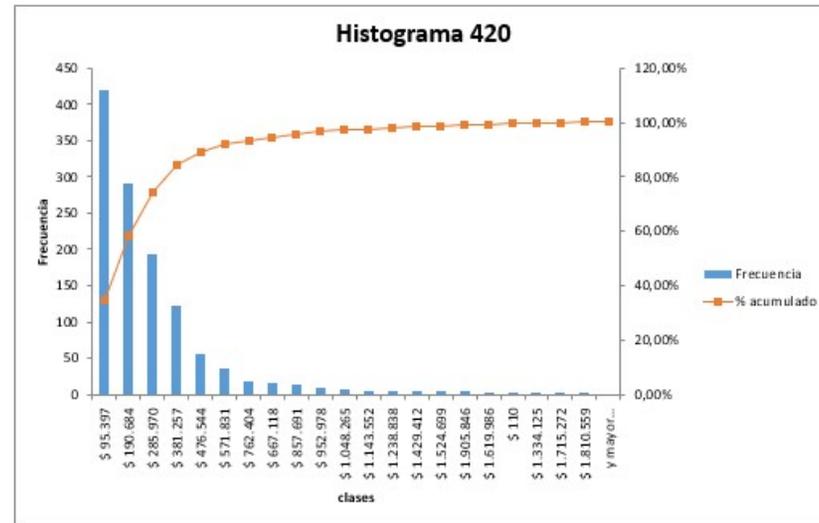
TRN 90	clases	Frecuencia	% acumulado	clases	Frecuencia	% acumulado
	\$ 948	1	0,46%	\$ 92.494	124	57,41%
	\$ 92.494	124	57,87%	\$ 184.039	41	76,39%
	\$ 184.039	41	76,85%	\$ 367.131	18	84,72%
	\$ 275.585	15	83,80%	\$ 275.585	15	91,67%
	\$ 367.131	18	92,13%	\$ 458.677	5	93,98%
	\$ 458.677	5	94,44%	\$ 641.768	4	95,83%
	\$ 550.222	3	95,83%	\$ 550.222	3	97,22%
	\$ 641.768	4	97,69%	\$ 733.314	2	98,15%
	\$ 733.314	2	98,61%	\$ 948	1	98,61%
	\$ 824.859	1	99,07%	\$ 824.859	1	99,07%
	\$ 916.405	1	99,54%	\$ 916.405	1	99,54%
	\$ 1.007.951	0	99,54%	y mayor...	1	100,00%
	\$ 1.099.496	0	99,54%	\$ 1.007.951	0	100,00%
	\$ 1.191.042	0	99,54%	\$ 1.099.496	0	100,00%
	\$ 1.282.588	0	99,54%	\$ 1.191.042	0	100,00%
	\$ 1.374.134	0	99,54%	\$ 1.282.588	0	100,00%
	\$ 1.465.679	0	99,54%	\$ 1.374.134	0	100,00%
	\$ 1.557.225	0	99,54%	\$ 1.465.679	0	100,00%
	\$ 1.648.771	0	99,54%	\$ 1.557.225	0	100,00%
	\$ 1.740.316	0	99,54%	\$ 1.648.771	0	100,00%
	\$ 1.831.862	0	99,54%	\$ 1.740.316	0	100,00%
	y mayor...	1	100,00%	\$ 1.831.862	0	100,00%



Gráfica 12. Pareto TRN 90

Fuente: Elaboración propia.

TRN 420					
clases		Frecuencia	% acumulado	clases	
\$	110	2	0,16%	\$	95.397
\$	95.397	420	34,65%	\$	190.684
\$	190.684	291	58,54%	\$	285.970
\$	285.970	193	74,38%	\$	381.257
\$	381.257	122	84,40%	\$	476.544
\$	476.544	56	89,00%	\$	571.831
\$	571.831	36	91,95%	\$	762.404
\$	667.118	15	93,19%	\$	667.118
\$	762.404	19	94,75%	\$	857.691
\$	857.691	14	95,89%	\$	952.978
\$	952.978	10	96,72%	\$	1.048.265
\$	1.048.265	7	97,29%	\$	1.143.552
\$	1.143.552	5	97,70%	\$	1.238.838
\$	1.238.838	5	98,11%	\$	1.429.412
\$	1.334.125	2	98,28%	\$	1.524.699
\$	1.429.412	5	98,69%	\$	1.905.846
\$	1.524.699	5	99,10%	\$	1.619.986
\$	1.619.986	3	99,34%	\$	110
\$	1.715.272	2	99,51%	\$	1.334.125
\$	1.810.559	2	99,67%	\$	1.715.272
\$	1.905.846	4	100,00%	\$	1.810.559
y mayor...	0	100,00%		y mayor...	0



Gráfica 13. Pareto TRN 420

Fuente: Elaboración propia.

Se destaca que el TRN 420 fue el que tuvo mayor probabilidad de ocurrencia, un mayor impacto en promedio, el mayor coeficiente de asimetría y la curtosis más baja, lo cual indica que las reversiones no se alejan tanto de la media, y está mejor distribuido en otras clases en comparación con los demás TRN.

Las curtosis, en general, evidencian valores muy altos y positivos, lo que indica que los datos se concentran lejos de la media. Sin embargo, el TRN 420 fue el que presentó una curtosis más baja si se compara con los otros TRN.

Para esta fase de medición, es importante hacer cálculo del Six Sigma actual de la empresa, iniciando con el cálculo del DPO (defectos por oportunidad). En este caso, se tomó la base de datos de todas las transacciones del proceso de pago electrónico durante todo el año 2016, equivalente a 160 499 transacciones, de las cuales 2476 presentaron cuatro tipos de fallos. De acuerdo con la metodología, se tomó el número de defectos y se dividió entre las transacciones de pago generadas, así:

Tabla 8

Cálculo del DPO (defectos por oportunidad)

DPO (defectos por oportunidad)	Número de defectos	de Casos totales	Oportunidades
0,003857	2476	160 499	4

Fuente: Elaboración propia.

Para determinar los defectos por oportunidad, se detallaron las oportunidades de falla que se podían generar por transacción, como se indica a continuación:

Tabla 9

Análisis de las oportunidades de falla que se presentan por transacción

Servicio	Aspectos relevantes en las reversiones	Oportunidades de defecto
Entrega satisfactoria del servicio	Usuario	Solicita mal el servicio.
	Medio de pago	Sistema que permite el pago del servicio se cae.

Servicio	Aspectos relevantes en las reversiones	Oportunidades de defecto
	Tipo de producto	Servicio o producto solicitado por el usuario se entrega equivocado.
	Tiempo de entrega	Tiempo de demora en entregar del producto.

Fuente: Elaboración propia.

$$\text{El desempeño del proceso} = (1 - \text{DPO}) * 100 \Rightarrow 1 - 0,003857 * 100 = 99,614 \%$$

En otras palabras, esto significa que, al convertir la muestra tomada, se generó el 0,0387 % de las fallas por oportunidad. Las TR correctas que se presentaron —es decir, el rendimiento del proceso, que también se valoró y corresponde a lo que le hace falta a ese porcentaje DPO (0,0387%) para llegar al 100 %— fue de un 99,614 %.

Aplicando la fórmula se tiene:

$$DPMO = \frac{1.000.000 \times D}{U \times O}$$

Tabla 10

Aplicación de la fórmula DPMO

DMPO (defects per million opportunities)	Número de defectos	de Casos totales	Oportunidades
3856,72	2476	160499	4

Fuente: Elaboración propia.

Revisando estos resultados, en la tabla 11 se tiene que:

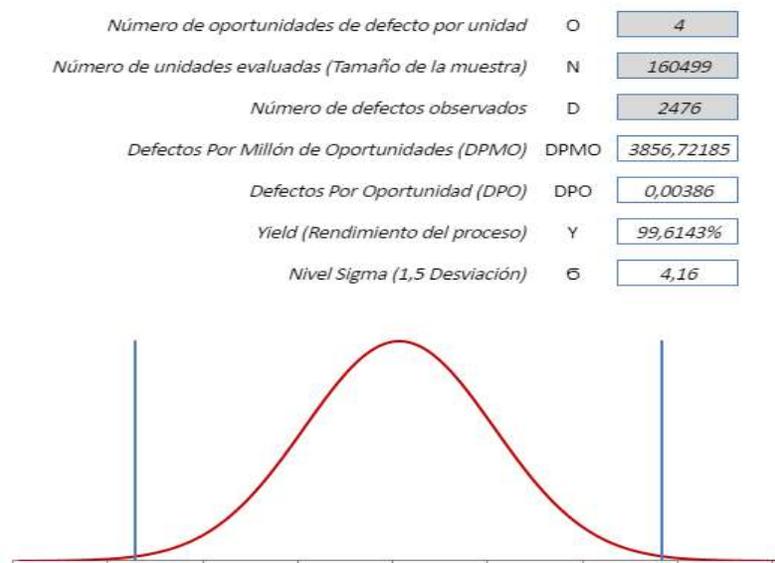
Tabla 11

Resultados de estandarización de conversión Sigma

Sigma	DMPO	Nivel de eficiencia o rendimiento del proceso
5	233	99,98 %
4	6210	99,40 %
3	66 807	93,30 %
2	308 537	69,15 %
1	933 200	6,68 %

Fuente: Elaboración propia.

Para obtener el nivel sigma se aplicó una interpolación y se halló el nivel real 6σ , que fue de 4,16.



Gráfica 14. *Aplicación de Interpolación al nivel sigma actual*

Fuente: Elaboración propia.

Las TR comprendidas entre las barras azules corresponden a las que cursaron correctamente por oportunidades de defectos, mientras que las que están por fuera de estas se relacionan con los defectos del proceso.

Con todo lo anterior se puede llegar a una buena distribución de Gauss, una distribución de probabilidad que muestra el buen desempeño de Six Sigma; desde este enfoque se puede mejorar la desviación estándar dentro de unos límites establecidos de las pérdidas.

De acuerdo con los resultados de la medición inicial Six Sigma, la empresa tiene una buena calidad en su proceso, con un nivel de 4,39, pero debe llegar a lo más próximo de la perfección, reduciendo así el número de fallas, lo cual tendrá un mejor impacto sobre las pérdidas de riesgo operativo que se están generando con la afectación sobre los resultados financieros.

3.2.3 Fase de análisis

En esta fase se buscó la causa raíz de las fallas, todo esto se hizo por medio de la colaboración de personal vinculado con el proceso: un analista del sistema operativo. Se realizó una matriz causa-efecto (AMEF) y se llevó a cabo un análisis de las cuatro oportunidades de falla que se presentan por TR.

Tabla 122 *Análisis de fallas por TR*

Servicio	Aspectos relevantes en las reversiones	Oportunidades de defecto	Modo de fallo	Efecto	Causa	Control
Entrega satisfactoria del servicio	Usuario	Solicita el servicio.	Fraude por parte del usuario o errores del usuario	La empresa asume el costo del producto.	El usuario intencionalmente	No
	Medio de pago	Sistema que permite el pago del servicio.	Fallas en las plataformas transaccionales		Plataforma de la empresa ineficiente	Sí
	Tipo de producto	Servicio o producto solicitado por el usuario.	Producto equivocado	La empresa asume el costo del producto.		Sí
	Tiempo de entrega	Tiempo de demora en entregarse el producto.	Entrega tardía del producto	El usuario solicita ser recompensado.		Sí

Servicio	Aspectos relevantes en las reversiones	Oportunidades de defecto	Modo de fallo	Efecto	Causa
Entrega satisfactoria del servicio	Usuario	Solicita mal el servicio.	Fraude por parte del usuario o errores del usuario	La empresa asume el costo del producto.	El usuario intencionalmente
	Medio de pago	El sistema que permite el pago del servicio se cae.	Fallas en las plataformas transaccionales	Reversion de la transaccion	Plataforma de la empresa ineficiente
	Tipo de producto	El servicio o producto solicitado por el usuario se	Producto equivocado	La empresa asume el costo del producto.	Error humano

		entrega de manera equivocada			
	Tiempo de entrega	Tiempo de demora en entregarse el producto	Entrega tardía del producto	El usuario solicita ser recompensado y la empresa asume costo del producto.	Mala estimación del sistema del tiempo de entrega

Fuente: Elaboración propia.

Se procedió también a analizar el número de prioridad de riesgo (NPR) de acuerdo con los fallos determinados. En este punto se tomaron los datos de la fase de medición expuestos en la tabla. 14, el resumen estadístico descriptivo de las devoluciones y el total de TRN por compras realizadas —datos que representan la información de severidad y ocurrencia—, y se extrajo en la escala de 1 a 10.

Tabla 133

Aplicación análisis de riesgo AMEF

severidad	ocurrencia	detección
13,90%	29,44%	1
9,12%	8,72%	1
9,87%	12,60%	1
67,10%	49,23%	1

Fuente: Elaboración propia.

Con esta información se obtuvieron los elementos necesarios para hacer uso de la metodología SOD y el respectivo cálculo del NPR, así:

Tabla 144

Cálculo NPR

TRN	NPR	severidad	ocurrencia	detección
26	4	1	3	1
76	1	1	1	1
90	1	1	1	1
420	33	7	5	1

Fuente: Elaboración propia.

Dado que los fallos se encontraron en las TRN 26 y 420, fue necesario darles la mayor prioridad para su resolución por tener los NPR más altos, de manera que se pudiesen disminuir las variables de ocurrencia y severidad.

El TRN 26 indicó mayor desistimiento con respecto a la adquisición del producto por parte del cliente por no cumplir con sus necesidades, por marca, fecha de vencimiento, tamaño. Por lo tanto, en casos como este, la empresa debe asumir todos los costos en que incurre con la devolución del producto, por enviar el producto errado o cuando el colaborador lo envía en forma errónea solo por la urgencia de cumplirle al cliente. Si se logra detectar a tiempo este error, se puede dar solución en forma ágil y rápida, y así se logra minimizar el costo; en caso contrario, la empresa debe asumir el costo extra por el resarcimiento de dicha falla.

La TRN 420 presentó el mayor índice NPR (33), ítem relacionado con los tiempos de entrega: si esta se realiza tardíamente y hace que el producto sea devuelto. En este caso, se generan reversiones, así que la empresa debe asumir el costo del producto; lo mismo ocurre si el cliente solicita ser recompensado por la demora y esto provoca la mala estimación del tiempo de respuesta en la entrega que da el sistema por la compra. Igualmente, esta falla se puede detectar, gracias a la información que brinda el colaborador sobre lo sucedido, para así no perder el costo del producto.

Para completar la fase de análisis, se hizo el cálculo para llegar a Six Sigma deseado. La metodología fue utilizada en reducir el número de fallas en forma proporcional para lograr la reducción de las pérdidas de riesgo operativo que se está generando.

Fue así como se llegó al DMPO (defectos por millón de oportunidades), que, de acuerdo con el Six Sigma, fue de 3,4. Se tomaron como punto de partida todos los casos totales o el total de TRN, ya que es la muestra de 160 499 datos. El número de oportunidades por defecto también se dejó, por ser iguales, y se despejó la fórmula del DPO para así determinar el número de defectos y llegar al Six Sigma.

$$DPO = \frac{D}{U \times O}$$

Tabla 155

Cálculo Six Sigma

DPU(defectos por defectos)	NÚMERO DE DEFECTOS	CASOS TOTALES	Oportunidades
0,000%	2,2	160.499	4
RENDIMIENTO DEL PROCESO		DMPO(Defects per Million Opportunities)	
100,000%		3,40	
Nivel sigma	de	Nivel Sigma	
6,000		6,000	

Fuente: Elaboración propia.

Dando como resultado, todos los defectos del año, reduciendo de 2467 hasta los 2,2 para llegar a los 3,4 defectos por millón, obteniendo el Six Sigma. En donde se hace necesario trabajar en el mejoramiento de las fallas de las TRN que se han venido analizando.

Por lo tanto, se hace uso de la tabla 16, utilizada en la fase de medición, y se incluye solo el intervalo 6 con el fin de hacer la interpolación y llegar al nivel 6σ .

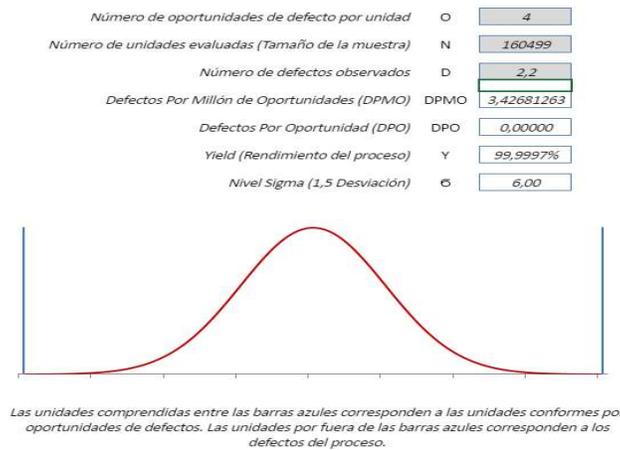
Tabla 16

Interpolación de inclusión del intervalo 6σ

Sigma	DMPO	Nivel de eficiencia o rendimiento del proceso
6	3,40	100,00 %
5	230	99,97 %
4	6210	99,40 %
3	66 807	93,30 %
2	308 537	69,15 %
1	933 200	6,68 %

Fuente: Elaboración propia.

Se obtiene de esta forma la siguiente representación gráfica del Six Sigma, en una forma óptima, con la finalidad de reducir las fallas, lograr la minimización de las pérdidas de riesgo operativo y mostrar los mejores resultados financieros.



Gráfica 15. Aplicación de interpolación al nivel sigma esperado

Fuente: Elaboración propia.

3.2.4 Fase de mejora

Luego de la fase de análisis, con el logro de obtener la información necesaria sobre las causas de los fallos, se procede a la propuesta de acciones de mejora, para lo cual se toman en cuenta las causas sobre las cuales se tiene control.

Al detectarse que la TRN 420 fue la de mayor cantidad de fallos y pérdidas, se procedió a:

- Darle mayor atención.
- Mejorar los tiempos de entrega, para lo cual se detectó que la raíz de la falla consistía en que el sistema no usaba bien la estimación del tiempo de entrega para el colaborador que debía dar cumplimiento al usuario; por lo tanto, el tiempo que asignando depende de la ubicación del colaborador con respecto al almacén de la compra y la proximidad al usuario.

El sistema calcula este tiempo por medio de una programación métrica que evalúa estas proximidades entre las tres ubicaciones. No contempla variables externas que afectan este cálculo —tales como filas en los establecimientos, trancones, caída de la red bancaria al momento del pago, ubicación desactualizada del usuario—, por lo cual se propone a los programadores del sistema y al gestor operativo que evalúen todas las posibles situaciones, así como un margen de posibilidad de otras, para que se incluyan entre las variables que afectan el cálculo que estima los tiempos por parte de los colaboradores.

El objetivo es ajustar el sistema para una mejor aproximación al tiempo requerido por la diligencia y evitar así todas las expectativas incorrectas por parte de los usuarios. No hacerlo genera no solo la pérdida del producto adquirido, sino también el costo de resarcimiento al usuario por la demora, esto con el ánimo de evitar una mala experiencia que pueda producir una mala imagen de la App en un gran volumen de usuarios descontentos y su posterior abandono, situación que puede implicar pérdidas incalculables a la empresa.

Con respecto a la TRN 76, por medio de su análisis se detecta que el aspecto que genera estas reversiones corresponde al sistema en el momento del pago, en el que en muchas oportunidades se cae y genera fallas en las plataformas transaccionales, con el efecto originar la reversión de las transacciones, situación que conlleva la pérdida de la venta del producto. Al realizar el análisis, se logró identificar que la causa de la plataforma de la empresa es

ineficiente con respecto al gran volumen de transacciones en línea, en donde los usuarios efectúan pagos al mismo tiempo que el sistema puede colapsar.

Por lo tanto, se hace necesario buscar de inmediato cómo mejorar la plataforma o cambiarla, situación que debe ser analizada en detalle por todos los directivos y encargados a fin de evitar un mayor inconveniente. Como puede verse, en futuras proyecciones de crecimiento —que se viene presentando— y en caso de no resolverse a corto o mediano plazo, se puede llegar a un colapso total del sistema y hacer que el problema sea mayor, entonces, es necesario tomar medidas correctas oportunamente.

Sobre el TRN 26, que tiene un mayor impacto en las reversiones por desistimiento del cliente con respecto al producto comprado, es necesario de manera urgente disminuir su ocurrencia, puesto que, por causa del error humano del colaborador, la empresa no solo asume la compra del producto, sino que también reconoce la compensación al cliente para mitigar el error por la falla y evitar la falta de estímulo en lo referente al uso de la aplicación. Por eso, al hacer el análisis de las diferentes circunstancias que reportan los colaboradores relacionados con estas TRN, todas las situaciones corresponden a especificaciones muy detalladas de productos o servicios acerca de los cuales ellos no tienen tanta información y sobre los que la plataforma no les da ningún tipo de observación adicional con respecto a la compra o servicio que se a realizar.

Por lo tanto, se revisa con el gestor de operaciones la inclusión dentro de la compra de indicaciones adicionales y cuyo pleno conocimiento por parte del colaborador es necesario al momento de la compra. La información puede llegar por medio de un mensaje de

WhatsApp. Adicionalmente, el sistema debe integrar todos los datos de contacto entre el colaborador y el usuario, hasta llegar así a un contacto directo, mediante el cual se pueda resolver cualquier inquietud sobre la compra y dejar el registro de todas las reclamaciones a que se dé lugar posteriormente. Así mismo, se debe incluir en las políticas de servicio una cláusula especial que en forma detallada dé a conocer este tipo de circunstancias con el fin de que el usuario sea partícipe del costo si está bajo su responsabilidad por no haber dado el detalle que se requería.

Las TRN 90 pertenecen a los fraudes del usuario, en cuyo caso se intenta vulnerar el sistema para adquirir productos de manera fraudulenta o con tarjetas de crédito no autorizadas. Esta situación, repercute en la pérdida del costo del producto y en reclamaciones de usuarios por fraudes.

Por lo tanto, la mayor causa del TRN 90 siempre proviene del usuario que realizar el intento de vulnerar el sistema permanentemente. Estas fallas le permiten hacer fraudes de manera continua, por lo tanto, se requiere proponer a la gerencia establecer controles o barreras para proteger no solo los datos de la plataforma, sino también detectar a este tipo de usuarios y bloquearlos de inmediato con el fin de que no vuelvan a usar el sistema. Por consiguiente, es necesario que los programadores le den total dedicación al desarrollo de métodos para implementar dichas medidas.

Al respecto, Arango y Ángel (2012) mencionan «la metodología Six Sigma lleva implícita la filosofía del mejoramiento continuo, por esta razón, también son válidas las

propuestas de mejora a otras partes del proceso que no tengan un problema o defecto específico» (p. 19).

3.2.5 Fase de control

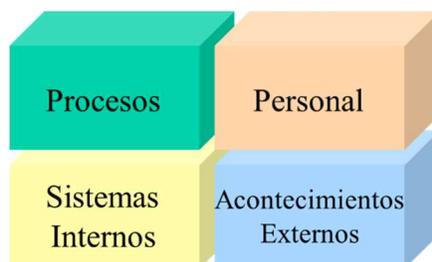
Esta fase es muy importante, con el fin de poder controlar todas las mejoras efectuadas al proceso y lograr los resultados deseados de minimización de pérdidas por riesgo operativo. Si no se da el control de manera efectiva de las mejoras propuestas, entonces las pérdidas pueden crecer en la misma proporción que las compras de los usuarios, lo que puede generar un impacto negativo para la empresa.

Por lo tanto, se debe proponer un plan de control a fin de que se haga un acompañamiento a las mejoras propuestas al proceso por parte de la dirección. De esta forma, se requiere aplicar en forma periódica la metodología Six Sigma, apoyada en herramientas como AMFE, porque permiten replicar el análisis, controlar la ejecución de las mejoras, asegurar los resultados en la reducción de fallas y detección oportuna de otras que se puedan ir presentando, con el seguimiento permanente a los datos, las métricas de las fallas, así como las reclamaciones y el seguimiento a las reversiones, sin duda, se reflejará la minimización de las pérdidas por el riesgo operativo inherente a la empresa.

3.3 Evaluación de riesgo operativo

En Basilea II, el riesgo operativo se define como el «riesgo de pérdida debido a la inadecuación o a fallos de los procesos, el personal y los sistemas internos, o bien a causas de acontecimientos externos» (Comité de Supervisión Bancaria Basilea, 2004).

Esta definición nos provee los lineamientos fundamentales para la medición del riesgo operativo:



Gráfica 16. *Lineamiento de los procesos*

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, todos los procesos operativos en este tipo de empresas son muchos, al igual que una de venta a domicilio normal y los de una entidad colocadora de tarjetas al momento de efectuar un pago.

El riesgo operativo está dado dentro del proceso operativo que se analiza, y comienza desde que se reciben las órdenes a través de la *App*, de manera que si existe una falla tecnológica que no permita recibir la información hay un riesgo tecnológico.

Todas las órdenes remiten internamente a una instrucción, a un colaborador para que ejecute la compra de lo solicitado en la orden por el cliente final, por ende, existe el riesgo de que el colaborador no encuentre el *stock* de lo requerido y reemplace el producto. Esta posibilidad puede minimizarse con la comunicación entre él y el cliente por medio del celular. Lo ideal es que al momento de la entrega el producto esté vencido ni le falte algún

requerimiento que necesite el usuario/cliente, tampoco que el colaborador no tenga el dinero suficiente para poder efectuar la compra, todo lo cual retrasa el cumplimiento del servicio.

Así mismo, se pueden detectar las siguientes fallas:

- En el tiempo de entrega, generando así pérdidas en la demora. Esto conlleva el desistimiento del cliente a la compra, en donde la empresa ya realizó de alguna forma la compra del producto deseado por el cliente, pero este producto se tarda en ser entregado.
- En el riesgo de pérdidas en el proceso operativo por fraudes. Por ser un servicio de acceso masivo vía *App*, es susceptible de fraude, siendo este un gran riesgo por la novedad en la tecnología, un riesgo difícil de determinarse en forma inmediata.
- El riesgo de un desistimiento de la transacción cuando ya se efectuó la compra porque esta no cumple lo requerido por el cliente, por el vencimiento del producto, u tamaño, etc.; entonces se genera el pago de dicha transacción y luego este se reversa, pero como consecuencia provoca a la empresa una pérdida.

Tienen sentido en esta evaluación del riesgo los aportes de Prieto et al. (2018) mediante los cuales manifiesta que uno de los aspectos más críticos en este sentido es la definición del momento preciso a partir del cual se considera que la operación ha sido aceptada y, por tanto, se considera que es irrevocable. Esta claridad es necesaria para determinar las responsabilidades y obligaciones del pagador, del receptor y de los

participantes del sistema, a su vez que asegura al beneficiario que los recursos recibidos no le serán retirados. También es importante contar con normas que permitan la reversión de pagos o transacciones en caso de fraude o error, con el fin de proteger debidamente a los consumidores. En este caso, las reversiones de los pagos ya realizados se entenderán como nuevas transacciones, por lo que no se afecta el carácter final o irrevocable de la primera transacción.

3. Conclusiones y recomendaciones

1. Luego de todo lo visto es posible afirmar que Six Sigma es una metodología que mejora los procesos de las empresas, que mediante su aplicación en forma muy positiva se puede alcanzar la reducción de fallas dentro de sus procesos y, en especial, en el proceso operativo, logrando la minimización de pérdidas de riesgo operativo, como en el caso de estudio.
2. Tras el análisis se deduce que el proceso de pago electrónico y los riesgos operacionales asociados a este conforman uno de los procesos críticos que tienen las empresas que comercializan por medio de *Apps*. Mediante la aplicación de herramientas de estadística descriptiva se logró su identificación para determinar el nivel Six Sigma, y se implementaron las medidas de mejora para que se pueda seguir reduciendo, pero es un proceso que requiere tanto de la participación de la dirección de la empresa como de la disciplina en la medición y documentación del equipo para alcanzar los resultados que la empresa necesita. Aunque la aplicación de Six Sigma permite ver que no son pérdidas muy significativas para las bases de datos analizadas en dicho periodo, si este proceso no se mejora, al momento de aumentar las fallas se podrían desencadenar pérdidas mayores.
3. Aunque la metodología de Six Sigma en su implementación no genera fallas como tal, sí es claro que debe adaptarse a cada empresa de acuerdo con su actividad y su propia evaluación de procesos, riesgos operativos y pérdidas.
4. De acuerdo con el crecimiento exponencial que tienen las empresas de este tipo, y el que se espera para los siguientes años, es necesario e importante poner en

marcha la metodología Six Sigma por ser esta una alternativa útil para minimizar las pérdidas operativas que genere cualquier proceso y que pueden poner en riesgo el funcionamiento de la operación, además del posicionamiento de la marca, así como sus proyectos de crecimiento y expansión por no estar preparada la empresa para un crecimiento tan acelerado.

5. Se hace necesario formar a los empleados con la ideología Six Sigma vista como una filosofía de vida dentro de la empresa y que deberán replicar al resto de la organización para que, en conjunto, se logren las metas en minimización de pérdidas y la mejora continua.
6. La implementación de la metodología Six Sigma muestra una serie de indudables beneficios para las organizaciones:
 - Lograr la excelencia operacional
 - Reducir los tiempos de los procesos
 - Rebajar costos por medio de la separación de errores internos
 - Identificar oportunidades de mejora
 - Incrementar la productividad
 - Aumentar la satisfacción de los clientes
7. La metodología se aplica para el caso de estudio, en el que la evaluación de riesgo se toma como materia prima para la aplicación de Six Sigma, y deja abierta la posibilidad de hacer la valoración de riesgo operativo para las empresas que ofrecen servicios como los que tiene el sistema financiero, cuestión que no estaba dentro del alcance del presente trabajo, pero sería interesante para futuros estudios.

8. Las empresas que comercializan por medio de *Apps* y que ofrecen servicios financieros bajo un modelo agregador como sistemas de pago de bajo valor no buscan personalizar los servicios ofrecidos a los usuarios, sino que pretenden llegar a más usuarios apoyándose de la inclusión financiera, dándoles opciones de participación en el sistema de esta manera. Los procesos que ejecutan en su interior como parte de sus actividades están sujetos a los riesgos operativos en su ejecución, por consiguiente, toda empresa, al hacer uso de la metodología Six Sigma, logrará mejorar la ejecución de sus procesos minimizando las pérdidas asociadas a estos. No se plantean otras metodologías por ser el objetivo del trabajo la aplicación solo de Six Sigma, de modo que deja esta posibilidad a futuros estudios.

Referencias

- Almazán, B., Cotilla, I., Valdés, K., & Osuna, M. (4 de abril de 2008). *Seis Sigma*. Gestiópolis. <https://bit.ly/3xDAAaK>
- Arango, D. & Ángel, B. (2012). Plan de implementación de Six Sigma en el proceso de admisiones de una institución de educación superior. *Prospectiva*, 10(2), 13-21. <https://doi.org/10.15665/rp.v10i2.228>
- Arbeláez, J. C., Franco, L. C., Betancur, C., Murillo, J. G., Gallego, P. A., Henao, V. M., Londoño, J. A., Mejía, C. M., Palacio, D. M., Salazar, E., Salazar, L. F., Valderrama, N., & Varela, D. C. (2006). Riesgo operacional: reto actual de las entidades financieras. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 5(9), 97-110.
- Asobancaria. (s. f.). *Pasarelas de pago, un aliado para el comercio electrónico*. <https://bit.ly/2kBA4iK>
- Barone, S. & Lo Franco, E. (2012). *Statistical and managerial techniques for Six Sigma methodology: Theory and application*. John Wiley & Sons Ltd.
- BDigital. (18 de diciembre de 2013). *¿Qué riesgo tienen las 'Apps' para móviles en el entorno corporativo?* Servicio de Información y Noticias Científicas (SINC), Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología. <https://bit.ly/3O5XIME>
- Briones, G. (2002). *Metodología de la investigación cuantitativa en las ciencias sociales*. Icfes.

- Brook, Q. (2006). *Six Sigma and Minitab: A complete toolbox guide for all Six Sigma practitioners*. Opex Resources & Minitab.
- Casadesús, M., Heras, I., & Merino, F. J. (2005). *Calidad práctica. Una guía para perderse en el mundo de la calidad*. Prentice Hall.
- Comité de Supervisión Bancaria Basilea. (junio de 2004). *Convergencia internacional de medidas y normas de capital*. Banco de Pagos Internacionales.
<https://www.bis.org/publ/bcbs107esp.pdf>
- Cristancho, D. A. (2014). *Plan empresarial para la creación de una telefarmacia: una forma cómoda y eficiente para comprar medicamentos es Internet* [Tesis de maestría, Universidad Internacional de La Rioja]. Repositorio digital Reunir.
<https://bit.ly/3Oq27cT>
- Deming, W. E. (1994). Report card on TQM. *Management Review*, 83(1), 22-25.
- Díaz, R. (13 de junio de 2014). *Gestión de la calidad (Y V): Six Sigma*. Educadictos.
<https://bit.ly/3zQ4OAN>
- Escalante, E. J. (2003). *Seis-Sigma: metodología y técnicas*. Limusa.
- Espejel, D. (2009). *Errores comunes en la implantación de Six Sigma*. <https://bit.ly/3xDQyIo>
- Franco, L. C. & Franco, L. E. (2005). El valor en riesgo condicional CVaR como medida coherente de riesgo. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 4(6), 43-54.
<https://bit.ly/3HxLycR>

Globus Biogestión. (8 de abril de 2016). *Seis Sigma - Fundamentos* [Video]. YouTube.

<https://bit.ly/3b56gEU>

Guerrero,R. & Rivas, L. (2005). Comercio electrónico en México: propuesta de un modelo conceptual aplicado a las pymes. *Revista Internacional de Ciencias Sociales y Humanidades*, *XV*(1), 79-116. <https://bit.ly/3QH3x55>

Gutiérrez, F. (2011). El dispositivo móvil como espacio de aprendizaje e información en las redes sociales. *Infoconexión. Revista Chilena de Bibliotecología*, (3), 1-11. <https://bit.ly/3zMHdki>

Harry, M. & Schroeder, R. (2000a). *Six Sigma: The breakthrough management strategy revolutionizing the world's top corporations*. Currency.

Harry, M. & Schroeder, R. (2000b). *Six Sigma*. Ed. Rosetta Books.

Hernández, F. J. (2013). *Seis Sigma control estadístico de procesos* [Presentación de conferencia]. Tegucigalpa, Cámara de Comercio e Industrias de Cortes. <https://bit.ly/3mUuqES>

Hernández, G. (11 de abril de 2017). *Diagrama de Pareto. Aprendiendo Calidad y ADR*. <https://bit.ly/2wpEs63>

Jimeno, J. (12 de febrero de 2013). *AMFE: Análisis modal de fallos y efectos - Guía y ejemplos de uso*. Grupo PDCA Home. <https://bit.ly/2KxhwHg>

- Kumar, D. (2009). *Six Sigmas, las mejores prácticas: una guía de excelencia en el proceso de los negocios*. 3R.
- Lameijer, B., Pereira, W., & Jiju, A. (2021). The implementation of Lean Six Sigma for operational excellence in digital emerging technology companies. *Revista de Gestión de Tecnología de Fabricación*, 32(9), 260-284. <https://doi.org/10.1108/JMTM-09-2020-0373>
- Magnusson, K., Kroslid, D., & Bergman, B. (2001). *Six Sigma umsetzen: Die neue Qualitätsstrategie für Unternehmen*. Hanser.
- Marketing Directo. (9 de agosto de 2010). *5 consejos para la comercialización de aplicaciones para dispositivos móviles*. <https://bit.ly/3N1GrTz>
- Martínez, M. I. & Casares, M. I. (2011). El proceso de gestión de riesgos como componente integral de la gestión empresarial. *Boletín de Estudios Económicos*, 66(202), 73-93. <https://bit.ly/3tFO1wj>
- Monreal, S. (2012). *Sistemas de pago para comercio electrónico* [Tesis de maestría, Centro de Investigación en Matemáticas, A. C.]. Repositorio CIMAT. <https://bit.ly/3ngIPeR>
- Morales, R. (Abril de 2011). *Situación actual de los sistemas de pago de bajo valor en América Latina y el Caribe* [Documento de discusión n.º 3]. Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos. <https://bit.ly/3zN97gc>
- Muñoz, S. E. (12 de febrero de 2013). *¿Qué es el Número de Prioridad del Riesgo (NPR)?*

- Navarro, E., Gisbert, V., & Pérez, A. (2017). Metodología e implementación de Six Sigma. *3C Empresa*, (Edición Especial), 73-80.
<http://dx.doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.73-80>
- Olofsson, O. (s. f.). *DMAIC*. WCM: World Class Manufacturing. <https://bit.ly/3zNagV2>
- Palma, C. (2011). ¿Cómo construir una matriz de riesgo operativo? *Ciencias Económicas*, 29(1), 629-635.
- Park, S. H., Lee, M-J., & Jung, M. Y. (1999). *Theory and practice of Six Sigma*. Division of Korean Standards Association.
- Pérez, M. J. & Gragera, J. (Julio a Diciembre de 2018). Análisis y gestión del riesgo operacional en las entidades financieras y aseguradoras. Una comparativa. *Revista Ibero-Latinoamericana de Seguros*, 27(49), 219-245.
<https://doi.org/10.11144/Javeriana.ris49.agro>
- Pérez, J. & Gardey, A. (2016). *Definición de campana de Gauss*. Definición de. <https://definicion.de/campana-de-gauss/>
- Prieto, A. M., Torres, J. D., Martínez, E., & Gutiérrez, D. (2018). *Estudio sobre los sistemas de pago de bajo valor y su regulación*. Unidad de Regulación Financiera.
<https://bit.ly/3aYcINS>
- Ramos, Marbel , & García, José , & Milá, Lorely , & Santana, Zeila , & Zumalacárregui, Lourdes , & Quintana, Marisel , & Beldarraín, Alejandro (2012). *Aplicación del*

análisis de riesgo a la producción de proteínas recombinantes expresadas en Escherichia coli. VaccMonitor, 21(2),35-42. ISSN: 1025-0298.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=203424333007>

Robayo, P. & Vásquez, J. (2017). *CIS1710EM02 !CHEFS!* [Trabajo de grado,Pontificia Universidad Javeriana]. Repositorio PUJ. <https://bit.ly/3tII9n0>

Salazar, B. (22 de octubre de 2019). *Nivel Sigma y DPMO*. Ingeniería Industrial Online.com.
<https://bit.ly/3HFZba3>

Salazar, G. D. (2017). *Modelo de negocio para una aplicación móvil de distribución de productos farmacéuticos* [Trabajo de grado de especialización, Universidad Externado de Colombia]. Biblioteca Digital Universidad Externado de Colombia.
<https://bit.ly/3u7HUkH>

Salazar López, B. (30 de 10 de 2019). *Nivel Sigma y DPMO*. Ingeniería Industrial Online.com, 4. Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com>:
<https://bit.ly/3nlhdVI>

Salgado, R. O. (2013). *Propuesta de desarrollo de aplicación móvil Social Pharma aplicación móvil multiplataforma* [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Madrid]. Archivo Digital UPM. <https://oa.upm.es/21667/>

Serrato, H. (19 de mayo de 2014). *Riesgo operativo*. *Contrapartida*, (890).
<https://www.javeriana.edu.co/personales/hbermude/contrapartida/>

- Sesnilo, I. (2019). *Los sistemas de pago online*. [Trabajo de fin de máster, Universidad de Cantabria]. Repositorio Unicán. <http://hdl.handle.net/10902/17558>
- Tatis, G. & Largacha, M. C. (2017). *Big data, la solución para las plataformas de domicilios*. [Trabajo de grado, Colegio de Estudios Superiores de Administración (CESA)]. Repositorio CESA. <https://bit.ly/3I5BIVy>
- Veena, T. & Prabhushankar, G. (2020). Identification of critical success factors for implementing Six Sigma methodology and grouping the factors based on ISO 9001:2015 QMS. *International Journal Six Sigma and Competitive Advantage*, 12(1), 1-19. <https://bit.ly/3Hw6jWx>
- Vigoya, D. M. & Zambrano, F. (2020). *Identificación de los riesgos financieros asociados al modelo agregador de las pasarelas de pago en Colombia*. [Trabajo de grado de especialización, Corporación Universitaria Minuto de Dios]. <https://hdl.handle.net/10656/10213>
- Truscott, W. (2003). Is the Six Sigma statistical model technically sound? En W. Truscott (Ed.), *Six Sigma: Continual improvement for businesses. A practical guide* (pp. 208-222). Routledge.
- Wheat, B., Mills, C., & Carnell, M. (2003). *Seis Sigma: una parábola sobre el camino hacia la excelencia y una empresa "esbelta"*. Grupo Editorial Norma.
- Wikipedia. (s. f.). *Benchmarking*. <https://bit.ly/3tNyUkp>

Xarxa Afic. (s. f.). *Medios de pago electrónico*. <https://bit.ly/2wf2h0K>

Yin, R. K. (2009a). *Case study research, design and methods*. Sage.

Yin, R. K. (2009b). *Investigación sobre estudio de casos. Diseño y métodos*. International Educational and Professional Publisher Thousand Oaks.

Zeff, S. A. (2012). The evolution of the IASC into the IASB, and the challenges it faces. *The Accounting Review*, 87(3), 807-837. <https://bit.ly/3OqauFk>