

PROPUESTA DE MEJORA INTEGRAL AL PROCESO DE ADMISIÓN EN EL ÁREA
DE POSGRADOS DE UNA INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN DE SUPERIOR

JEFERSON RAFAEL DE AVILA VILLALOBOS

JESSICA ANDREA MERCADO OSPINO

CORPORACIÓN UNIVERSIDAD DE LA COSTA, CUC

DPTO DE GESTIÓN INDUSTRIAL, AGROINDUSTRIAL Y OPERACIONES

PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

BARRANQUILLA

2018

PROPUESTA DE MEJORA INTEGRAL AL PROCESO DE ADMISIÓN EN EL ÁREA
DE POSGRADOS DE UNA INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR

JEFERSON RAFAEL DE AVILA VILLALOBOS

JESSICA ANDREA MERCADO OSPINO

Trabajo de grado presentado para optar al título de

INGENIERO INDUSTRIAL

Tutor

ING. AURORA PIÑERES CASTILLO

Co-tutor

MIGUEL ANGEL ORTIZ BARRIOS

CORPORACIÓN UNIVERSIDAD DE LA COSTA, CUC

DPTO DE GESTIÓN INDUSTRIAL, AGROINDUSTRIAL Y OPERACIONES

PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

BARRANQUILLA

2018

Nota de aceptación

Jurado 1

Jurado 2

Dedicatoria

A mi padre celestial Jehová, a Julio Rafael De Ávila (Q.E.P.D) mi padre y la persona que lo hizo posible. A mi Madre por enseñarme valores sobre todo la responsabilidad. A Alida Gómez por ser mi apoyo e incondicional compañía.

Jeferson Rafael De Avila Villalobos

Dedicatoria

Leyendo un libro, tomando una malteada y viendo el mar...

Cuando inicié mis estudios de Ingeniería Industrial supe que no sería fácil el camino, pero tenía claro que con disciplina podría lograr todo lo que me propusiera. Sin lugar a duda, Dios estuvo delante de mí en todo momento, en mis triunfos y derrotas, su misericordia forjó mi carácter y en medio de su amor, dotaba de sabiduría a mi madre para que con sus actos y palabras me hiciera más fuerte.

Es por eso que este trabajo de grado va dedicado a ti mamá, porque eres una mujer digna de admirar por su valentía al enfrentarte a grandes retos. Porque aprovechas los obstáculos para impulsarte a ser mejor sin permitir que te detengan. Porque tú eres el más claro ejemplo de mejora continua.

Te lo dedico porque cuando me quedaba sin ánimos, estuviste para demostrarme que no había razón para no continuar haciéndome saber que los mejores resultados toman tiempo y requieren sacrificios.

Te lo dedico sencillamente porque tú eres mi motivación a ser mejor cada día y me enseñas a hacer posible lo imposible.

Jessica Andrea Mercado Ospino

Agradecimientos

En primer lugar, a Dios por sostenerme cuando mis fuerzas se agotaban y el desaliento tomaba poder.

A mis padres, Yennys Ospino y Pedro Mercado por ser mi sustento.

Al programa Opción por ayudarme a potencializar mis habilidades como estudiante.

Al Profesor Miguel Ortiz Barrios por darme la oportunidad de fortalecer mis competencias investigativas a través del semillero PRODUCOM.

A mi tutora Aurora Piñeres por creer en mi propuesta y apoyarme en cada idea.

A mi compañero Jeferson De Ávila que aunque no fue un proceso fácil se mantuvo firme en la decisión de terminar con éxito este trabajo que habíamos emprendido.

A los funcionarios del Departamento de Posgrados, Nancy Ruiz, Laura Cueto, Edith Gonzalez, Andrea Molinares, Maria Hurtado, Angella Perez, Luis Bolaños, Andres Pacheco y Fausto Pineda; A mis amigos y familiares, Carolyn Mendoza, Melissa Ochoa, Alexa Camargo, Keidys Hoyos, Cris Rivera, Nicolle Vergara, Miguel Ortiz, Nieves Pulgar y Viviana Silva, que creyeron en mí, me soportaron y alentaron durante la realización de este trabajo de grado.

A mis amigas colegas Andrea Angulo y Julia Pantoja que pusieron su granito de arena.

A todas las personas que impulsaron mi crecimiento académico brindándome herramientas que permitieran mi evolución y aconsejándome un buen libro para mis ratos de lectura, en especial al Ing. Alex Castro que con su recomendación *Ubuntu*, me enseñó que no hay excusas para dejar de hacer lo que verdaderamente importa.

Resumen

La Institución de Educación Superior en estudio, asume los programas académicos de posgrados como una contribución al fortalecimiento de la base de la capacidad del país para la generación y aplicación de conocimiento en los campos de la ciencia, la tecnología, las artes y las humanidades.

Para acceder, los aspirantes inician con un proceso de inscripción a través de la entrega de documentos considerados como requisitos indispensables. Una vez realizada, se someten a un proceso de selección y admisión. Posteriormente, los resultados son enviados mediante un correo electrónico junto con el volante de matrícula.

Se ha determinado que el tiempo de ciclo (tiempo transcurrido desde que se reciben los documentos hasta que se envían los resultados) no debe superar los 25 días hábiles. Sin embargo, la realidad del proceso y los efectos ocasionados son diferentes, lo cual repercute en la satisfacción del aspirante que se espera sea convertido en estudiante al finalizar su proceso de matrícula.

En este sentido, el propósito de este trabajo de grado recae en la presentación de una propuesta de mejora orientada a la reducción del tiempo de ciclo que debe esperar un aspirante para la obtención de su volante de matrícula. Lo anterior, se llevará a cabo aplicando una metodología Six Sigma mediante la recolección de datos proporcionados por el Departamento de Posgrados con la finalidad de conocer el estado histórico del proceso en los últimos 3 periodos académicos y alimentar la simulación del proceso actual mediante el software ARENA; identificar las posibles causas del comportamiento con la ayuda de herramientas estadísticas como el Diagrama de Ishikawa, plantear estrategias de mejora y

definir un mapa de actividades de control que facilite la supervisión de la efectividad de la propuesta.

Además, con el objetivo de determinar que tanto influye el tiempo de ciclo con la cantidad de matriculados, se realizó un diseño de experimentos. Entre los resultados del proceso actual se obtuvo un nivel sigma a corto plazo de 1,07 y a largo plazo de -0,43. La concentración de causas se da en la parte de métodos y por lo tanto, se proponen estrategias de mejora orientadas a este aspecto en particular. Asimismo, se demostró que el tiempo de ciclo si afecta la cantidad de matriculados.

Palabras Clave: Tiempo de Ciclo, Metodología Six Sigma, Simulación de Procesos, Diseño de Experimentos, Posgrados, Inscripción, Admisión

Abstract

Institution in study, assumes the academic programs of postgraduates as a contribution to the strengthening of the base of the capacity of the country for the generation and application of knowledge in the fields of science, technology, arts and humanities.

To gain access, applicants begin with a registration process through the delivery of documents considered essential requirements. Once realized, they surrender to a process of selection and admission. Consecutively, the results are sent by email along with the registration form.

It has been determined that the lead time (time elapsed from receipt of documents until results are sent) should not exceed 25 working days. However, the reality of the process and the effects caused are different, which affects the satisfaction of the applicant who is expected to become a student at the end of the registration process.

In this sense, the object of this degree work rests in the presentation of an improvement proposal directed by at reducing the lead time that an applicant must wait for to obtain his or her registration certificate. This will be done by applying a Six Sigma methodology through the collection of data provided by the Postgraduate Department in order to know the historical status of the process in the last 3 academic periods and feed the simulation of the current process through ARENA software; identify possible causes of behavior with the help of statistical tools such as the Ishikawa Diagram, object improvement strategies and define a map of control activities to facilitate the monitoring of the effectiveness of the proposal.

In addition, in order to determine how much the cycle time influences the number of enrollees, a design of experiments was carried out. Among the results of the current process, a short-term sigma level of 1.07 and a long-term sigma level of -0.43 were obtained. The concentration of causes is given in the part of methods and therefore, improvement strategies are proposed oriented to this particular aspect. It was also demonstrated that cycle time does affect the number of enrollees.

Keywords: Lead time, Six Sigma Methodology, Process Simulation, Experiment Design, Postgraduate, Registration, Admission

Contenido

Lista de tablas y figuras	14
Introducción.....	17
Capítulo I Consideraciones Generales.....	19
1.2 Objetivos	21
1.2.1 Objetivo General.	21
1.2.2 Objetivos Específicos.....	21
1.3 Justificación	22
1.4 Metodología	23
Fase 1. Caracterización del proceso actual.....	23
Fase 2. Identificación de causas que generan incumplimiento	24
Fase 3. Diseño de una propuesta integral a las oportunidades de mejora descubiertas	24
Capitulo II Marco teórico	25
2.1 Interrelación del tema de investigación	25
2.2 Revisión Literaria	30
2.3 Control de la calidad.....	41
2.4 Cartas de Control	43
2.4.1 Interpretación de las cartas de control.....	44
2.5 Herramientas genéricas de la calidad.....	45
2.5.1 Diagrama de Pareto	45

PROPUESTA DE MEJORA INTEGRAL AL PROCESO DE ADMISIÓN	12
2.5.2 Diagrama de Ishikawa (Causa y Efecto)	46
2.5.3 Diagramas de Dispersión	48
2.6 Programas de Mejora	48
2.6.1 Benchmarking	49
2.6.2 Ciclo de la calidad (Ciclo PHVA).....	50
2.6.3 Six Sigma	52
2.6.3.1 Etapas de un proyecto Six Sigma	53
2.6.4 Diseño de experimentos	55
2.6.4.1 Definiciones básicas del diseño de experimentos.....	56
2.6.4.2 Principios básicos del diseño de experimentos	58
2.6.4.3 Análisis de varianza simple: Experimentos de 1 solo factor	59
2.6.4.4 Verificación de la adecuación del modelo.....	63
2.6.5 Simulación de procesos	66
2.6.5.1 Etapas de un proyecto de simulación	68
Capítulo III	70
Desarrollo metodológico	70
3.1 Descripción del proceso de admisión	70
3.2 Aplicación de simulación de procesos	74
3.2.1 Modelo conceptual	75
3.2.2 Modelo generado en el Software ARENA.....	79

PROPUESTA DE MEJORA INTEGRAL AL PROCESO DE ADMISIÓN	13
3.3 Aplicación de metodología Six Sigma.....	83
3.3.1 Recolección de Datos	84
3.3.2 Definición.....	85
3.3.3 Medición.....	87
3.3.4 Análisis.....	90
3.3.5 Mejora	90
3.3.6 Control.....	92
3.4 Aplicación de diseño de experimentos	94
3.4.1 Validación del supuesto de normalidad	97
3.4.2 Validación del supuesto de independencia.....	99
3.4.3 Validación del supuesto de homocedasticidad.....	101
3.5 Aplicación de Benchmarking.....	105
3.6 Análisis de Resultados	107
3.7 Propuesta de mejora.....	109
Conclusión.....	111
Glosario de indicadores	113
Bibliografía.....	114
Anexos	124

Lista de tablas y figuras**Tablas**

Tabla 1 Datos de un experimento de un factor.....	60
Tabla 2 Análisis de varianza para modelo de un factor.....	62
Tabla 3 Supuestos básicos del ANOVA.....	63
Tabla 4 Porcentaje del tipo de aspirante según la muestra estudiada.....	76
Tabla 5 Porcentaje de utilización de las opciones de pago según la muestra estudiada.....	76
Tabla 6 Project Charter: Definición del problema.....	85
Tabla 7 Cronograma de metodología Six Sigma.....	87
Tabla 8 Indicadores actuales del proceso de admisión.....	88
Tabla 9 Plan de control propuesto a través de la metodología Seis Sigma.....	92
Tabla 10 Datos a someter en el diseño de experimentos	94
Tabla 11 Datos de modelo de medias.....	95
Tabla 12 Sumas cuadradas del análisis de la varianza para el modelo con un solo factor..	95
Tabla 13 ANOVA – DOE.....	96
Tabla 14 Análisis de residuales.....	97
Tabla 15 Datos para la gráfica de normalidad.....	97
Tabla 16 Datos para el análisis del supuesto de independencia.....	100
Tabla 17 Datos para el análisis de homocedasticidad.....	102
Tabla 18 Datos para diagrama de caja y bigotes.....	104
Tabla 19 Benchmarking del proceso de admisión.....	106
Tabla 20 Información general para la aplicación de la metodología Seis Sigma.....	124

Tabla 21 Datos de distribución del proceso actual para la metodología Seis Sigma.....131

Tabla 22 Datos utilizados en el diseño de experimentos.....139

Tabla 23 Tiempos manejados en el modelo de simulación.....147

Figuras

Figura 1 Metodología del proyecto de investigación 23

Figura 2 Redes de co-ocurrencia en SCOPUS 27

Figura 3 Mapa de Calor - Concentración de publicaciones en SCOPUS..... 28

Figura 4 Concentración de publicaciones por año en SCOPUS..... 29

Figura 5 Variabilidad de un proceso..... 40

Figura 6 Factores de competitividad y satisfacción..... 41

Figura 7 Ventajas de un proceso estable 45

Figura 8 Diagrama de Pareto 46

Figura 9 Estructura del Diagrama de Ishikawa 47

Figura 10 Tipos de correlación..... 48

Figura 11 Ocho pasos en la solución de un problema. 50

Figura 12 Ciclo DMAIC..... 53

Figura 13 Variables de un proceso en diseño de experimentos..... 57

Figura 14 Ejemplo de gráfica para normalidad de residuales 64

Figura 15 Ejemplo de gráfica de independencia de residuales..... 65

Figura 16 Ejemplo de gráfica de homocedasticidad de residuales 66

Figura 17 Diagrama SIPOC del proceso de admisión Parte I 72

Figura 18 Diagrama SIPOC del proceso de admisión Parte II..... 73

PROPUESTA DE MEJORA INTEGRAL AL PROCESO DE ADMISIÓN	16
Figura 19 Diseño del modelo computarizado. Software ARENA.....	79
Figura 20 Corrida del modelo de simulación	80
Figura 21 Modelo para el proceso de inscripción.....	81
Figura 22 Modelo para el proceso de admisión y generación de volante de matrícula.....	82
Figura 23 Paso a paso de la aplicación de la metodología Six Sigma.....	83
Figura 24 Cantidad de inscritos por periodo en la muestra	84
Figura 25 Apreciación del proceso actual	89
Figura 26 Diagrama de Ishikawa del proceso de admisión	93
Figura 27 Gráfica PP-PLOT para normalidad de residuales	99
Figura 28 Apreciación de independencia de residuales.....	101
Figura 29 Apreciación de homocedasticidad de residuales.....	103
Figura 30 Cantidad de matriculados de acuerdo con el tiempo de ciclo	104
Figura 31 Distribución de matriculados de acuerdo con el tiempo de ciclo.....	105
Figura 32 Input Analyzer: Tasa de llegada de aspirantes por día.....	156
Figura 33 Input Analyzer: Tiempos entre la revisión de documentos e inspección de requisitos.....	156
Figura 34 Input Analyzer: Tiempo entre registro y generación de volante.....	157
Figura 35 Input Analyzer: Registro en base de datos y envío de solicitud de entrevista	157
Figura 36 Input Analyzer: Tiempo entre la cita y generación de informe	158
Figura 37 Input Analyzer: Recepción de informe y envío de resultados	158

Introducción

Las instituciones de educación superior asumen los programas académicos de posgrados como una contribución al fortalecimiento de las bases de la capacidad del país para la generación y aplicación de conocimiento en los campos de la ciencia, la tecnología, las artes y las humanidades. Los estudios de posgrados comprenden especializaciones, maestrías y doctorados, son considerados como el último nivel de formación de un individuo, en el cual fortalece conocimientos y se nutre profesionalmente.

De acuerdo con el Consejo Nacional de Acreditación CNA, estos programas cumplen un papel estratégico que suma importancia porque intervienen en la formación de los recursos humanos que la economía del conocimiento del siglo XXI requiere y a su vez, mejorar la calidad del sistema de educación superior en general. El CNA afirma que: “Ellos tienen un efecto de “jalonar” la calidad de los otros niveles de dicho sistema” (Consejo Nacional de Acreditación CNA, s.f.)

Para acceder a estos programas, los aspirantes inician con la búsqueda de información a través de diferentes canales dispuestos por la institución, posteriormente realiza un proceso de inscripción mediante la entrega de documentos considerados como requisitos indispensables. Una vez realizada, se someten a un proceso de selección y admisión. Posteriormente, los resultados son enviados mediante un correo electrónico junto con el volante de matrícula.

Se ha detectado oportunidad de mejora en la mayoría de estas actividades siendo cada una un punto crítico en la percepción de calidad en el servicio, en este sentido, el

propósito de la investigación recae en el diseño de una propuesta de mejora integral del proceso de admisión en el Departamento de Posgrados de una Institución de Educación Superior. Para este fin se realizan una caracterización del proceso actual e identificación de las causas que generan incumplimiento de los críticos de satisfacción para lograr el diseño final de la propuesta fundamentado a través de herramientas y metodologías de ingeniería industrial orientadas al mejoramiento continuo entre las que cabe destacar el diagrama de Pareto, Ishikawa, six sigma, diseño de experimentos y simulación de procesos.

La realización de este tipo de estudios es importante teniendo en cuenta que les compete a todas las instituciones de educación superior interesadas en ser reconocidas como centros de calidad, a pesar de esto la literatura disponible respecto al tema es deficiente o tiene enfoques dirigidos a otras instituciones prestadoras de servicios, por lo cual este proyecto resulta novedoso y puede ser replicado en el proceso de admisión de otras universidades.

El presente documento está dividido por capítulos. En el primer capítulo se puede apreciar una serie de consideraciones generales que incluye la metodología. En el capítulo II se expone el marco teórico en el que sustenta la investigación apoyada con una revisión literaria conforme a estudios previos que apunten al mejoramiento de la calidad del servicio. Para finalizar en el capítulo III se expone el desarrollo metodológico estudiando el estado actual del proceso de admisión junto con los indicadores que evidencien el problema al que se le pretende dar solución. Igualmente se presenta un análisis de los resultados obtenidos acompañado con la propuesta de mejora dando cumplimiento al objetivo general del proyecto.

Capítulo I

Consideraciones Generales

1.1 Planteamiento del problema

En la actualidad todas las empresas se ven enfrentadas a desafíos propios de la globalización como lo son el tránsito a las nuevas tecnologías, los clientes a distancia y la mejora continua de su producto o servicio.

En el sector educativo es indispensable tener procesos que cuenten con calidad a lo largo de todo su servicio desde sus canales de información, procesos de admisión y hasta el desarrollo de su actividad académica. No obstante, en el caso particular de la institución de educación superior estudiada, el comportamiento de la prestación de servicios en cuanto a los tiempos de espera, el 10% de los casos supera tiempo establecido que es de 25 días para el envío de resultados de admisión de acuerdo con el reglamento interno afectando la calidad, confiabilidad y el reconocimiento de la Universidad como una institución de gran prestigio y compromiso con sus futuros estudiantes.

En otras palabras, los procesos administrativos que componen el acceso satisfactorio de los interesados en posgrados suelen tener tiempos prolongados y a su vez, causan que el aspirante no continúe el proceso y cambie de institución, o bien, decida no realizar los estudios.

Existe una oportunidad de mejora en su flujo de información y oportunidad de respuesta frente al proceso de admisión de estudiantes de posgrados, particularmente en los tiempos de espera desde la inscripción hasta la generación de volantes lo cual genera un aumento en el

costo de oportunidad. Por lo tanto, el presente proyecto plantea el interrogante de ¿Cómo se puede mejorar integralmente la calidad del proceso de admisión en el departamento de postgrados de la Institución de Educación Superior en estudio?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General.

Diseñar una propuesta de mejora integral al proceso de admisión en el área de posgrados de una Institución de Educación Superior.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar el proceso actual de admisiones e identificar los grupos de interés y sus críticos de satisfacción.
- Identificar las causas que generan incumplimiento en los críticos de satisfacción del proceso.
- Diseñar una solución integral a las oportunidades de mejora descubiertas.

1.3 Justificación

Mediante la revisión exhaustiva que se realizó con la finalidad de conocer el estado en el que se encontraba el tema de tiempo de ciclo y la calidad del servicio en las Instituciones de Educación Superior, se determinó que no había suficientes investigaciones que abordaran la temática y aportaran nuevas metodologías de trabajo que solucionaran las problemáticas frecuentes.

Por lo tanto, teniendo en cuenta que el proceso de admisión hace parte de las funciones que se llevan a cabo en el Departamento de Posgrados de una Institución de Educación Superior, y maneja tiempos que afectan los indicadores de calidad, se busca la propuesta de una mejora que abarque la solución óptima de las falencias encontradas durante el análisis del caso.

Si el tiempo de ciclo correspondiente entre la fecha de entrega de documentos requeridos para el proceso de inscripción y la fecha en la cual se envían los resultados de admisión es prolongado el aspirante estará inconforme, posiblemente no efectuará su pago de matrícula y la oportunidad de generar clientes potenciales disminuirá.

El presente trabajo de grado resulta pertinente debido a que se puede obtener resultados en los siguientes aspectos:

- Maximizar la oportunidad en la admisión de estudiantes en el departamento de posgrados.
- Disminución de los tiempos de espera en el proceso de admisión.
- Eficiencia en el flujo de la información para el proceso de inscripción y admisión.

1.4 Metodología

La metodología propuesta para el desarrollo de este proyecto se divide en 3 fases específicas. A su vez, compuesta por diferentes actividades que facilitarán el cumplimiento de los objetivos planteados.

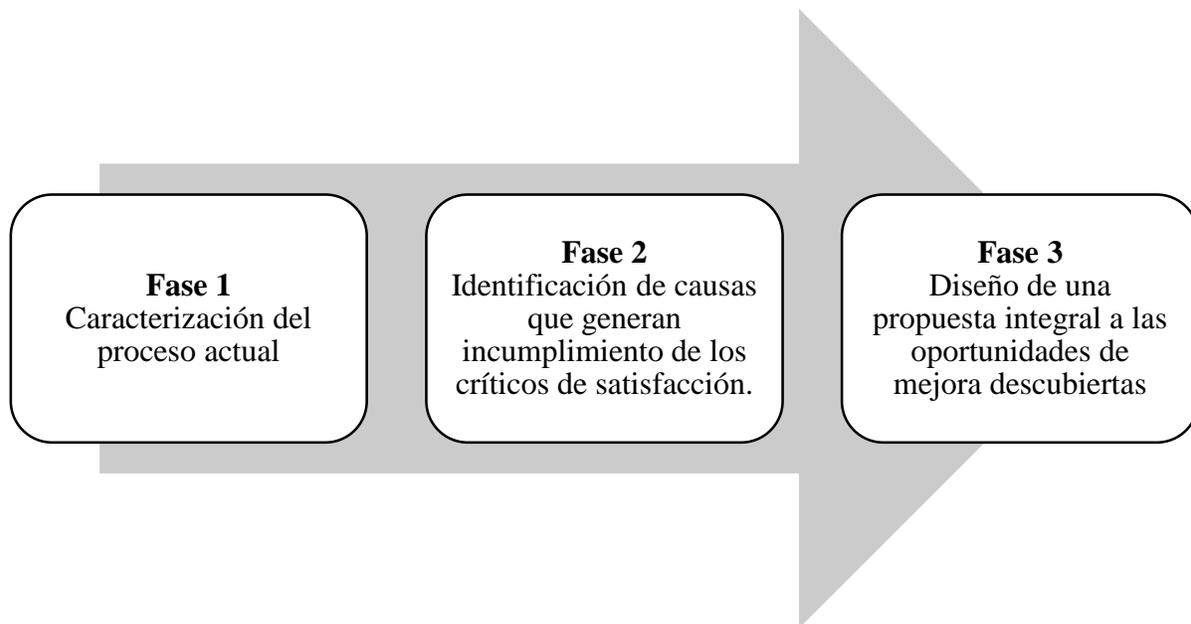


Figura 1 Metodología del proyecto de investigación

Fuente: Elaboración propia

Fase 1. Caracterización del proceso actual

En esta fase se busca describir el proceso actual de admisiones e identificar los grupos de interés con sus críticos de satisfacción. En primer lugar, se explica de forma breve cada uno de los diferentes procesos administrativos que se llevan a cabo hasta llegar a la liquidación de los volantes de matrículas. Posteriormente, se pasa a la recolección de datos concernientes al tiempo de ciclo de los procesos de admisión en los últimos 3 periodos académicos. Igualmente, con la aplicación de la metodología Six Sigma apoyado

con el ciclo DMAIC se define el problema, se plantea un Project Charter y se miden los indicadores para conocer el estado actual del proceso.

Fase 2. Identificación de causas que generan incumplimiento

Dándole continuidad al ciclo DMAIC se analiza la causa raíz del problema que conlleva a la variabilidad en el proceso, a través del Diagrama de Ishikawa. De esta manera, se identifican las oportunidades de mejora que existen.

Fase 3. Diseño de una propuesta integral a las oportunidades de mejora descubiertas

Con base al análisis facilitado por el Diagrama de Ishikawa se reconoce la categoría en la que se concentran las causas y a partir de esto, se plantean mejoras que encierren la problemática permitiendo alcanzar una solución óptima e integral sobre el escenario propuesto.

Capítulo II

Marco teórico

2.1 Interrelación del tema de investigación

Antes de entrar en materia es válido conocer cómo se encuentra el tópico de estudio en un ranking mundial de investigación. De esta manera, constatar la pertinencia y el valor del presente trabajo asegurando que se está aportando a una línea con vacíos como lo es el tiempo de espera (lead time) en instituciones de educación superior para el cumplimiento de estándares de calidad.

Los siguientes gráficos fueron realizados a través del software VOSviewer, la cual es una herramienta creada por la Universidad de Leiden ubicada en la ciudad de Leiden, Holanda (Países bajos); Su utilidad recae en que a partir de ella se pueden construir y visualizar redes de co-ocurrencia de términos de investigación extraídos de bases de datos de literatura científica. (Leiden, Universiteit, 2018)

En la figura 2 se puede apreciar los nodos que representan la interrelación y la co-ocurrencia de los temas que se enmarcan bajo el criterio de búsqueda calidad del servicio (Quality of Service)

En la figura 3 se puede observar un mapa de calor de la densidad de publicaciones por tema. Las zonas amarillas representan la proporción de publicaciones, entre más intenso sea el tono, mayor es la cantidad de publicaciones sobre el tema particular. Con respecto al tema de estudio de la presente investigación, lead time y Customer service, se puede inferir que existe de insuficiencia de literatura orientada a estos temas. Además, no se observa el tema de calidad en atención en instituciones de educación superior.

En la figura 4, es posible visualizar una línea de tiempo de las publicaciones, iniciando en el año 2000 con un tono azul hasta la actualidad con tonos más cálidos. Se puede observar que actualmente hay muchas publicaciones en los nodos de productividad y optimización industrial. Por otro lado, las publicaciones relacionadas con el servicio al cliente y el tiempo de espera representan investigaciones más antiguas, por lo cual se ratifica la conveniencia del presente trabajo como aporte o novedad en el tema.

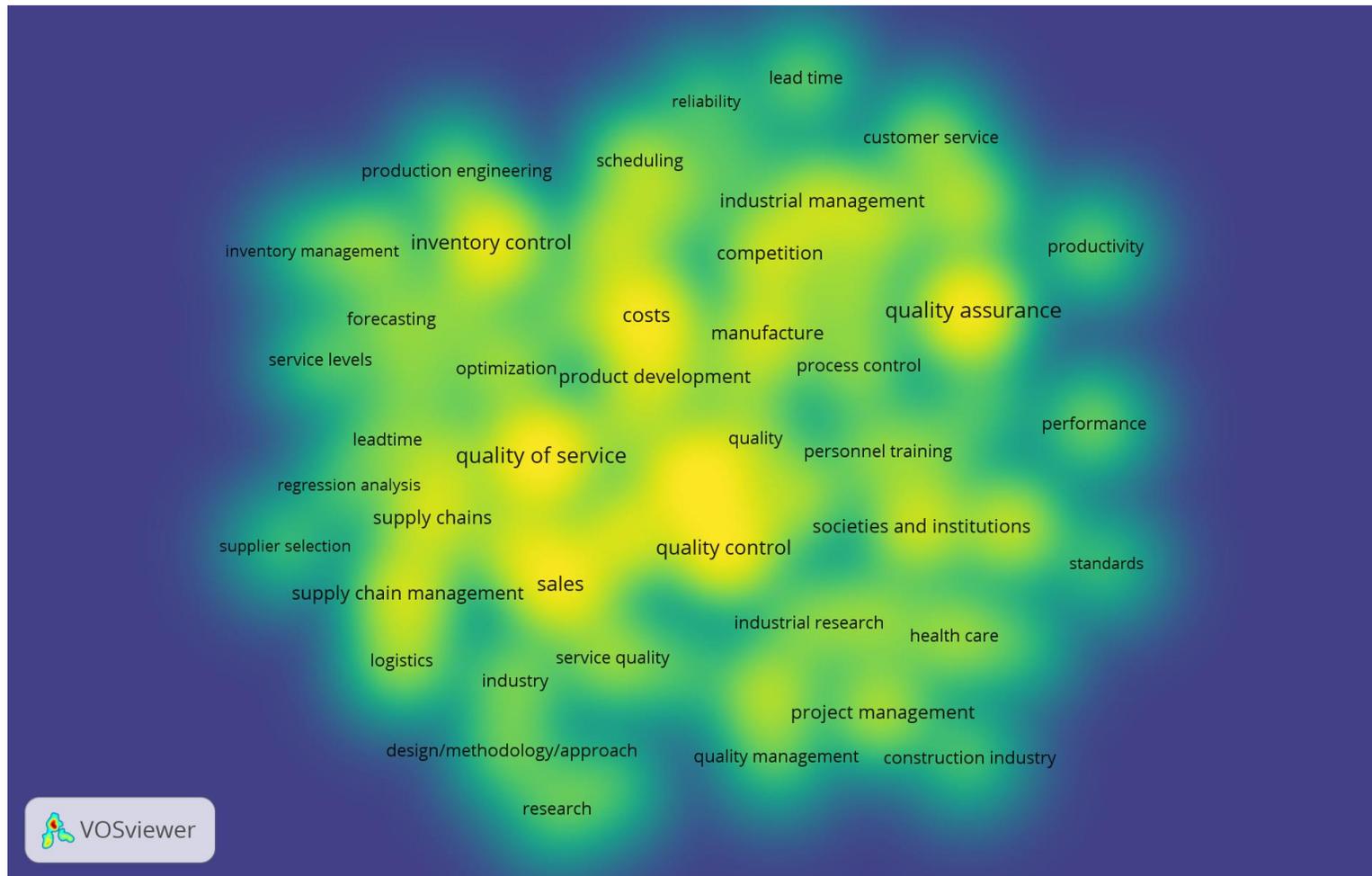


Figura 3 Mapa de Calor - Concentración de publicaciones en SCOPUS

Fuente: Software VOSviewer

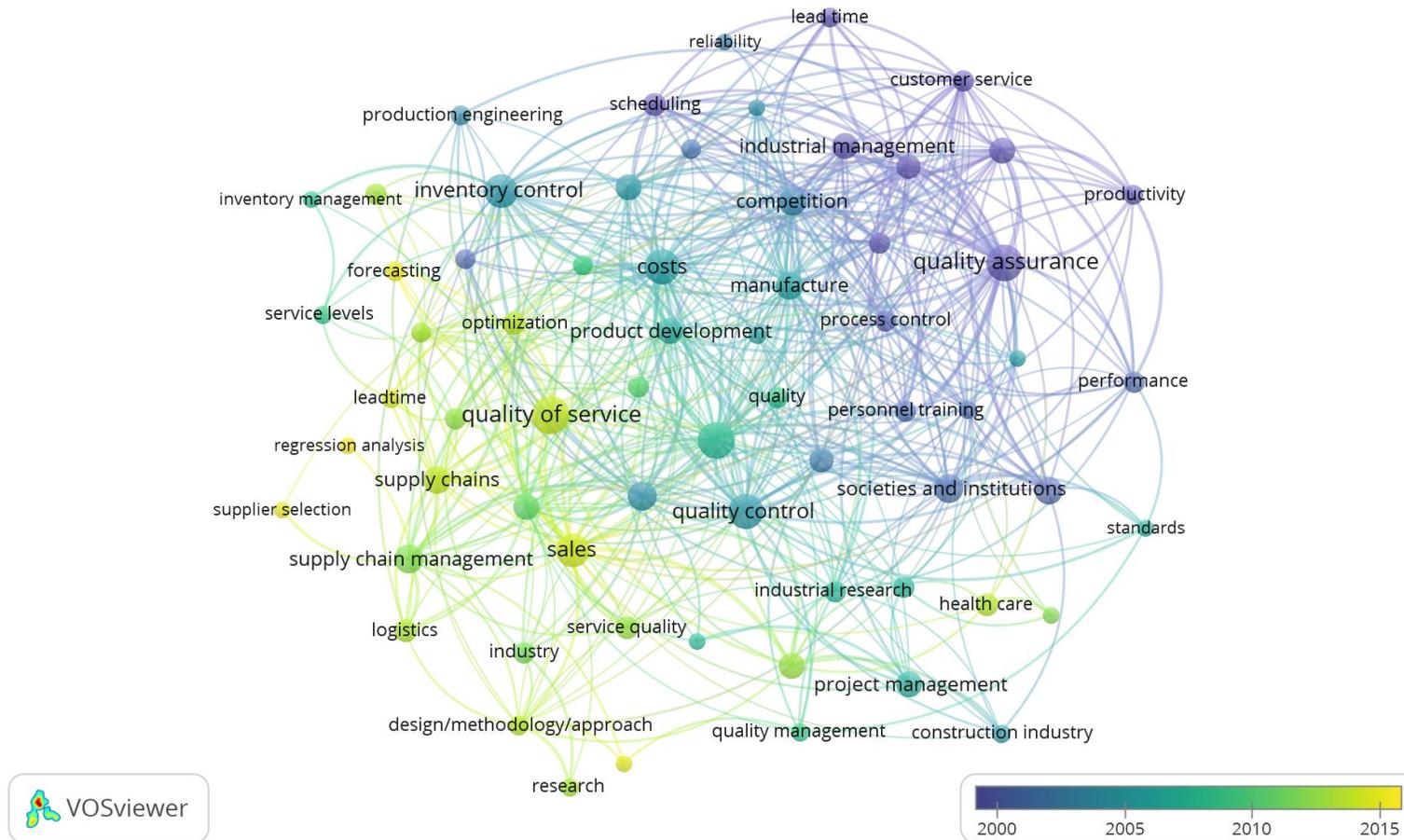


Figura 4 Concentración de publicaciones por año en SCOPUS

Fuente: Software VOSviewer

2.2 Revisión Literaria

La aplicación de la metodología Six Sigma y el diseño de experimentos se ajustan a muchos procesos. No obstante, gran parte de la utilidad se la han dado en el sector de la producción, por ejemplo se han publicado investigaciones en la industria pesquera donde aplican el diseño estadístico experimental para reducir la variabilidad del peso de las latas de atún (Piñeres et al, 2016). Mas no se trata solo de encontrar beneficios de los programas de mejora en la producción sino tambien en los servicios. Para ilustrar mejor lo dicho se trae a la colación el capitulo del libro *Progress in Lean Manufacturing, Management and Industrial Engineering* (Piñeres et al, 2018) dedicado a una asociación entre el Lean Manufacturing y los métodos de enseñanza adoptados por la instituciones de educación de educación superior.

Esto ultimo, demuestra la empleabilidad de los programas de mejora usualmente manejados en el sector de producción, en actividades enfocadas al sector de servicios y más aun en actividades economicas con críticos de satisfacción tan exigentes como lo es la educación. Por lo tanto, es pertinente realizar una revisión concerniente a las publicaciones investigativas que han hecho distintos autores sobre la aplicación de programas de mejora como la metodología seis sigma, diseño de experimentos y simulación de procesos.

El artículo titulado Plan de Implementación de Six Sigma en el Proceso de Admisiones de una Institución de Educación Superior, se presenta una propuesta donde se realiza un diagnóstico de la situación actual, se analizan las variables que influyen directamente por medio de la matriz DOFA, exponen un cálculo del nivel sigma del proceso, evalúan las causas raíces de los problemas detectados y desarrollan el ciclo DMAIC. Con los resultados obtenidos se propone un plan de acción, el cual es sometido a

juicios de expertos para comprobar la validez y pertinencia del estudio y modelo propuesto. Aunque coinciden con la definición de un proyecto exitoso, se considera que faltó la etapa de implementación del plan y mostrar resultados del nivel sigma que evidencie la efectividad del propuesto. (Arango & Angel, 2012)

Igualmente, se ha involucrado la metodología Six Sigma para reducir el tiempo en el proceso de inscripciones. (Quispe & Bermejo, 2015) Aplica en la comisión central de admisión de la Universidad Nacional del Altiplano y entrega un nuevo nivel Sigma de 1.31 a 2. Inicialmente, identificaron las necesidades de los aspirantes y los requerimientos críticos del servicio, con la información obtenida diseñaron el flujograma añadiendo las variables cuantificadas más relevantes del proceso con la finalidad de definir la situación actual. Encontraron que los tiempos de espera en el proceso de inscripción son excesivos, por lo tanto, se dedicaron a determinar las causas raíces que originan la problemática aplicando el diseño de experimentos. La mejora fue simulada en el Software Arena, alcanzando un menor tiempo de permanencia total en el proceso de inscripciones. Sin embargo, no hicieron un análisis económico del impacto del proyecto que ratificara la rentabilidad de este.

De manera similar, el autor (Zhao, 2011) plantea que en china la gestión Six-Sigma es un nuevo método de gestión de calidad que debe aplicarse no solo a la gestión de la calidad educativa sino también a la docencia, investigación, gestión y otros campos. Sin embargo, en este país la gestión Six Sigma todavía no se ha convertido en un método de gestión de calidad en las empresas y mucho menos en universidades, según el material que se consultó para la investigación. Se puede decir que se hace necesario promover un

proyecto que incentive a implementar esta herramienta en las instituciones de educación superior.

El sistema de educación superior permanece en constante competencia debido a la globalización. En el trabajo de (Mukhopadhyay, 2017) se destaca la aplicación de Lean Six Sigma en las IES como metodología para estandarizar el proceso de admisión del estudiante, reducir el tiempo de modificación del plan de estudios y reducir la complejidad de los procesos, entre otros, es decir, aporta a la mejora continua y por ende a la calidad. . Las anteriores afirmaciones se establecen a partir de la investigación de literatura referente a la implementación de six sigma en distintas universidades en las que se evidenciaron resultados positivos. Sin embargo, en el documento resaltan que aunque existen problemas comunes para instituciones académicas, cada problema debe ser resuelto a la medida de un particular institución, por lo cual no se puede establecer un plan estructurado de manera general para aplicar un proyecto de lean six sigma en una IES.

En consecuencia, de la preocupación originada por el excesivo lead time en los procesos de admisión, (Aspajo et al, 2017) implementó un software de información que fuera capaz de controlar de manera eficiente el proceso de matrículas de la Universidad Peruana de las Americas, aplicando la metodología RUP (Rational Unified Process), que es un agente sistémico que se adapta a cada contexto y las necesidades que se tiene. Con esta implementación se pudo obtener una solución que programe diferentes secciones de horarios de acuerdo a la disponibilidad de los alumnos y así, concluyeron que la correcta aplicación del software trae como resultados la agilización en el proceso de matrículas, lo que asegura que más personas se puedan matricular. Se considera que faltó proponer una técnica para la comparación de los costos mediante la cual se evidencie que tan alto fue la

inversión relacionado al proceso anterior, con la finalidad de analizar la rentabilidad del software y conocer la Tasa de Interna de Retorno.

Se puede considerar ahora la utilización de la simulación de sistemas enfocado al sector de los servicios para resolver la problemática de asignación de recursos y toma de decisiones en el proceso de inscripciones, como lo hizo (Taddei et al, 2013). Ellos encontraron el número óptimo de servidores requeridos en los subprocesos involucrados, sin comprometer la calidad del servicio. De esta manera, obtuvieron una reducción significativa en el tiempo que un aspirante tarda para realizar su inscripción a la universidad.

Existen numerosos estudios orientados a los procesos de calidad en la industria manufacturera. Más implementación de sistemas de gestión de calidad no se trata solamente de esta área y, lo planteado para instituciones de educación superior son inadecuados y desactualizado teniendo en cuenta la constante evolución a la que están expuestos los procesos académicos. (Mehmet et al, 2016) examina la situación de la gestión de la calidad en las instituciones de Educación Superior de un país en desarrollo, Turquía. Utilizan un conjunto de datos relativamente grandes (241 facultades e institutos). Diseñaron un cuestionario el cual fue difundido entre los administradores de todas las facultades e institutos de universidades turcas. Los resultados indicaron que a pesar que han mostrado signos de mejora durante los últimos años, aun queda mucho por intervenir. En futuros estudios, se podría realizar un análisis comparativo de la gestión de la calidad con otras universidades de países desarrollados. Además, sería válido incluir países en vía de desarrollo.

A nivel gerencial, (Vergel & Martínez, 2015) diseñaron e implementaron una estrategia Seis Sigma en la gestión de procesos de la Vicerrectoría de Bienestar Universitario de la Universidad Francisco de Paula Santander. Como resultados obtenidos se destaca la percepción de mejoramiento continuo, mejoras en capacidad de procesos, efectividad del 99.9% en variables de medición, estandarización de procesos y, mejora en los niveles de satisfacción de la comunidad académica y administrativa. Esto lo hicieron siguiendo el enfoque según Lean Six Sigma utilizando herramientas de diagramación, análisis descriptivo y multivariado, jerárquico, estudios de capacidad, análisis de sistema de medición, diseño de experimentos, prueba de errores y cuadros de control. No obstante, no evaluaron la pertinencia de la investigación, es decir, no tuvieron en cuenta las metas organizacionales de la Vicerrectoría de Bienestar.

Algo semejante ocurre con el proyecto de investigación de (Choez & Mariño, 2017), donde se presenta una propuesta de mejora de los procesos administrativos en la Secretaría de la facultad de Ciencias Administrativas de la Universidad de Guayaquil, involucrando archivología y atención a los usuarios, mediante el uso de la herramienta Six Sigma. Primero, identificaron los procesos administrativos actuales que se realizan en la Secretaría de la Facultad y se realizó un diagnóstico de la situación actual. Luego, elaboraron un diseño metodológico enfocado a la reducción de nivel de defectos o errores que se componía por una categorización de las variables operacionalizadas donde se añade hipótesis e indicadores, encuestas realizadas a los empleados y análisis de la satisfacción del servicio. Aunque cumplen con el objetivo general relacionado con la presentación de la propuesta, sería conveniente que el proyecto presentara una etapa final de implementación que permita comparar los resultados antes y después de la aplicación.

Asimismo, (Couto da Silva et al, 2017) presenta un artículo donde explica la importancia de la planificación estratégica en las instituciones de educación superior, junto con la evaluación de desempeño y gestión de procesos. Para validar esta posición llevaron a cabo una revisión de literatura referente al tema con lo que concluyeron que en la ejecución de la planeación estratégica es necesario direccionarla al conocimiento que aportan la IES y tomarla como elemento de mejora continua. Entre los resultados, encontraron barreras que interrumpen el flujo normal de las operaciones administrativas y académicas, tales como la autonomía de los departamentos, la descentralización, heterogeneidad en la operación de los departamentos. El autor señala que para lograr mayor eficiencia se debe incrementar el compromiso desde la alta gerencia, definir una estrategia clara que se encuentre al conocimiento de todos los involucrados, buena comunicación y la participación activa de los stakeholders.

Llegados a este punto, resulta interesante entrelazar el estudio de (Couto da Silva et al, 2017) mencionado anteriormente y (Navarro et al, 2017) quien presenta un artículo donde explica claramente la metodología e implementación de Six Sigma, debido a que al aplicar esta metodología en instituciones de educación superior se busca lograr una excelencia a través de la planeación estratégica, evaluación de rendimiento y gestión de procesos. En este sentido, la metodología Six Sigma, lleva a medir y analizar los datos de todos los procedimientos que realizan las instituciones, de tal manera, que permita ofrecer oportunidades de mejorar la calidad a través de los resultados que se arrojan mediante el análisis.

Es preciso mencionar la propuesta de trabajo (Mehrabi, 2012) donde investiga el papel de Six Sigma en la calidad educativa en la organización. La investigación comprende

una revisión y examen de la evolución, beneficios y desafíos de la metodología Six Sigma. Posteriormente presenta factores claves que influyen en la implementación exitosa. Como resultado se destaca el hecho de asegurar que las aplicaciones más completas de la metodología se dan cuando existe una participación de la gerencia, compromiso organizacional, cambio cultural y administración efectiva. Además, señala que se han implementado enfoques de Six Sigma para aumentar el rendimiento general de diferentes sectores empresariales. Asimismo, la calidad de la educación hace referencia al grado que un sistema puede cumplir con los objetivos de conocimiento y habilidad de desarrollo. Por consiguiente, mejorar la calidad implica aumentar la cantidad de lo aprendido.

La gestión de la calidad es un factor importante en el desarrollo sostenible de las Instituciones de Educación Superior. (Hajrizi, 2012) En un artículo publicado muestra las ventajas de aplicar sistemas de gestión de calidad avanzada en una institución de educación superior, así como la posibilidad de implementar las mejores prácticas con estándares internacionales desarrollados en la industria. El autor plantea que la aplicación de sistemas de gestión de calidad, modelo de excelencia e ISO 9001, ayuda a la creación de conocimiento sostenible, crecimiento económico y desarrollo social en las IES. Lo anterior, partiendo de los resultados obtenidos en University for Business and Technology, de la cual se creó una lista de chequeo que valida los criterios internacionales para medir la calidad en la institución en los diferentes aspectos. Por consiguiente, es recomendable la socialización y divulgación oportuna para promover la competitividad de las instituciones.

Muchos autores afirman que es posible la integración de metodología Six Sigma con sistemas de gestión de la calidad. (Andina & Sarbu, 2014) Establece la forma en la que se aplica six sigma integrado con el modelo ISO 9000 en la educación superior para el

desarrollo y mejora continua. Señalan que un enfoque sinérgico creado mediante el análisis y el uso simultáneo de los beneficios de Six Sigma e ISO 9000 juegan un papel significativo para el éxito de una institución. Entre los resultados obtenidos, cabe destacar la compatibilidad de la metodología basada en mejora de procesos con el modelo normativo. Sin embargo, no plantean un plan de control que asegure la supervisión de las medidas adoptadas con la integración de la metodología six sigma e ISO 9001 para la reducción de defectos en los procesos relacionados con los servicios educativos.

Por otra parte, teniendo en cuenta que un tiempo de ciclo prolongado afecta significativamente la percepción de calidad del servicio, (Vergara & Quesada, 2011) propone el uso de un modelo de ecuaciones estructurales para determinar la calidad en el servicio ofrecido en la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Cartagena, a través de una combinación adecuada del modelo Oh con la escala de medición del modelo SERVQUAL. Como resultado de la investigación, obtienen un diagnóstico general de las variables que mayor influencia incurre sobre la evaluación de los niveles de satisfacción del estudiante y la motivación de continuar recomendando su institución a otros interesados. Pese a que a los resultados generados fueron positivos acorde con los objetivos planteados, cabe destacar la significancia de añadir la variable latente tiempo de atención dentro del análisis de los efectos totales en el modelo.

En este mismo orden, (Lopez & Garcia, 2015) aporta la concepción de Autoevaluación como base del mejoramiento continuo de las instituciones de educación superior debido a que a través de ella se detectan fortalezas, debilidades, áreas con potenciales oportunidades de mejora. Como resultado de la investigación, se determinó que la gestión de la calidad aporta criterios esenciales que posibilitan tener información asertiva

para la toma de decisiones en la búsqueda de la excelencia universitaria. Si bien en el artículo, el autor expone la importancia de los procesos de autoevaluación para alcanzar la excelencia, faltó proponer un modelo del cuestionario que integre todos los aspectos influyentes como el capital intelectual y eficiencia en el uso de los recursos. De esta manera, facilita la gestión de la calidad de los procesos que transcurren las universidades asumiendo una planeación estratégica del futuro que permita el control de los resultados.

Todas las investigaciones relacionadas en esta revisión literaria tienen como eje central la calidad de la educación superior, un tema que ha sido de preocupación en los últimos años. Los autores referenciados muestran que la calidad de la educación, no solo parte del ámbito netamente académico, sino de los distintos procesos que se evidencian a la hora de vincularse con una institución, principalmente los de orden administrativo como el de admisión en el que resalta la implementación de la metodología seis sigma, puesto que con ella se reflejan resultados de mejora continua y satisfacción del cliente (estudiante).

La ingeniería industrial es en última una rama de la ingeniería que agrupa todos los componentes de una empresa incluyendo el recurso humano para alcanzar resultados óptimos impulsando el mejoramiento continuo del sistema. Para este fin, utiliza herramientas orientadas a la calidad que buscan maximizar la eficiencia de los procesos.

A lo largo de los años el concepto de calidad ha tomado fuerza debido al gran impacto que tiene sobre las organizaciones incluyendo sus stakeholders. Es por esto, que es común encontrar en el interior de las empresas departamentos especializados en el estudio de la calidad con el objetivo de mantener las características del producto ofrecido o servicio prestado que satisfacen las necesidades de un público establecido. Igualmente, realizan labores de prevención de los problemas antes que aparezcan, de manera que la empresa cuente con la capacidad suficiente de responder oportunamente los requerimientos del cliente.

Ahora bien, es válido traer a colación el concepto de calidad acuñado por William Deming: *“Un grado previsible de uniformidad y confiabilidad a bajo costo y adecuado para el mercado”*. Asimismo, Deming defiende la reducción de las varianzas por medio de la mejora continua y el uso de métodos estadísticos para el control de calidad. De allí la importancia de convertir el pensamiento de calidad como eje central de los procesos que se lleven a cabo en una organización debido a que al combinarlo con programas de mejora como Seis Sigma se hace mayormente atractivo por sus efectos económicos.

Si bien es cierto, en todo proceso ya sea industrial o administrativo intervienen distintas interacciones entre los elementos (Las 6M: materiales, maquinaria, mano de obra, mediciones, medio ambiente y métodos). Dichas interacciones causan lo que se conoce como variabilidad que se refiere a la diversidad de los resultados finales. Cada una de las 6M aporta su propia variación, por lo tanto, es necesario el monitoreo constante de los procesos y el apoyo de herramientas estadísticas que proporcionen facilidad para la planeación, el análisis y la toma de decisiones.

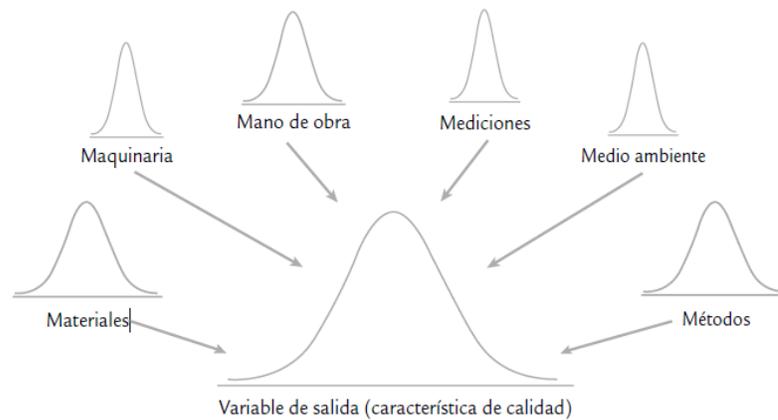


Figura 5 Variabilidad de un proceso

Fuente: (Gutierrez & De la Vara, Conceptos básicos de calidad, 2009)

2.3 Control de la calidad

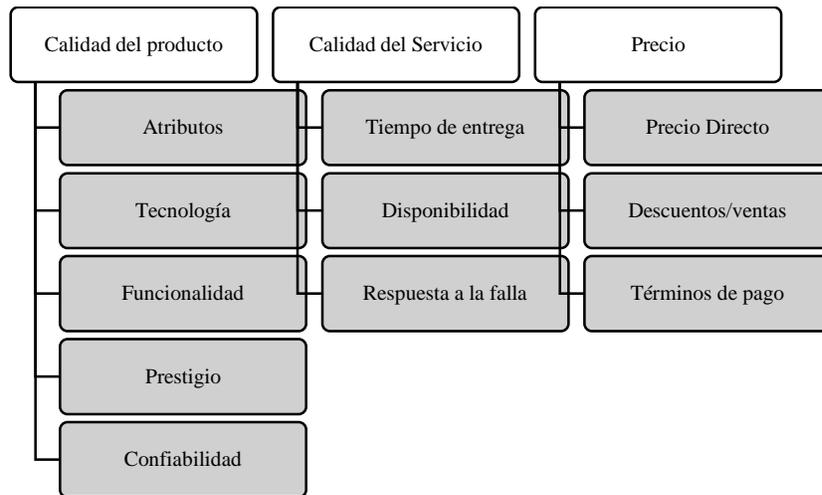


Figura 6 Factores de competitividad y satisfacción

Fuente: Elaboración propia

La competitividad de una empresa y la satisfacción del cliente están determinadas principalmente por tres factores: Calidad del producto, del servicio y precio.

De la figura 6 se puede inferir que se puede lograr mayor competitividad cuando se logra ofrecer mejor calidad a bajo precio y mediante un buen servicio. Igualmente, se destaca en la columna de calidad del servicio el componente de tiempo de entrega debido a que se hace necesario que el producto esté disponible en el instante en el que se necesita. El tiempo de entrega está relacionado con el tiempo de ciclo, que corresponde al tiempo que transcurre desde que el cliente realiza una solicitud inicial y a su vez, esta es transformada en requerimientos de materiales, órdenes de mantenimiento y de otras tareas, hasta que todo se convierte en un producto terminado en las manos del cliente. En este orden de ideas, el tiempo de ciclo refleja la capacidad logística que tenga la empresa, tanto en el flujo de mercancías como de información.

Anteriormente algunos autores pensaban que la calidad, precio y tiempo de entrega eran objetivos que podrían tratarse independiente sin detrimento de los otros dos.

Paulatinamente, su filosofía empresarial se basaba en que al mejorar la calidad de su producto automáticamente sus costos aumentarían. Sin embargo, debido a la evolución en la que se han envuelto las organizaciones se ha identificado que la calidad en todas las áreas y actividades influye de manera positiva en los tres factores críticos orientados a la competitividad. Cuando se tiene mala calidad hay equivocaciones y fallas de todo tipo, por ejemplo:

- Reprocesos, desperdicios y retrasos en la producción.
- Paros y fallas en los procesos.
- Inspección excesiva para evitar que los productos de mala calidad salgan al mercado.
- Problemas con proveedores.
- Más servicios de garantía.
- Clientes insatisfechos y pérdida de ventas.

La mala calidad no solo repercute en la cantidad de clientes insatisfechos sino también mayores costos porque implica cubrir los pagos del personal que realiza la inspección, los reprocesos y quienes se encargan de los servicios de garantía. En otras palabras, un proceso de mala calidad es errático, costoso, inestable y no se puede predecir. Los costos de la mala calidad pueden representar entre 25% y 40% de las ventas de una empresa.

Lo anterior demuestra la importancia del control de calidad que es el conjunto de actividad planificadas para que las especificaciones de calidad del producto se cumplan a cabalidad. (Gutierrez & De la Vara, 2009)

2.4 Cartas de Control

Es un método gráfico que se utiliza para observar el comportamiento con respecto a la variación de un proceso bajo diferentes indicadores de calidad. Es útil al momento de demostrar a los clientes la capacidad que tiene la organización para cumplir con los objetivos propuestos.

El objetivo básico de una carta de control es observar y analizar el comportamiento de un proceso a través del tiempo. (Gutierrez & De la Vara, 2009)

Las cartas de control realizan un registro gráfico que visualiza las variaciones que se presentan en la tendencia central y en la dispersión de un conjunto de observaciones sobre la calidad de determinada característica mostrando si el proceso está estable o no.

Se componen de dos líneas externas denominadas límites de control superior e inferior, los cuales facilitan el juicio sobre la variación de la característica estudiada. Al igual, que dos líneas más que corresponden a los límites de especificación, que son los límites admisibles de una característica de calidad de cada unidad individual del producto. (Besterfield, 2009)

Por otra parte, una carta de control es un método estadístico que permite distinguir la variación natural y la no natural. Esta última se da por la existencia de causas especiales

dada por circunstancias que no están de manera permanente en el proceso. Por lo general, requieren acciones correctivas por parte del personal cercano.

Este tipo de gráficas se usan para mejorar la calidad del proceso, determinar la capacidad de proceso, ayudar a determinar especificaciones efectivas, identificar el momento donde se necesitan ajustes e investigar las causas de la calidad inaceptable.

(Besterfield, 2009)

2.4.1 Interpretación de las cartas de control

Cuando un punto se ubica fuera de los límites de control o cuando los puntos graficados siguen un comportamiento no aleatorio, son señales que se ha detectado una causa especial de variación. Por el contrario, se afirma que un proceso se encuentra bajo control estadístico cuando sus puntos están dentro de los límites de control y fluctúan de manera aleatoria con tendencia a acercarse a la línea central. (Gutierrez & De la Vara, 2009)

Es importante destacar que cuando un proceso está bajo control, el productor y el consumidor mantienen ciertas ventajas prácticas.

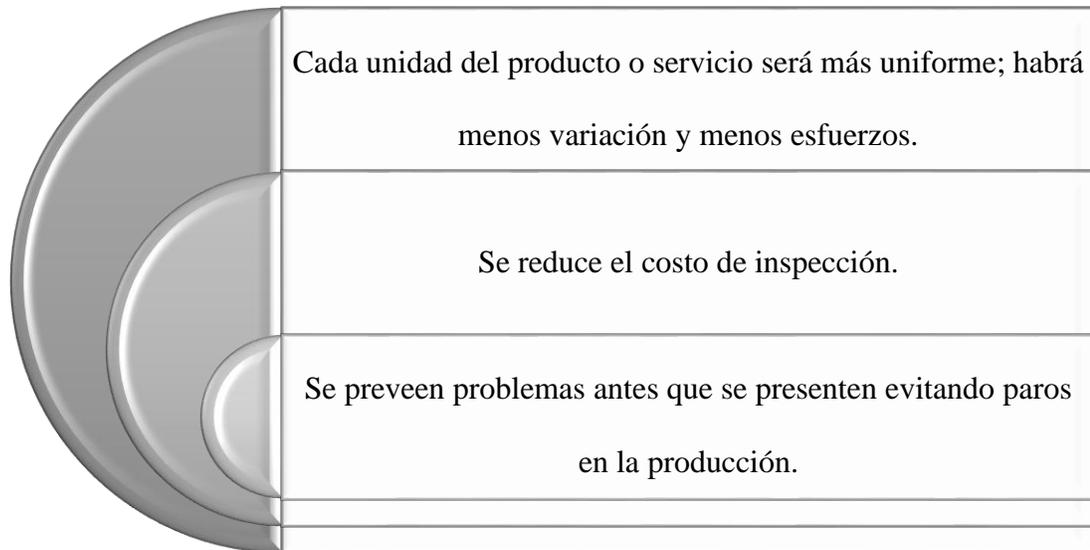


Figura 7 Ventajas de un proceso estable

Fuente: Elaboración propia

2.5 Herramientas genéricas de la calidad

Partiendo de la premisa que un sistema está conformado por procesos conectados entre sí coincidiendo en la existencia de la variación de cada uno y en la necesidad de reducirla, la estadística nutre esencialmente el análisis adecuado de los datos extraídos del estudio con la finalidad de mejorar su calidad, es decir, disminuir su variabilidad.

Las herramientas genéricas son utilizadas para analizar la realidad, presentar los resultados y a partir de estos tomar decisiones sobre el rumbo de la organización.

2.5.1 Diagrama de Pareto

El Diagrama de Pareto se utiliza para priorizar ciertas actividades que impulsen el control total de la calidad. Es un tipo de gráfica de barras que refleja la frecuencia relativa de problemas en un proceso ordenando las causas según su importancia de mayor a menor.

(Carro & Gonzalez, s.f)

El diagrama de Pareto ahorra la aplicación de esfuerzos al abordar todas las problemáticas al tiempo, sino que, con base con los datos y la información aportada por un análisis estadístico, se canalicen los esfuerzos hacia las causas que generen mayor impacto.

La utilidad general del diagrama está fundamentada por el llamado *Principio de Pareto*, conocido también como “Ley 80-20” o “Pocos vitales, muchos triviales”, en el cual se establece que pocos elementos (20%) generan mayor parte del efecto (80%). (Gutierrez & De la Vara, Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma, 2009)

Número de accidentes en un tramo de la carretera			
Causa principal del accidente	Numero de accidentes	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Exceso de velocidad	72	60%	60%
Peatones en la calzada	24	20%	80%
Sobrepaso prohibido	12	10%	90%
Falla técnica (frenos)	6	5%	95%
Conducir alcoholizado	4	3,3%	98,3%
Otros	2	1,7%	100%
Total	120	100%	

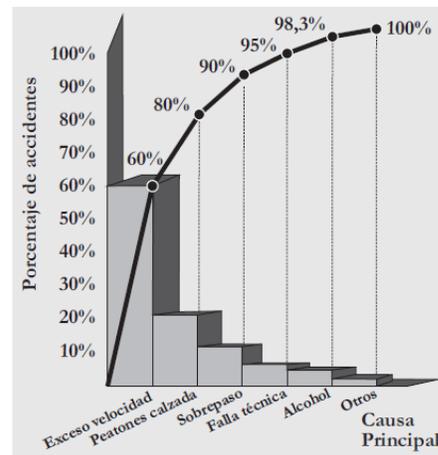


Figura 8 Diagrama de Pareto

Fuente: (Carro & Gonzalez, s.f)

2.5.2 Diagrama de Ishikawa (Causa y Efecto)

Es una técnica de análisis que ayuda a la solución de problemas, la cual permite identificar los factores que intervienen en la calidad del producto o servicio a través de una relación de causa y efecto. Por la estructura del diagrama también recibe el nombre de espina de pescado, en el que la espina dorsal es el camino que conduce a la cabeza donde se

coloca el problema que se espera analizar; las espinas o flechas que la rodean indican las causas y subcausas que lo provocan. (Gándara, 2014)

La importancia de este diagrama radica en que obliga a determinar todas las causas reales y potenciales de un suceso, evitando así buscar soluciones directamente sin establecer cuáles son las verdaderas causas que lo originan.

Para la construcción del diagrama de Ishikawa se pueden agrupar las causas potenciales en seis ramas principales (6M): métodos de trabajo, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente. Este método obliga a considerar muchos elementos asociados al problema debido a que se concentra en el proceso y no solo en el producto.

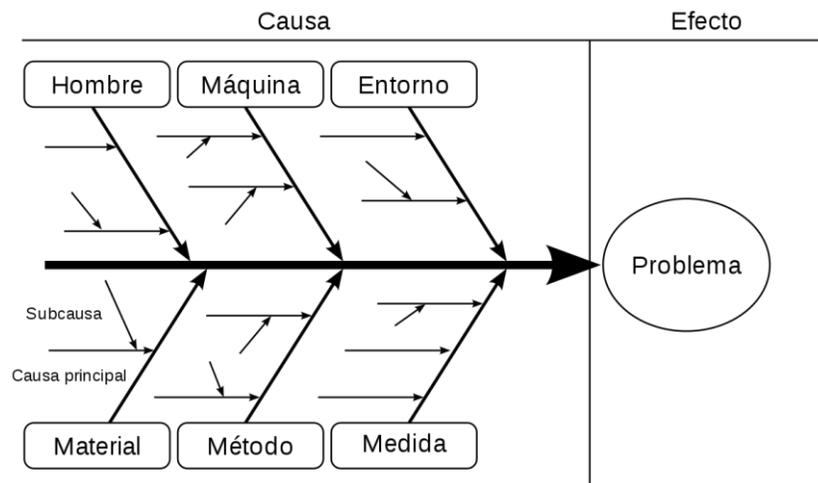


Figura 9 Estructura del Diagrama de Ishikawa

Fuente: (Gándara, 2014)

2.5.3 Diagramas de Dispersión

Los diagramas de dispersión facilitan la visualización de manera simple sobre cómo están distribuidos los datos en la muestra. (Cagnina, 2010) Igualmente, es una representación gráfica de la relación entre dos variables y se puede interpretar a través del análisis de regresión teniendo en cuenta su forma.

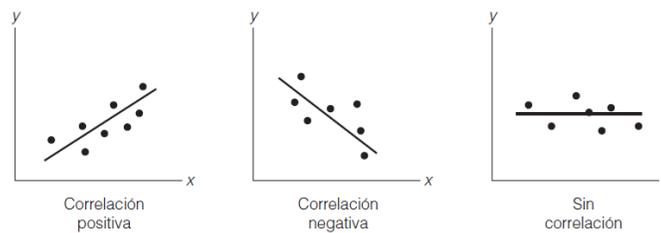


Figura 10 Tipos de correlación

Fuente: (Cagnina, 2010)

Si la correlación es positiva, un incremento en la variable x se relaciona con un aumento en la variable y ; si la correlación es negativa, un incremento de la variable x se relaciona con un decremento en y ; y si la correlación es cercana a cero, las variables no tienen ninguna relación lineal. (Evans & Lindsay, Herramientas para la mejora de los procesos, 2008)

2.6 Programas de Mejora

La mejora continua de la calidad permite a las organizaciones alcanzar una posición competitiva. Los esfuerzos de la mejora de la calidad deben apuntar hacia la búsqueda constante de oportunidades para dicha mejora.

Cuando la filosofía de la empresa se basa en la mejora continua los planes de calidad se enfocan en la identificación de oportunidades novedosas y el desarrollo de un

sistema de medición que facilite esa acción, así como también los resultados de las actividades de mejoramiento de la calidad. (UNIT, 2009)

Se han identificado diferentes formas de mejorar continuamente, por ejemplo, controlar el desempeño en el proceso adoptando medidas como reducción de desperdicios y tiempo de ciclo; investigar qué actividades no agregan valor al producto o servicio para tratar de eliminarlos; aplicar benchmarking para incrementar la ventaja competitiva; conservar los avances para que no haya regresión; Por último, incorporar en las actividades futuras las estrategias implementadas. (Besterfiel, 2009)

2.6.1 Benchmarking

Es una técnica en la que una empresa evalúa su desempeño frente a su competencia, analizando los métodos para alcanzar sus niveles de rendimiento y utilizando la información obtenida para mejorar su propio desempeño. (American Society for Quality, s.f.)

Muchos autores como Vanegas y Angulo (2012) afirman que el Benchmarking incita a aprender de aquellos que pertenecen al sector competitivo con la finalidad de lograr mejoras significativas en los procesos de negocio y actividades donde se involucre al cliente.

2.6.2 Ciclo de la calidad (Ciclo PHVA)

Es una metodología estructurada por cuatro etapas para desarrollar proyectos de mejora el cual consiste en planear, hacer, verificar y actuar. Una forma práctica de llevar a cabo el ciclo PHVA es a través de ocho pasos que se describen a continuación:

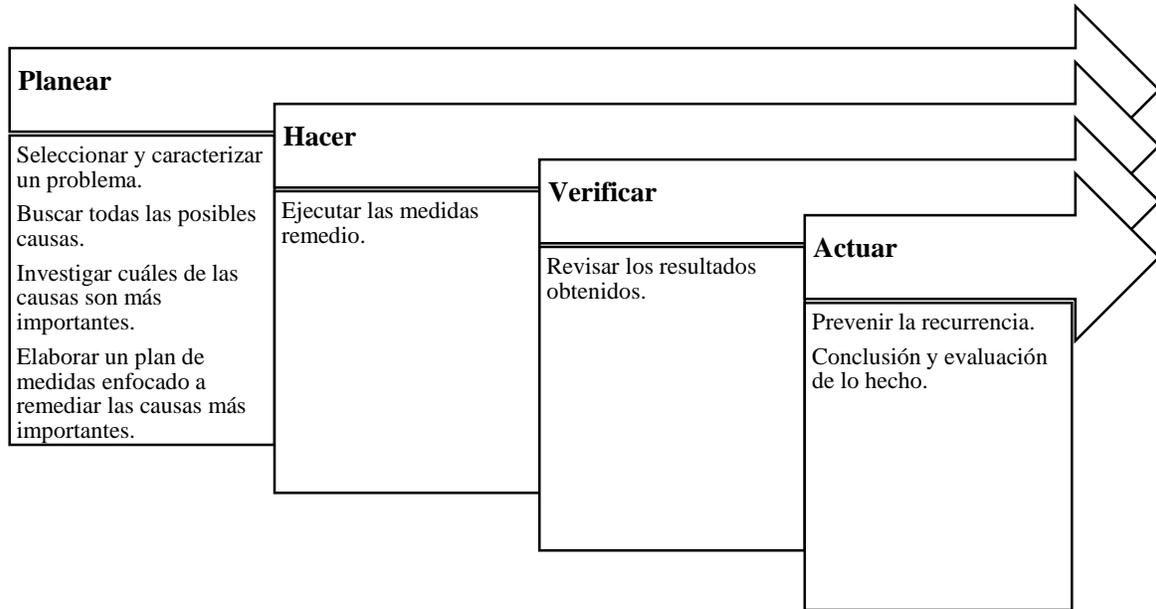


Figura 11 Ocho pasos en la solución de un problema.

Fuente: Elaboración propia

1. *Seleccionar y caracterizar el problema:* En este paso se delimita el problema y se establecen los términos de su magnitud e importancia a través de datos estadísticos. Igualmente, es necesario conocer su impacto en el cliente (interno o externo). De esta manera, se define el objetivo del proyecto de mejora y se conforma el equipo que abordará el problema.
2. *Buscar todas las posibles causas:* Participan todos los involucrados a través de sesiones de lluvia de ideas o cualquier otro método que facilite la acción.

3. *Investigar las causas más importantes:* En esta etapa se elige de la lista de posibles causas detectadas, las más importantes, principalmente aquellas que estén fundamentadas en análisis estadísticos como el Diagrama de Pareto.
4. *Considerar las medidas remedio:* Se trata de elaborar un plan de medidas enfocado a remediar las causas más importantes. De esta manera, para cada acción, detallar en qué consiste, su objetivo y cómo implementarla; responsables, fechas y costos.
5. *Implementar las medidas remedio:* En este punto se prueba en pequeña escala de forma exacta las medidas acordadas.
6. *Revisar los resultados obtenidos:* Se verifican con datos estadísticos si las medidas remedio arrojaron resultados.
7. *Prevenir recurrencia del mismo problema:* Si las soluciones no dieron los resultados esperados, se debe analizar todo lo hecho y con base en esto empezar de nuevo. En caso contrario, si las soluciones dieron resultado, se debe buscar estandarizar la aplicación de las medidas remedio; acordar acciones que permitan prevenir la recurrencia del problema.
8. *Conclusión:* En este último paso se documenta todo el proyecto de mejora y se elabora una lista que incluya los beneficios indirectos que se lograron con el desarrollo del plan de mejora.

2.6.3 Six Sigma

Es un método que proporciona a las organizaciones herramientas para mejorar la capacidad de sus procesos comerciales. Genera aumento en el rendimiento y disminución en la variación del proceso, conduciendo a la reducción de defectos y la mejora en la calidad de los productos o servicios. (American Society for Quality, s.f.)

Seis Sigma es una estrategia de mejora continua enfocada al cliente; sigma (σ) es la letra griega que se usa para denotar la desviación estándar poblacional de un proceso. El nivel de sigmas que tiene un proceso es una forma de describir que tan bien la variación del proceso cumple las especificaciones o requerimiento del cliente. La meta de lograr procesos con una calidad Seis Sigma es que se generen como máximo 3.4 defectos por millón de oportunidades. Lo anterior se puede alcanzar a través de proyectos impulsados por la alta dirección de las organizaciones orientados a la eliminación de retrasos de productos, procesos y transacciones. (Gutierrez & De la Vara, 2009)

Además de un enfoque hacia los defectos, Six Sigma busca mejorar todos los aspectos de las operaciones. Incluye indicadores de tiempo de ciclo, variación de procesos, producción y procesamiento. La selección del indicador depende del alcance y objetivos del proyecto. (Evans & Lindsay, 2008)

La utilización de este método facilita examinar detalladamente los procesos repetitivos de las empresas basado en datos para llevar la calidad a niveles cercanos a la perfección enfocados principalmente en dar prioridad al cliente. Se manejan técnicas de estadística descriptiva, diseño de experimentos, índices de capacidad, simulación y gráficos de control. (Serna et al, 2011)

Este método utiliza una estructura robusta compuesta por 5 fases para la consecución de resultados: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar (en inglés DMAIC: Define, Measure, Analyze, Improve and Control).

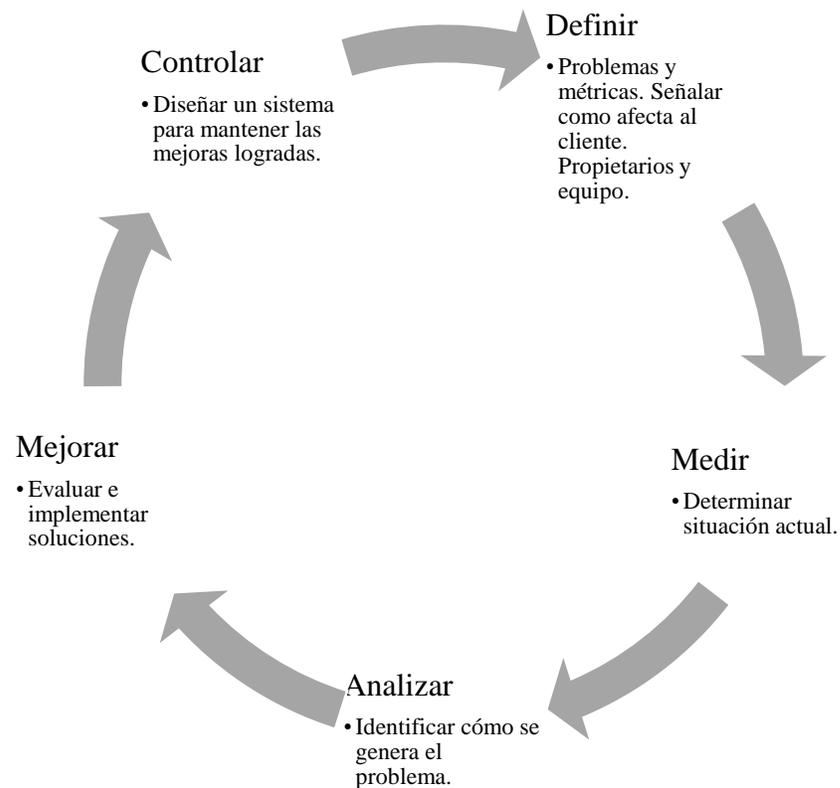


Figura 12 Ciclo DMAIC

Fuente: Elaboración propia

2.6.3.1 Etapas de un proyecto Six Sigma

1. Definir (D): Se delimita el proyecto y se establecen las bases que lo orientarán al éxito. Al final de la etapa se debe contemplar de forma organizada en un **Project Charter** el objetivo, las medidas que reflejen el rendimiento, alcance, beneficios y los responsables que estarán involucrados en la realización del proyecto. En este

punto, se deben seleccionar áreas de mejora que te cuenten con alto impacto como la reducción de defectos, mejora del flujo de un proceso o que se encuentre relacionado directamente con la satisfacción del cliente.

2. Medir (M): Se cuantifica la magnitud del problema que se aborda con el proyecto e identificar el nivel de calidad. Es recomendable tener en cuenta los índices de capacidad de proceso para conocer a nivel detallado la situación actual.
3. Analizar (A): Se identifica la(s) causa(s) raíz del problema entendiendo el origen y en lo posible añadir todos los datos que demuestren como se genera. Entre las herramientas de utilidad en esta fase se destaca, lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa, estratificación, cartas de control, los cinco porqués, etcétera.
4. Mejorar (M): En esta etapa se propone e implementa soluciones que ataquen las causas raíces identificadas y asegurarse que se corrija o reduzca el problema. La clave está en la propuesta de soluciones que atiendan la fuente del problema y no el efecto.
5. Controlar (C): Después de la fase de mejora, se diseña un sistema que facilite la permanencia de las propuestas implementadas y se cierra el proyecto. Esto implica la adaptación de todo el personal que participa en el proceso para que así las mejoras puedan soportar la prueba del tiempo. Por lo tanto, la importancia de establecer un sistema de control permite prevenir que los problemas iniciales se repitan, impedir que las ganancias obtenidas se olviden, mantener el desempeño del proceso e impulsar la mejora continua. En este sentido, se deben abordar las acciones de control en tres niveles:
 - Proceso: Acciones que aseguren las mejoras mediante cambios en la estructura del sistema.

- Documentación: Se busca trabajar en el desarrollo de nuevos documentos que faciliten la estandarización de las operaciones que componen el proceso.
- Monitoreo: Se determinan acciones enfocadas a la supervisión que el nivel de mejoras se siga manteniendo.

Al finalizar el proyecto se deben realizar jornadas de difusión. Además, documentar el historial de proyecto, resaltando los principales cambios y soluciones dadas para el problema. (Gutierrez, 2010)

2.6.4 Diseño de experimentos

El diseño de experimentos es una técnica empleada por primera vez en 1920 por Sir Ronald Fisher en Inglaterra en el sector agrícola en la mejora de la producción de patatas. Sus experiencias quedaron publicadas en su libro publicado en 1935 “*Design of Experiments*”. (Tanco et al., 2009)

El objetivo es determinar cuáles variables son parámetros críticos en un proceso o producto, a través del estudio del efecto de cada una sobre un valor objetivo. Se introducen cambios aleatorios al proceso mediante experimentos planeados y cuidadosamente estructurados. (Besterfiel, 2009)

Un experimento es una prueba o una serie de pruebas en las que se hacen cambios deliberados en las variables de entrada (X's) de un proceso o sistema para observar e identificar las modificaciones que pudieran darse en la respuesta de salida (Y's).

(Mosquera, s.f.)

En ingeniería, la experimentación juega un papel importante en el diseño de nuevos productos, el desarrollo de procesos de manufactura y el mejoramiento de procesos. En general, los experimentos son útiles para estudiar el desempeño de procesos y sistemas. (Montgomery, Estrategia de Experimentación, 2004)

Como bien se ha mencionado, el diseño de experimentos (DOE) ayuda a investigar los efectos de las variables de entrada (factores) sobre una variable de salida (respuesta) al mismo tiempo. El DOE se utiliza para identificar las condiciones del proceso y los componentes del producto que afectan la calidad, para luego construir la mejor combinación de factores que optimicen los resultados. (Minitab, s.f.)

La aplicación de las estrategias de experimentación puede producir beneficios como las mejoras en el rendimiento del proceso, variabilidad reducida y conformidad más cercana a los requerimientos específicos, reducción del tiempo de desarrollo y la reducción de los costos globales. (Montgomery, 2004)

2.6.4.1 Definiciones básicas del diseño de experimentos

En términos generales el diseño de experimentos es la aplicación del método científico con el objetivo de generar conocimientos acerca de un sistema o proceso, por medio de pruebas planeadas. Particularmente, un experimento se concibe como un cambio en las condiciones de operación de un sistema o proceso, con la finalidad de medir detalladamente el efecto del cambio sobre una o varias propiedades del producto como resultado del proceso. (Gutierrez & De la Vara, 2008)

En la ingeniería el diseño de experimentos se convierte en una herramienta de aplicación frecuente porque al facilitar el conocimiento del comportamiento de los productos bajo diferentes condiciones, permite la mejora de su desempeño e incluso, conlleva al éxito en la calidad de la industria.

En todo proceso intervienen distintos tipos de variables o factores como los que se muestran en la figura 13.

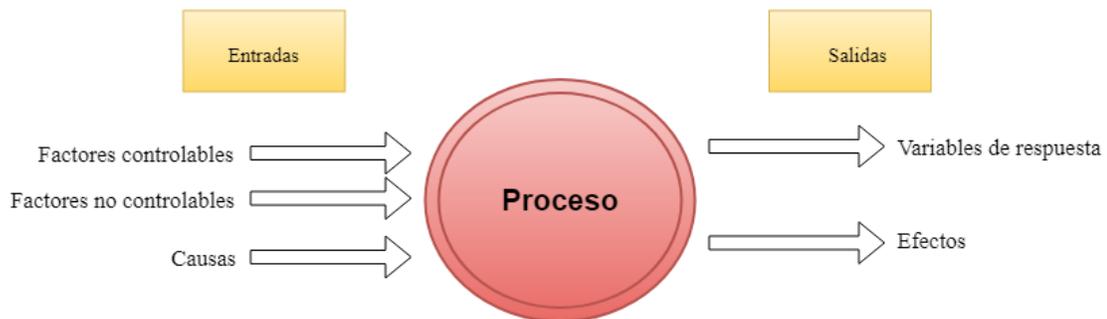


Figura 13 Variables de un proceso en diseño de experimentos

Fuente: Elaboración propia

- *Unidad experimental*: Es la pieza o muestra que se utiliza para obtener un valor que sea representativo del resultado del experimento.
- *Factores controlables*: Son variables del proceso que se pueden ajustar en un nivel de operación dado, lo cual hace posible que se pueda experimentar con ellos. También se les conoce como variables de entrada, condiciones de proceso, las x de un proceso o simplemente factores.
- *Factores no controlables*: Son características de materiales y métodos que no se pueden controlar durante el experimento. Por ejemplo, las variables ambientales (luz, humedad, temperatura, ruido, etc).

- *Factores estudiados:* Son las variables que se investigan en el experimento, respecto de cómo influyen en la variable de respuesta.
- *Variable de respuesta:* A través de esta variable se conoce el efecto o los resultados de cada prueba experimental. El objetivo de los estudios experimentales es encontrar la manera óptima de mejorar las variables de respuesta.
- *Niveles y tratamientos:* Los niveles corresponden a los diferentes valores que se asignan a cada factor estudiado en un diseño experimental. A su vez, la combinación de todos los factores estudiados se denomina tratamiento. En el caso de experimentar con un solo factor, cada nivel es un tratamiento.

Cuando se realizan estudios experimentales, un porcentaje de la variabilidad observada en la respuesta no se justificará por los factores estudiados. Esto ocurre debido al error aleatorio que actúa como un remanente de variabilidad generado por causas comunes o aleatorias. (Gutierrez & De la Vara, 2008)

2.6.4.2 Principios básicos del diseño de experimentos

Los tres principios básicos del diseño experimental son:

- Realización de replicas
- Aleatorización
- Formación de bloques

Por realización de réplicas se entiende la repetición del experimento básico. Este principio permite al experimentador obtener una estimación del error experimental, la cual se convierte en una unidad básica para determinar si las diferencias observadas en los datos son en realidad estadísticamente diferentes.

El principio de aleatorización es la pieza fundamental en el diseño de experimentos con el uso de métodos estadísticos. Es necesario asegurar que tanto la asignación del material como el orden en que se realizaran las corridas o ensayos individuales del experimento se determinaran al azar; De esta manera se evita introducir un sesgo sistémico que invalide los resultados.

La formación de bloques se utiliza para mejorar la precisión de las comparaciones que se hacen entre los factores de interés. Un bloque es un conjunto de condiciones experimentales relativamente homogéneas. (Montgomery, 2004)

2.6.4.3 Análisis de varianza simple: Experimentos de 1 solo factor

Es un tipo de diseño experimental en el que se prueban hipótesis acerca de medias y tratamientos de un factor con la finalidad de identificar su incidencia sobre una medida de desempeño determinada. (Ortiz, 2018)

Este tipo de diseños se utilizan cuando el objetivo es comparar más de dos tratamientos en cuanto a sus medias poblacionales y varianzas.

Desde el punto de vista estadístico, la hipótesis fundamental a probar cuando se comparan varios tratamientos es:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k = \mu$$

$$H_A: \mu_i \neq \mu_j \text{ para algún } i \neq j$$

La ecuación anterior decide si los tratamientos son estadísticamente iguales en cuanto a sus medias, frente a la hipótesis alternativa de al menos dos de ellos son diferentes. (Gutierrez & De la Vara, 2008)

Existe un método que facilita la prueba de la hipótesis de igualdad de las medias con un solo estadístico de prueba: Análisis de varianza ANOVA.

El análisis de varianza es una técnica estadística para analizar mediciones que dependen de varias clases de efectos con el fin de estimar los efectos y determinar cuáles efectos son importantes y requieren intervención. (Díaz, 2009)

Tabla 1

Datos de un experimento de un factor

Tratamiento (Nivel)	Observaciones				Totales	Promedio
1	y ₁₁	y ₂₁	...	y _{1n}	y ₁	\bar{y}_1
2	y ₁₂	y ₂₂	...	y _{2n}	y ₂	\bar{y}_2
...
A	y _{a1}	y _{a2}	...	y _{an}	y _a	\bar{y}_a

Fuente: Elaboración propia

Donde:

- y_i : Suma de todas las observaciones del tratamiento i -ésimo.
- \bar{y}_i : Promedio de las observaciones bajo el tratamiento i -ésimo.
- $y \dots$: Representa el gran total de las observaciones.
- $\bar{y} \dots$: Gran promedio de todas las observaciones.

La tabla de análisis de varianza resume el conocimiento al respecto de la variabilidad en las observaciones del experimento. En este punto, se tienen en cuenta los grados de libertad, los cuales son el número de elementos estadísticamente independientes. Durante el análisis de la varianza se dividen en dos las sumas de cuadrado total que la componen, una representa la variación entre los tratamientos y la otra el error experimental. (Kuehl, 2001)

El diseño experimental es un diseño netamente aleatorizado. Para probar las hipótesis, es válido suponer que los errores del modelo son variables aleatorias que siguen una distribución normal e independiente con media cero y varianza σ^2 . Igualmente, se debe suponer que las observaciones son mutuamente independientes. (Montgomery, 2004)

Tabla 2

Análisis de varianza para modelo de un factor

<i>Fuente de variación</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrado medio</i>	<i>F_o</i>
<i>Entre los tratamientos</i>	$SS_{Tratamientos} = n \sum_{i=1}^a (\bar{y}_i - \bar{y}_{..})^2$	$a - 1$	MS_{Tratam}	$F_o = \frac{MS_{Tratamientos}}{MS_E}$
<i>Error (dentro de los tratamientos)</i>	$SS_E = SS_T - SS_{Tratamientos}$	$N - a$	MS_E	
<i>Total</i>	$SS_T = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_{..})^2$	$N - 1$		

Fuente: Elaboración propia

El objetivo del análisis de varianza es probar la hipótesis de igualdad de los tratamientos con respecto a la media de la determinada variable de respuesta.

$$H_o: \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_k = 0$$

$$H_A: \tau_i \neq 0 \text{ para algún } i$$

Donde τ_i es el efecto del tratamiento i sobre la variable de respuesta. En el caso de aceptar H_o se confirma que los efectos sobre la variable de respuesta de los k tratamientos son estadísticamente nulos. Si por el contrario esta hipótesis es rechazada se estaría afirmando que al menos un efecto es diferente de cero. (Gutierrez & De la Vara, 2008)

Igualmente, frente a la decisión de si aceptar o rechazar la hipótesis nula, se utiliza la distribución de Fisher y el estadístico de prueba como el F_o (F observado) y el F_t (F

teórico). De manera alternativa, podría usarse las tablas de la distribución F para hallar el valor P de acuerdo con el nivel de significancia para tomar una decisión.

2.6.4.4 Verificación de la adecuación del modelo

Después de obtener los resultados y las conclusiones del análisis de varianza, es importante asegurar que el modelo aplicado satisfaga ciertos supuestos mediante el examen de los residuales donde se busca detectar si existen dentro del conjunto de datos valores atípicos, si la variabilidad de los errores de la muestra no es constante o bien, si hay evidencia de que la distribución de los errores se desvíe con respecto a la normalidad.

(Domínguez & Castaño, 2016)

Tabla 3

Supuestos básicos del ANOVA

Normalidad	Independencia o aleatoriedad	Homocedasticidad o Igualdad de varianzas
<ul style="list-style-type: none"> • Los puntos tienden a alinearse como una línea recta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Al graficar los puntos no se debe detectar tendencia o patrones no aleatorios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los puntos se distribuyen de forma aleatoria en una banda horizontal.

Fuente: Elaboración propia

- Normalidad

Para verificar el cumplimiento de este supuesto es válido hacer uso de la gráfica PP-PLOT. Si los residuales siguen una distribución normal, al trazar la gráfica los puntos quedan alineados en una línea recta. El análisis de varianza tolera moderadas desviaciones, por lo tanto, no se requiere perfección en el ajuste a la línea recta para el cumplimiento del supuesto. (Gutierrez & De la Vara, 2008)

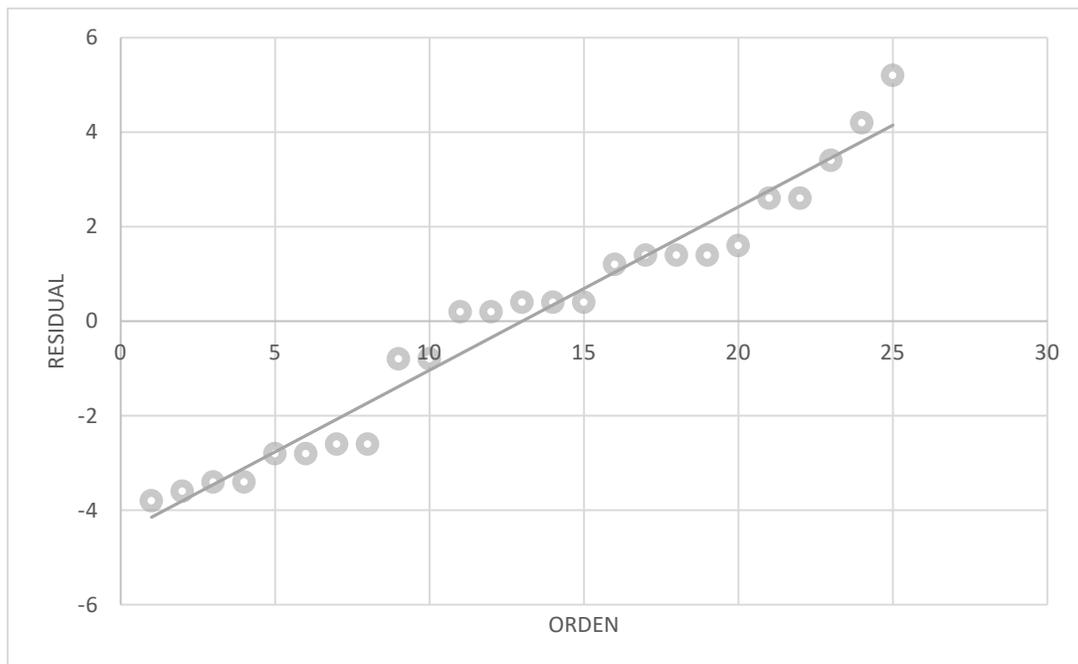


Figura 14 Ejemplo de gráfica para normalidad de residuales

Fuente: Elaboración propia

- Independencia o aleatoriedad

Este supuesto puede verificarse si al momento de graficar el orden en el que se colectó un dato frente a su residual, no se detecta una tendencia o patrón no aleatorio claramente definido. En caso de presentarse evidencia una correlación entre los errores y, por ende, el supuesto de independencia no se cumple. La

violación de este supuesto indica que deficiencias en la planeación y ejecución del modelo.



Figura 15 Ejemplo de gráfica de independencia de residuales

Fuente: Elaboración propia

- Homocedasticidad o igualdad de varianzas

Una forma de verificar que los tratamientos tienen la misma varianza es que al graficar los residuales, los puntos se distribuyan aleatoriamente sobre la banda horizontal sin necesidad de un patrón de comportamiento. En contraste, cuando se identifica una tendencia y forman como un embudo o una corneta, es señal del no cumplimiento del supuesto.

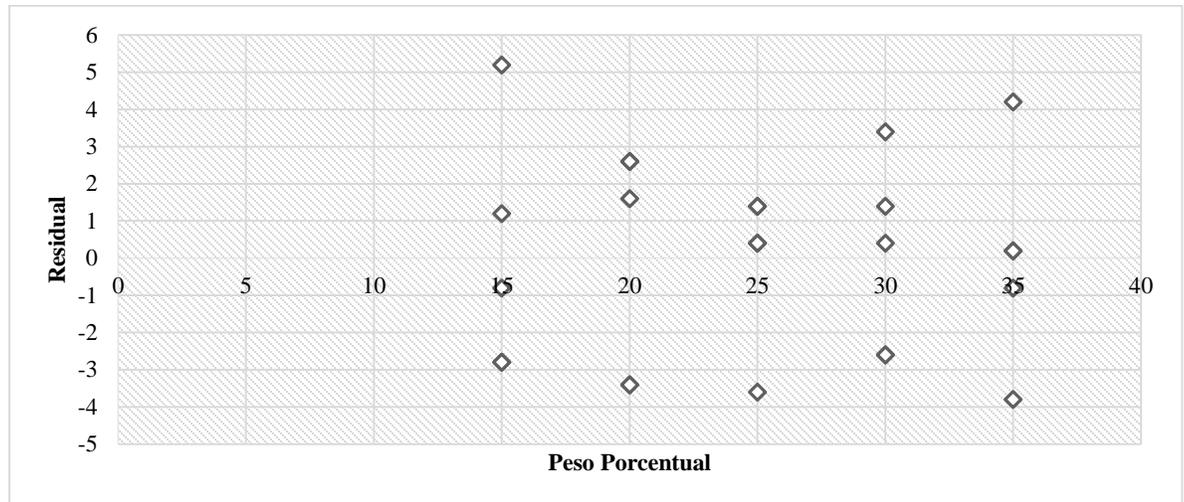


Figura 16 Ejemplo de gráfica de homocedasticidad de residuales

Fuente: Elaboración propia

2.6.5 Simulación de procesos

Antes de estudiar las aplicaciones de la simulación de procesos es válido traer a colación la definición aportada por el economista Thomas Naylor: “*Simulación es una técnica numérica para realizar experimentos en una computadora digital. Estos experimentos comprenden ciertos tipos de relaciones matemáticas y lógicas, las cuales son necesarias para describir el comportamiento y la estructura de sistemas complejos del mundo real a través de largos periodos de tiempo*”. (Coss Bu, 2003)

La simulación se ha convertido en una herramienta de apoyo para el análisis del comportamiento de los procesos para conocer su estado actual y proyectar posibles mejoras a implementar con la finalidad de detectar si es factible. Es importante mencionar que a través de la simulación de procesos se obtienen beneficios como el ahorro de costos por cometer errores en el sistema real y facilita la comprensión del sistema porque crea una visión general de la operación

En consecuencia, se ha utilizado en los negocios para solucionar problemas operativos complejos y como complemento de Six Sigma, sobre todo en lo concerniente a mejoras en el servicio a clientes, reducción del tiempo de ciclo y reducción de la variabilidad.

Un modelo de simulación está compuesto por diferentes conceptos básicos, entre los que cabe mencionar:

- Sistema: Conjunto de elementos que se encuentran interrelacionados y funcionan como un todo.
- Entidad: Representan las entradas al sistema.
- Atributo: Propiedades de las entidades.
- Recursos: Elemento que proporciona servicio a entidades.
- Demora: Tiempo indefinido de espera de las entidades.
- Variables: Son condiciones cuyos valores se crean y modifican de acuerdo con operaciones matemáticas y relaciones lógicas.

Existen diferentes modelos de simulación que permiten representar situaciones reales de diferentes tipos. Los modelos continuos son aquellos en los que las relaciones de las variables que componen el sistema están dadas por ecuaciones diferenciales, debido a que estas arrojan el comportamiento de las variables en un lapso. Por otra parte, los modelos discretos centran el interés del análisis del comportamiento en un punto determinado. Por ejemplo, si se hace un muestreo del número de personas que llegan a un banco en un lapso específico, es posible simular esta variable a través de ecuaciones ligadas a distribuciones de probabilidad. (Garcia & Garcia, 2006)

2.6.5.1 Etapas de un proyecto de simulación

- **Formulación del problema:** Se definen los objetivos del proyecto de forma precisa, razonable, comprensible y medible.
- **Diseño del modelo conceptual:** Se especifica el modelo a partir de las características de las variables del sistema que se quiere estudiar teniendo en cuenta sus interacciones en el marco de los objetivos definidos.
- **Recolección de datos:** Identificar, recoger y analizar los datos necesarios para el estudio. Es recomendable que la información responda a las siguientes preguntas: ¿Cuál es la fuente?, ¿Cuándo se obtuvo el dato?, ¿Hay suficientes datos o son excesivos?
- **Construcción del modelo:** Generar el modelo de simulación partiendo del diseño contextual y de los datos.
- **Verificación y validación:** Se comprueba que el sistema modelado se comporta como se espera y existe relación con el sistema real.
- **Análisis:** Analizar los resultados del modelo para detectar problemas u oportunidad de mejoras.
- **Documentación:** Plasmar en un escrito todo lo realizado adjuntando el reporte de resultados.
- **Implementación:** Con base a los resultados obtenidos ajustar las medidas determinadas a través de la toma de decisiones.

La importancia de llevar a cabo un proyecto de simulación cumpliendo cada una de las etapas descritas radica en que se puede tener una garantía razonable para la toma de

decisiones estratégicas u operacionales basándose en los resultados obtenidos. Por lo tanto, el proyecto presentado debe ser creíble y permitir la reutilización del modelo con la inclusión de modificaciones para trabajos futuros. (Piera, 2004)

Capítulo III

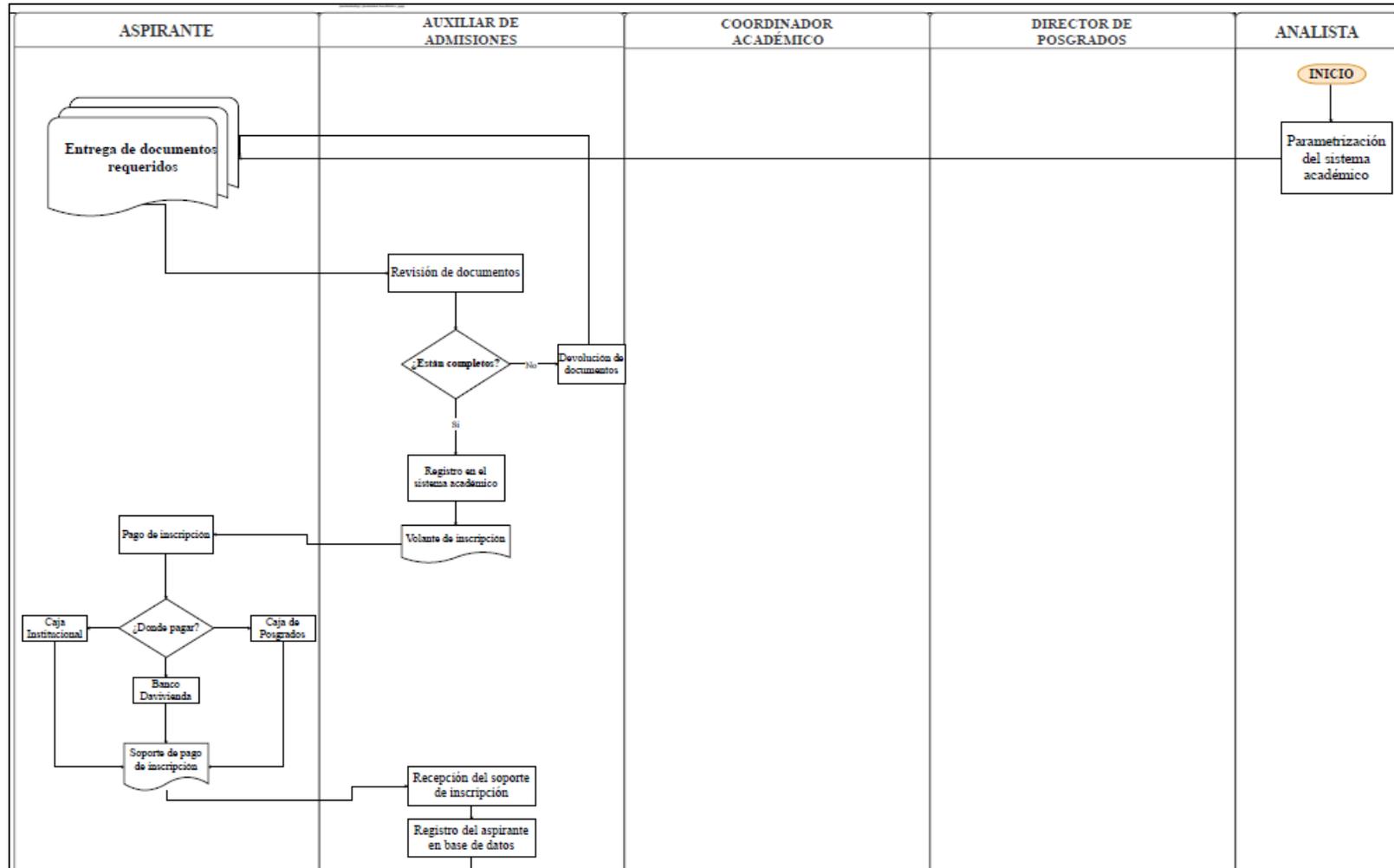
Desarrollo metodológico

3.1 Descripción del proceso de admisión

1. Parametrización del sistema para la apertura del periodo de inscripciones y matrículas.
2. El aspirante entrega los documentos requeridos al auxiliar de admisiones de posgrados.
3. Se inspecciona que los documentos estén completos. Si están completos se continua el proceso, sino se devuelven los documentos al aspirante.
4. Registro de inscripción en el sistema académico para generar el volante de pago de inscripción, este es entregado al aspirante para que sea cancelado. El valor en el volante de pago de inscripción debe ser establecido para el periodo vigente.
 - 4.1 Si es Egresado: Se digita la cédula y el código de verificación
 - 4.2 Si es Egresado de Otra Institución de Educación Superior: Se digitan todos los datos
5. El auxiliar de admisiones entrega el volante de inscripción al aspirante.
 - 5.1 El aspirante tiene 3 opciones para realizar el pago de inscripción
 - 5.1.1 Banco Davivienda
 - 5.1.2 Caja de Posgrados
 - 5.1.3 Caja principal de la Institución

5.2 Envío de soporte de pago a los auxiliares de admisión

6. El auxiliar de admisiones registra los datos del aspirante en una base de datos periódica en Excel
7. El auxiliar de admisiones envía la solicitud de entrevista al coordinador académico correspondiente al programa elegido por el aspirante.
8. El coordinador académico contacta al preinscrito en su programa y agenda un encuentro de acuerdo con la disponibilidad. El coordinador académico realiza el proceso de evaluación: Entrevista y Prueba de conocimientos.
9. El coordinador académico diligencia el formato de informe de admisión de acuerdo con lo observado durante el encuentro con el aspirante.
10. El auxiliar de admisiones recibe e inspecciona el informe de admisión y lo dispone a visto bueno del Director de Posgrados.
11. El Director de Posgrados ratifica la admisión. Si es admitido se continúa el proceso, sino se envía el resultado de admisión inmediatamente.
12. El auxiliar de admisiones realiza la admisión y liquida el volante de matrícula.
13. El auxiliar de admisiones verifica si tiene beca y lo dirige al analista. Si no tiene beca envía el resultado de admisión.
14. El analista aplica la beca correspondiente y dirige el volante al auxiliar de admisiones.
15. El auxiliar de admisiones envía el resultado de admisión.



1

Figura 17 Diagrama SIPOC del proceso de admisión Parte I

Fuente: Elaboración propia

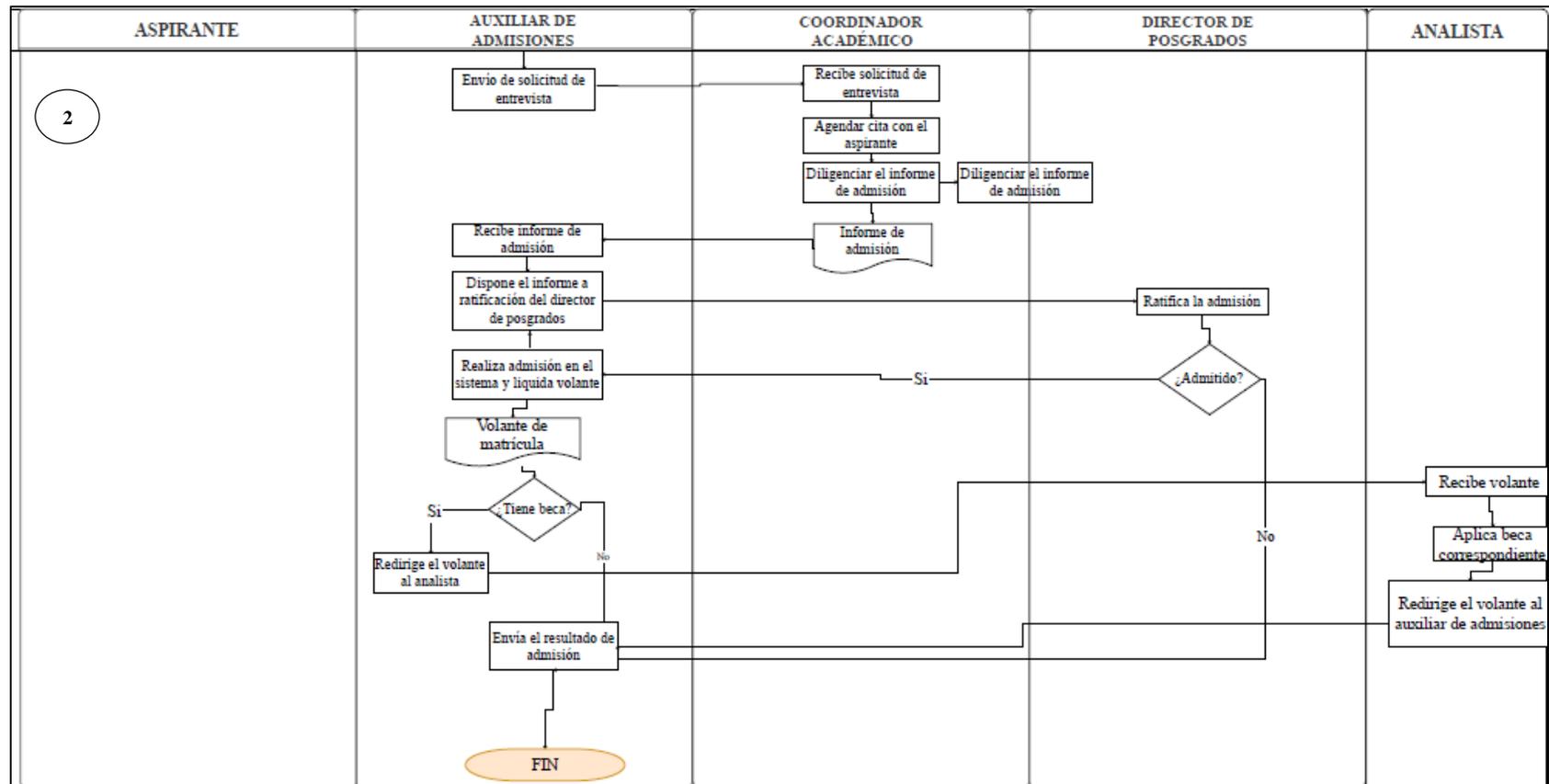


Figura 18 Diagrama SIPOC del proceso de admisión Parte II

Fuente: Elaboración propia

3.2 Aplicación de simulación de procesos

La simulación de procesos resulta ser una herramienta de apoyo para la toma de decisiones gerenciales puesto que representa de forma gráfica el ritmo en que se realizan las operaciones de un sistema.

Para el caso de estudio de la Institución de la Educación Superior, se realizará la simulación para el proceso de admisión basados en datos obtenidos del sistema y bases de datos de la institución, con los cuales se obtiene a través de la herramienta Input Analyzer del software ARENA las distribuciones de probabilidad a las cuales se asemejan a los tiempos obtenidos. Lo anterior permite que la simulación se fundamente en datos estadísticos reales y no en promedios o datos sesgados que alteren la toma de decisiones.

Teniendo en cuenta la insuficiencia de datos registrados en el Departamento de Posgrados, la simulación de procesos se efectuó en el periodo 2018S (Segundo semestre del año 2018). Durante este periodo en el registro del aspirante en la base de datos se añadió la fecha de recepción del informe de admisión, liquidación del volante y envío de este.

En este orden de ideas como primera medida se diseñó un modelo conceptual de la simulación tomando como base la descripción del proceso y añadiendo las distribuciones de probabilidad de cada procedimiento involucrado para luego programar en el software especializado ARENA. A partir de esta simulación se obtienen indicadores relevantes para la aplicación de las mejoras.

3.2.1 Modelo conceptual

En el proceso de admisión de postgrados ingresan 227 usuarios que desean hacer su inscripción y posible matrícula con una tasa de llegada diaria, la cual puede tener una concurrencia de personas que sigue una distribución $(0.5 + EXPO(2.3))$, estos entregan sus documentos y un auxiliar de admisiones los revisa e inspecciona que estén completos.

Esta revisión la puede realizar el auxiliar de admisiones 1 o 2 y tiene un tiempo que se asemeja a una distribución triangular UNIF $(0.99, 2)$ minutos, si los documentos están completos se realiza el Registro de inscripción en el sistema académico para generar el volante de pago de inscripción y entregarlo al aspirante para que lo cancele.

El valor en el volante de pago de inscripción debe ser establecido con anterioridad para el periodo vigente. Si el usuario no tiene los documentos completos, debe reunir todos los requerimientos y volver.

Si es Egresado: Se digita la cédula y el código de verificación de lo contrario si es Egresado de Otra Institución de Educación Superior: Se digitan todos los datos y seguido de esto generar el volante de inscripción del aspirante. El registro y entrega de volante se realiza en un tiempo que se asemeja a una distribución BETA con la siguiente expresión $4+2.4*BETA(1.41,1.38)$ minutos para los aspirantes externos. A su vez, en el caso de los egresados este proceso se realiza con una duración entre 1 y 2 minutos.

Tabla 4

Porcentaje del tipo de aspirante según la muestra estudiada

Tipo	Cantidad	Porcentaje
<i>Egresados</i>	43	19%
<i>Externos</i>	184	81%

Fuente: Elaboración propia

El aspirante tiene 3 opciones para realizar el pago de inscripción:

- Banco Davivienda
- Caja de Posgrados
- Caja principal de la Institución

Tabla 5

Porcentaje de utilización de las opciones de pago según la muestra estudiada

Opciones de pago	Cantidad	Porcentaje
<i>Caja de Posgrados</i>	93	41%
<i>Banco Davivienda</i>	56	25%
<i>Caja Principal</i>	78	34%

Fuente: Elaboración propia

Luego de cancelar el aspirante envía o entrega su volante cancelado. Por otra parte, en el sistema se debe reflejar el pago para poder continuar con el proceso. Si el estudiante no cancela o decide no hacer la inscripción termina el proceso. En paralelo el auxiliar de admisiones registra los datos del aspirante en una base de datos periódica en Excel y envía la solicitud de entrevista al coordinador académico correspondiente al programa elegido por el aspirante. Lo anterior sigue una distribución $TRIA(4.3,4.7,6.69)$.

El coordinador académico contacta al preinscrito en su programa y agenda un encuentro de acuerdo con la disponibilidad. Realiza el proceso de evaluación: Entrevista y Prueba de conocimientos. Luego de esto se encarga de diligenciar el formato de informe de admisión de acuerdo con lo observado durante el encuentro con el aspirante, todo este proceso es realizado por el coordinador del programa y se realiza en un tiempo que sigue una distribución $(-0.5 + LOGN(10.6, 18))$ días.

Al recibir el informe el auxiliar de admisiones lo inspecciona y lo dispone a visto bueno del Director de Posgrados. Esto se realiza el mismo día de recibir el informe al finalizar el turno, el director de posgrados da el aval el mismo día o al día siguiente y lo devuelve al auxiliar quien realiza la admisión en el sistema y liquida del volante de pago de matrícula.

El valor en el volante debe ser establecido para el período vigente. El tiempo desde que se recibe el informe y se genera el volante de matrícula sigue una distribución $(-0.5+LOGN(6.09, 7))$ días.

Por último, el auxiliar de admisiones envía el resultado de admisión por correo electrónico en un tiempo no mayor a 2 días.

3.2.2 Modelo generado en el Software ARENA

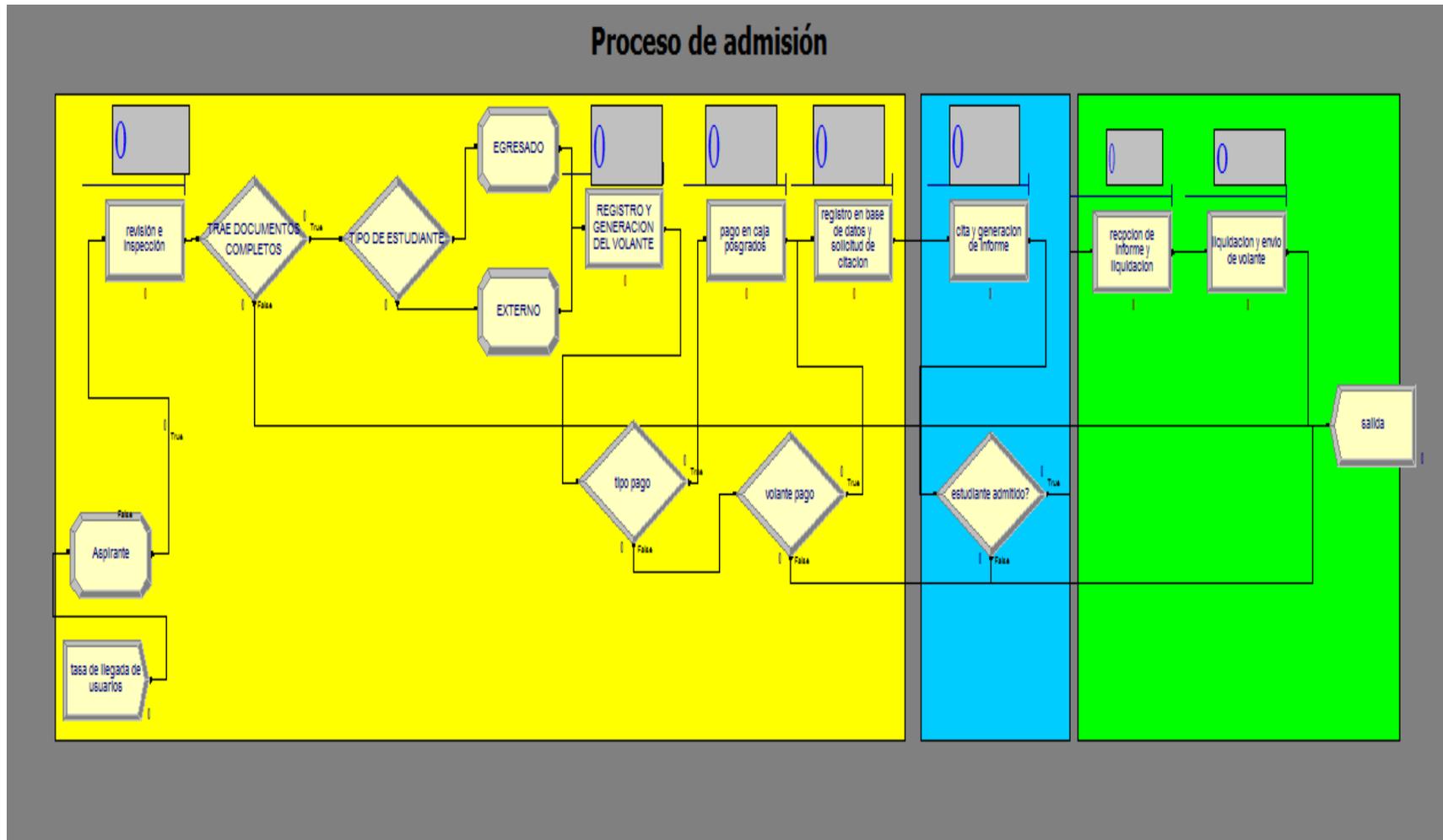


Figura 19 Diseño del modelo computarizado. Software ARENA

Fuente: Elaboración propia

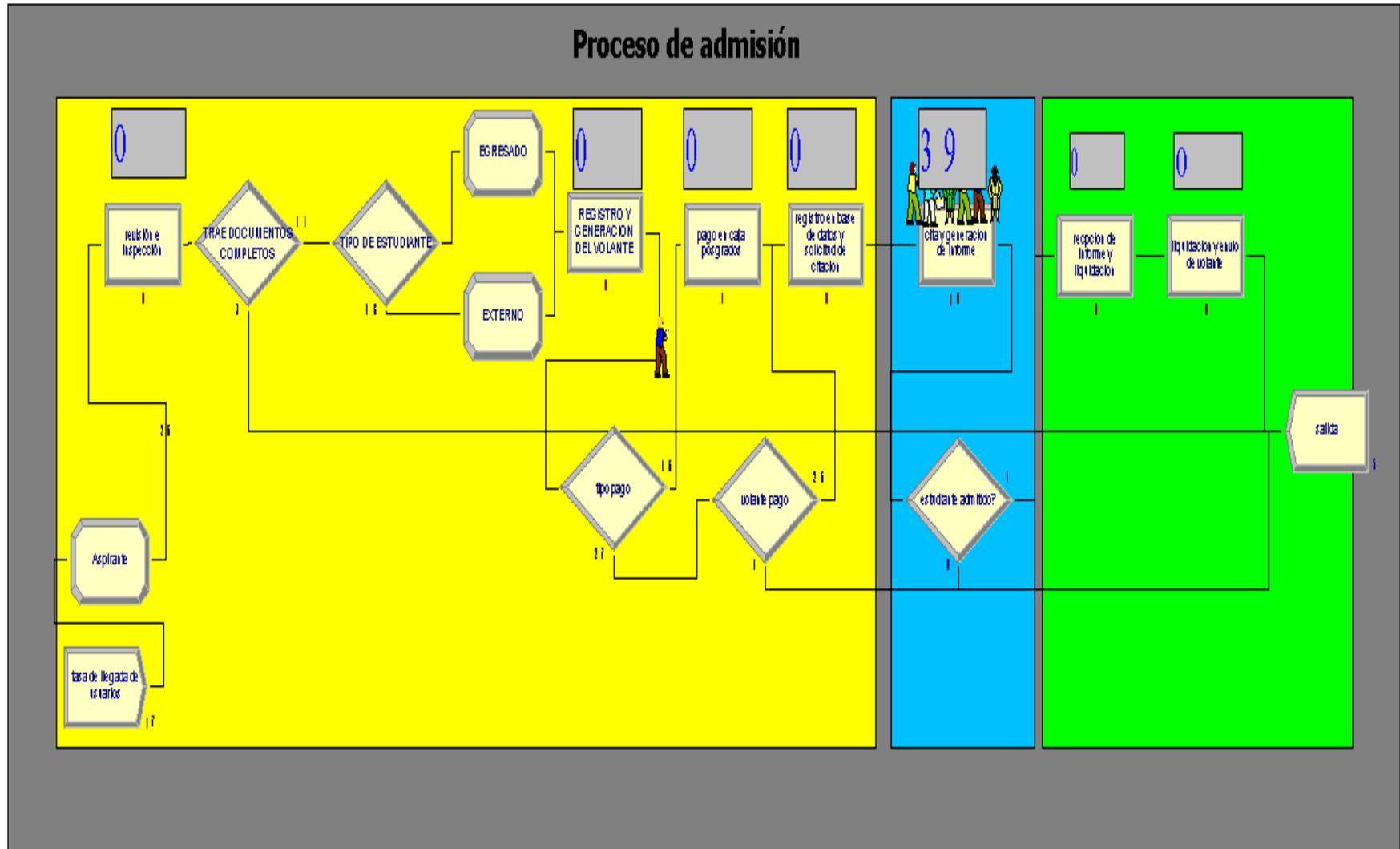


Figura 20 Corrida del modelo de simulación

Fuente: Elaboración propia

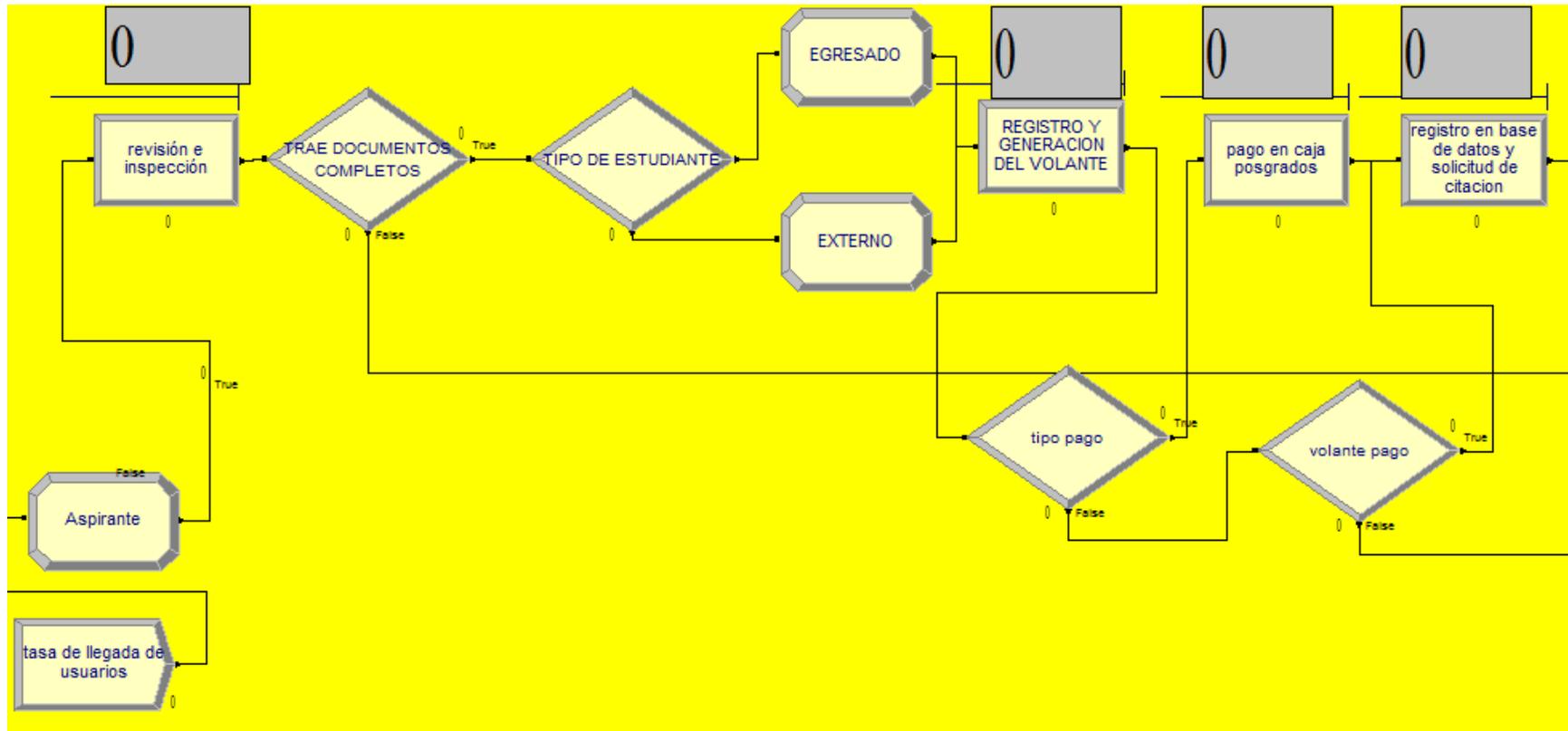


Figura 21 Modelo para el proceso de inscripción

Fuente: Elaboración propia

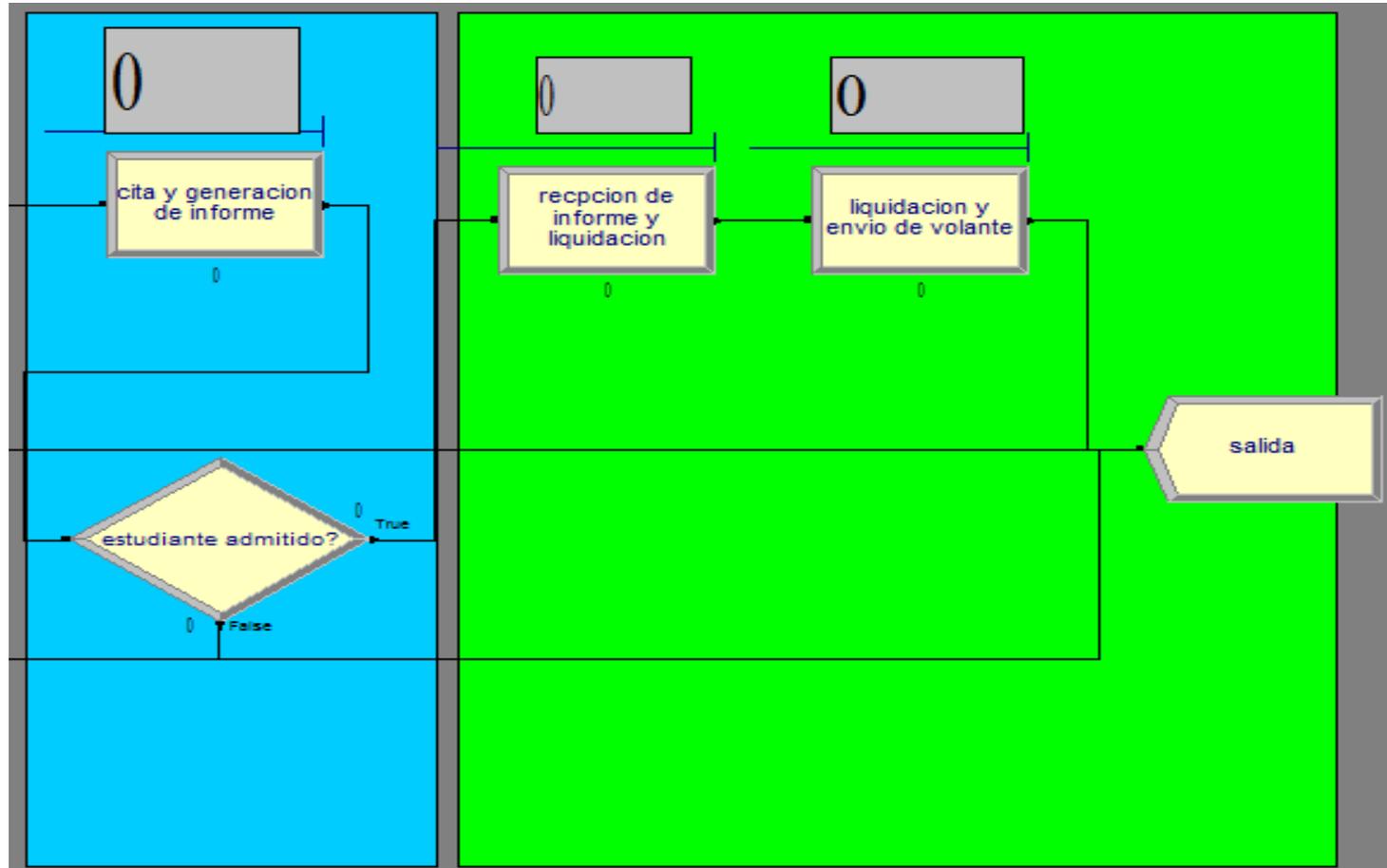


Figura 22 Modelo para el proceso de admisión y generación de volante de matrícula

Fuente: Elaboración propia

3.3 Aplicación de metodología Six Sigma

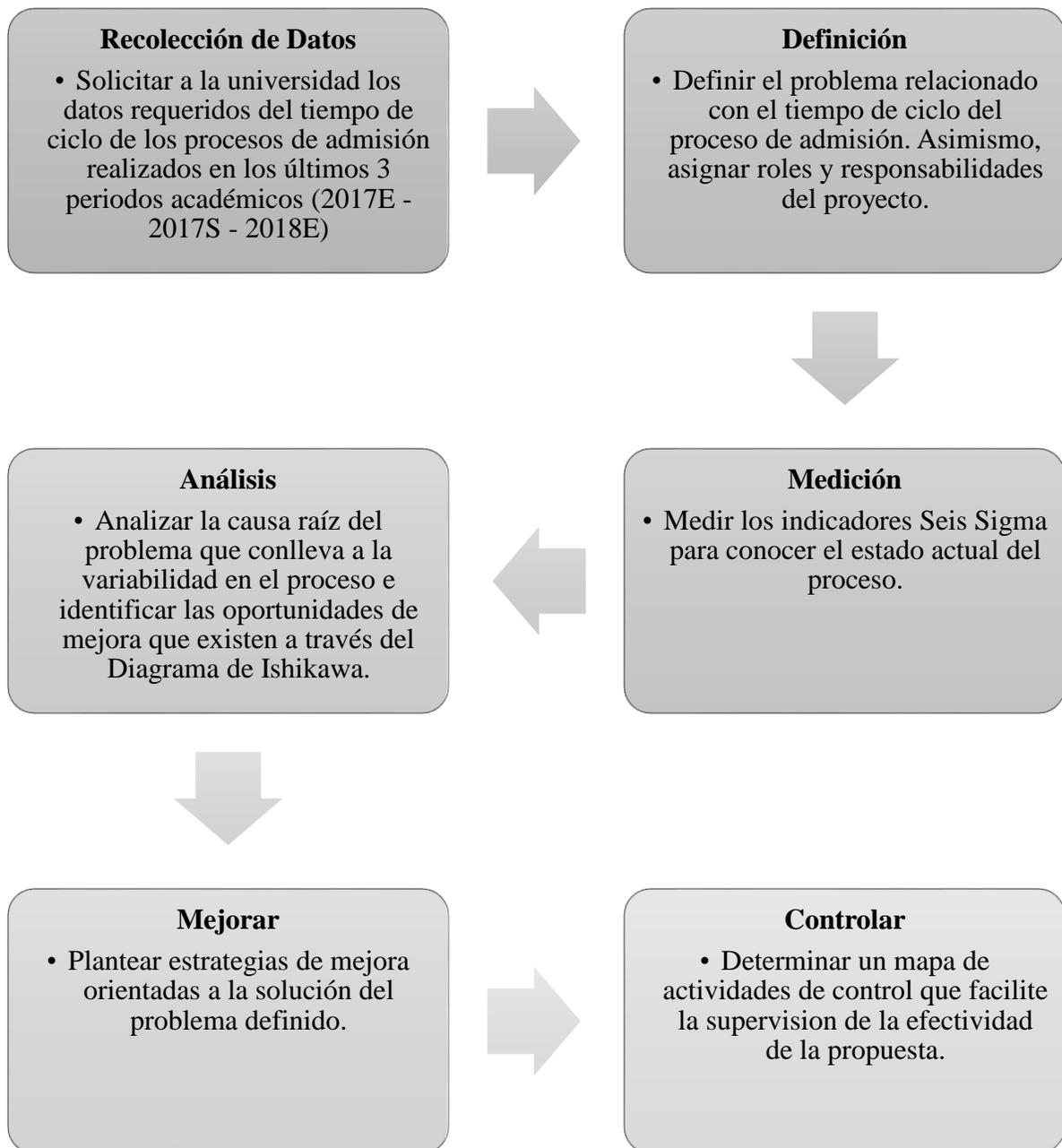


Figura 23 Paso a paso de la aplicación de la metodología Six Sigma

Fuente: Elaboración propia

3.3.1 Recolección de Datos

Para realizar la recolección de los datos se tuvo en cuenta una población total de 1245 personas inscritas en especializaciones durante los últimos 3 periodos académicos. Se determinó con un nivel de confianza del 95% y un 5% de margen de error, una muestra de 294 personas para someterse al estudio, las cuales fueron escogidas aleatoriamente independiente del periodo al que correspondían.

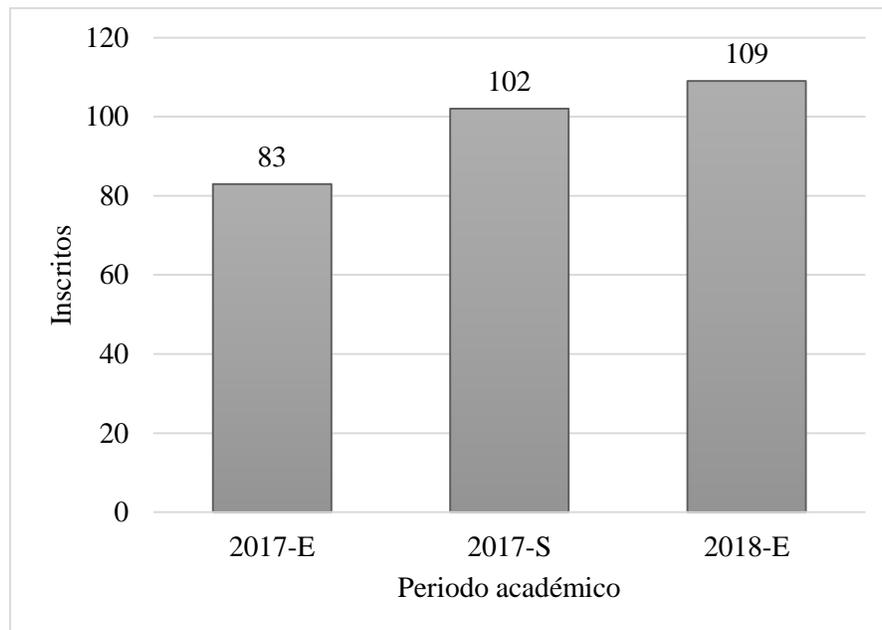


Figura 24 Cantidad de inscritos por periodo en la muestra

Fuente: Elaboración propia

3.3.2 Definición

Tabla 6

Project Charter: Definición del problema

PROJECT CHARTER	
Título del proyecto	Aplicación metodológica Six-Sigma para reducir tiempo de ciclo del proceso de admisión en Especializaciones
Declaración del problema	<p>El tiempo de ciclo (tiempo transcurrido desde que se reciben los documentos hasta que se envían los resultados del proceso de admisión) no debe superar los 25 días hábiles. Sin embargo, al monitorear el proceso actual tomando una muestra de 294 inscritos con la finalidad de conocer su estado se identificó que el 10% excede el tiempo establecido por la institución. Además de encontrar que el proceso cuenta con una varianza de 129, 26, lo que refleja la falta homogeneidad de los datos. Lo anterior repercute en la satisfacción del aspirante que se espera sea convertido en estudiante al finalizar su proceso de matrícula.</p>
Objetivo	<p style="text-align: center;">General</p> <p>Aplicar metodología Six-Sigma para reducir tiempo de ciclo del proceso de admisión en Especializaciones</p> <p style="text-align: center;">Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reducir el 10% de los inscritos que exceden el tiempo de ciclo establecido del proceso de admisión. - Comprobar el efecto del tiempo de ciclo con la cantidad de matriculados.
Alcance	Proceso de Admisión de Especializaciones (Tiempo de Ciclo)

Roles y responsabilidades

Propietarios	Admisiones, Estadísticas
Patrocinador	Director de Posgrados
Equipo	Auxiliar de Admisiones, Auxiliar de Estadísticas, Jefe de Calidad, Coordinadores Académicos

Recursos	Mano de obra, equipos audiovisuales, salas de reuniones, Software Estadístico, Papelería
Métricas	Tiempo de Ciclo del Proceso de Admisión.
Fecha de inicio del proyecto	27 de marzo de 2018
Fecha proyectada de finalización del proyecto	19 de mayo de 2018

Entregable del proyecto	Evaluación del proceso actual con la identificación de causas que ocasionen su estado, estrategias de mejora, mapa de actividades de control, certificado de socialización del proyecto y fotografías.
--------------------------------	--

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7

Cronograma de metodología Six Sigma

CRONOGRAMA								
Fase/Semana	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8
Recolección de Datos								
Definición								
Medición								
Análisis								
Mejora								
Control								

Fuente: Elaboración propia

3.3.3 Medición

Se calcularon diferentes indicadores Seis Sigma con la finalidad de conocer el estado del proceso Actual. Por las características de los datos que suministró la universidad se determinó que es un proceso con un solo límite de especificación, en este caso, superior.

Tabla 8

Indicadores actuales del proceso de admisión

Límite de Especificación Superior	25 días hábiles
Límite de Especificación Inferior	NA
Media real	12,79 días hábiles
Desviación Estándar	11,37
Zs	1,07
Zi	NA
Error (ES)	14,15%
Error (EI)	NA
Error total	14,15%
Eficiencia	85,85%
Cp	NA
Cps	0,36
Cpi	NA
Cpk	NA
Nivel sigma Superior (corto plazo)	1,07
Nivel sigma Superior (largo plazo)	-0,43
Nivel sigma Inferior (Corto Plazo)	NA
Nivel Sigma Inferior (largo plazo)	NA
PPM	141476,1

Fuente: Elaboración propia

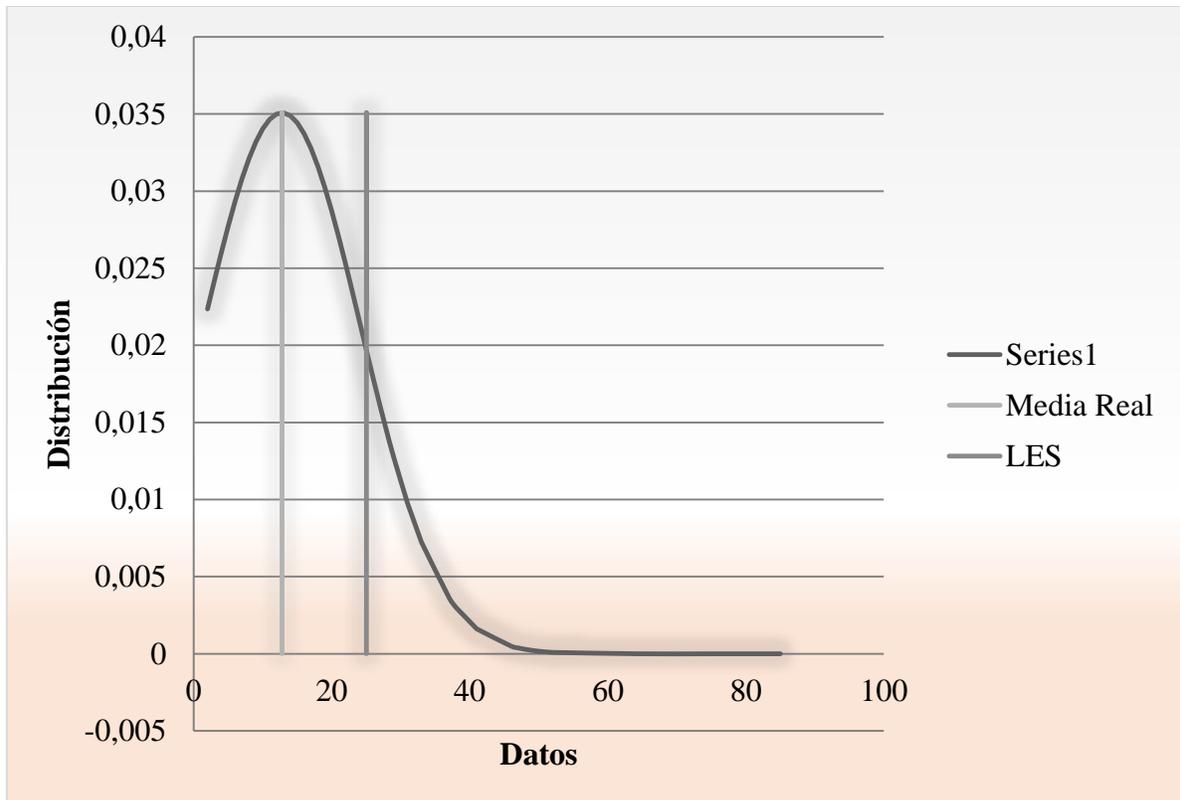


Figura 25 Apreciación del proceso actual

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los valores que arrojan los indicadores se entiende que el 14,15% de los procesos de admisión de las especializaciones realizados en el Departamento de Posgrados supera el límite de especificación superior, es decir, el tiempo de ciclo es mayor a los 25 días hábiles establecidos por el reglamento de la institución. Asimismo, el valor obtenido en el Cp indica que el proceso no es capaz de cumplir con las especificaciones.

Por consiguiente, a través de los indicadores es válido afirmar que el proceso actual se lleva a cabo bajo un nivel sigma superior a corto plazo de 1,07 y a largo plazo de -0,43. Lo anterior se traduce a que si el proceso se mantiene igual sin implementar algún tipo de intervención con el tiempo el nivel sigma disminuirá y a su vez, la calidad de los resultados.

3.3.4 Análisis

Para la etapa de análisis se utilizó como herramienta el Diagrama de Ishikawa a través del método de las 6M (Mano de Obra, Métodos de Trabajo, Máquinas o Equipos, Material y Medio Ambiente), el cual relaciona un problema con las causas que posiblemente lo generan. (Ver figura 26)

3.3.5 Mejora

El análisis facilitado por el Diagrama de Ishikawa permitió reconocer que la mayoría de las causas se concentran en la categoría de métodos, es decir, en la manera como el funcionario de posgrados realiza el proceso. Por lo tanto, se plantean las siguientes mejoras:

- Para el proceso rediseñado se propone la implementación de una plataforma virtual que permita a sus usuarios realizar diferentes acciones, las cuales contribuirían a la disminución del tiempo de ciclo.

Algunas de las acciones serían:

- ✓ Implementar un módulo de inscripción en línea, en la que se diligencie el formulario y se adjunten los documentos requeridos.
- ✓ Interfaz de pagos en línea.
- ✓ Interfaz para programación de entrevista, donde el aspirante pueda escoger de acuerdo con la disponibilidad vigente la fecha más acorde para realizar el proceso de evaluación. Asimismo, la interfaz envíe una notificación al coordinador académico para la realización de este.

Cabe mencionar que estas acciones deben ser sometidas a un seguimiento continuo por parte de los funcionarios del área de admisiones del Departamento.

- Manejar un archivo digital, el cual facilitaría la búsqueda de los documentos del aspirante cuando ya el informe de admisión ha sido generado evitando tiempos ociosos.
- Realizar una proyección de los matriculados a ingresar en cada periodo con el propósito de prever la cantidad de trabajo que generará el crecimiento de la población de estudiantes de posgrados y tomar medidas para evitar demoras que incurran en la calidad del servicio, por ejemplo, la contratación de personal extra en temporada alta.
- Omisión de procedimientos innecesarios que incrementan el tiempo de ciclo.
- Establecer un área de calidad en posgrados para evaluar, controlar y establecer mejoras en todos los procesos.

3.3.6 Control

Tabla 9

Plan de control propuesto a través de la metodología Seis Sigma

No	Descripción de la acción	Periodo de ejecución	Responsable - ejecución	Responsable - seguimiento	Estado
1	Seguimiento a los diferentes procesos concernientes a la admisión del aspirante llevados a cabo en la plataforma virtual	Mensual	Auxiliar de Admisiones	Analista de Admisiones	Sin ejecución
2	Mantenimiento de la plataforma	Mensual	Departamento de sistemas	Auxiliar de sistemas	Sin ejecución
3	Exporte de documentos cargados a la plataforma para actualización de archivo digital	Semanal	Departamento de sistemas	Auxiliar de sistemas	Sin ejecución
4	Reuniones para evaluación del estado y avance del proyecto de mejora del proceso de admisión en el departamento de posgrados de la CUC	Quincenal	Director de posgrados	Director de posgrados	Sin ejecución

Fuente: Elaboración propia

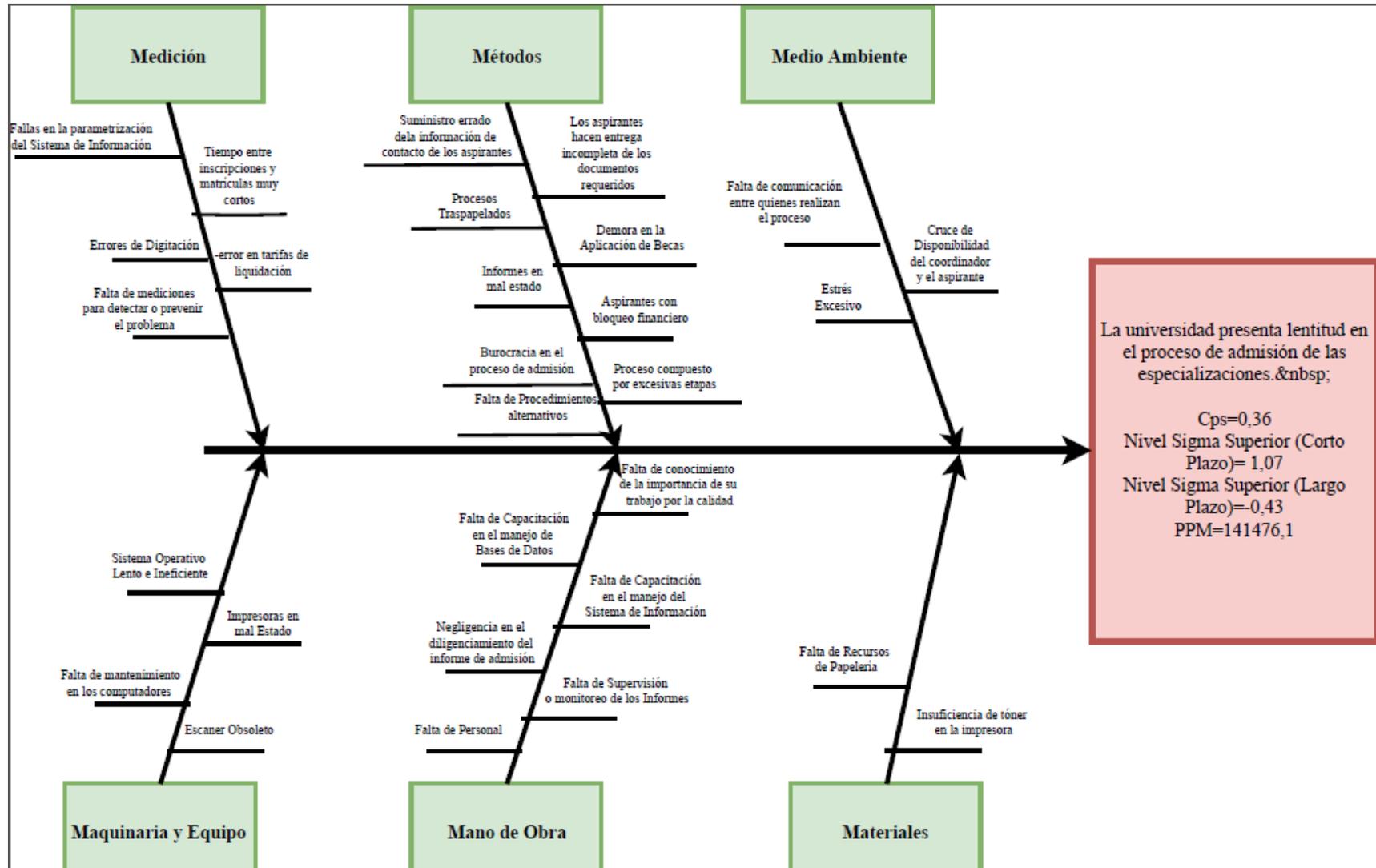


Figura 26 Diagrama de Ishikawa del proceso de admisión

Fuente: Elaboración propia

3.4 Aplicación de diseño de experimentos

Durante esta fase se probaron hipótesis acerca de la incidencia de un factor sobre una medida de desempeño determinada. Para la elaboración se tuvo en cuenta como factor el tiempo de ciclo y como variable de salida la cantidad de matriculados.

Tabla 10

Datos a someter en el diseño de experimentos

Tiempo de Ciclo	Cantidad de Matriculados		
	2017-E	2017-S	2018-E
1-10 días	1	36	32
11-20 días	7	21	26
21-30 días	1	5	3
31-40 días	0	2	1
41-50 días	0	2	2
>50 días	0	0	1

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los datos que alimentan la tabla 10 se distingue 1 factor que cuenta con 6 niveles y 3 réplicas.

Se continua con el modelo de las medias, hallando la sumatoria de todas las observaciones del factor (y_i), promedio de las observaciones bajo el factor (\bar{y}_i), total de observaciones (Y) y promedio de todas las observaciones.

Tabla 11

Datos de modelo de medias

	2017E	2017S	2018E		
Tiempo de Ciclo	Cantidad de Matriculados			Yi	Promedio
1-10 días	1	36	32	69	23,00
11-20 días	7	21	26	54	18,00
21-30 días	1	5	3	9	3,00
31-40 días	0	2	1	3	1,00
41-50 días	0	2	2	4	1,33
>50 días	0	0	1	1	0,33
				140	7,78
				Y..	Promedio General

Fuente: Elaboración propia

Se realizan los cálculos correspondientes del análisis de la varianza para el modelo con un solo factor.

Tabla 12

Sumas cuadradas del análisis de la varianza para el modelo con un solo factor

Sumas cuadradas	
SSt	2447,11
Ssa	1505,78
Sse	941,33

Fuente: Elaboración propia

Se plantearon las siguientes hipótesis a ser comprobadas durante el análisis:

- ✓ Ho: El tiempo de ciclo NO afecta la cantidad de matriculados.
- ✓ Ha: El tiempo de ciclo SI afecta la cantidad de matriculados.

Luego, se construye la tabla 10 ANOVA – DOE para 1 solo factor.

Tabla 13

ANOVA – DOE

Fuente de Verificación	Suma de Cuadros	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Fo	Ft	P-valor	Conclusión	Observaciones
Tiempo de Ciclo	1505,78	5	301,16	3,839093 484	3,105875 239	0,026119 139	AFECTA SIGNIFICATIVAMENTE	Con un nivel de confianza del 95% se puede afirmar que el tiempo de ciclo SI AFECTA la cantidad de matriculados. Es decir, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.
Error	941,33	12	78,44					
Total	2447,11	17						

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, con la finalidad de verificar la adecuación del modelo para adoptar las conclusiones del análisis de varianza (ANOVA), se realizó el análisis residual.

Tabla 14

Análisis de residuales

Tiempo de Ciclo	Cantidad de Matriculados		
1-10 días	-22,00	13,00	9,00
11-20 días	-11,00	3,00	8,00
21-30 días	-2,00	2,00	0,00
31-40 días	-1,00	1,00	0,00
41-50 días	-1,33	0,67	0,67
>50 días	-0,33	-0,33	0,67

Fuente: Elaboración propia

A partir del análisis de residuales se comprobaron si los supuestos básicos (normalidad, independencia o Homocedasticidad) que debe cumplir el diseño de experimentos no han sido violados.

3.4.1 Validación del supuesto de normalidad

Tabla 15

Datos para la gráfica de normalidad

Orden	Residual
1	-22,00
2	-11,00
3	-2,00

4	-1,33
5	-1,00
6	-0,33
7	-0,33
8	0,00
9	0,00
10	0,67
11	0,67
12	0,67
13	1,00
14	2,00
15	3,00
16	8,00
17	9,00
18	13,00

Fuente: Elaboración propia

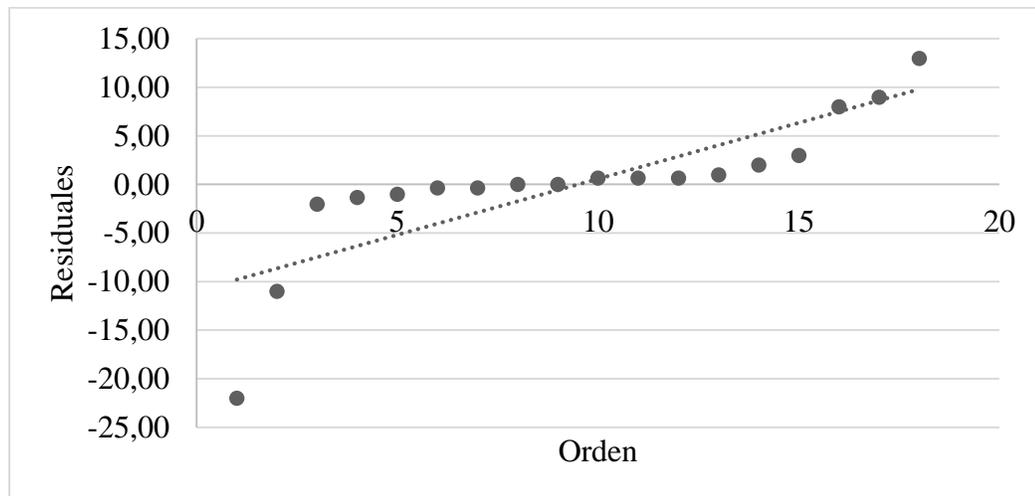


Figura 27 Gráfica PP-PLOT para normalidad de residuales

Fuente: Elaboración propia

Para el análisis del supuesto de normalidad se tuvo en cuenta las siguientes hipótesis:

- ✓ Los residuales siguen una distribución normal
- ✓ Los residuales NO siguen una distribución normal

Conforme a la figura 26 se aprecia que los puntos tienden a pegarse a la línea, por lo tanto, es válido afirmar que sigue una distribución normal.

3.4.2 Validación del supuesto de independencia

Tabla 16

Datos para el análisis del supuesto de independencia

No Aleatorio	Orden	Residual
0,865394496	2	-11,00
0,61180862	10	0,67
0,965032181	1	-22,00
0,753842732	7	-0,33
0,285753941	12	0,67
0,778531729	6	-0,33
0,261743604	14	2,00
0,846130385	3	-2,00
0,647809421	9	0,00
0,160991956	17	9,00
0,285203061	13	1,00
0,801412516	4	-1,33
0,167985842	16	8,00
0,692713536	8	0,00
0,782106541	5	-1,00
0,121919367	18	13,00
0,261313428	15	3,00
0,598600499	11	0,67

Fuente: Elaboración propia

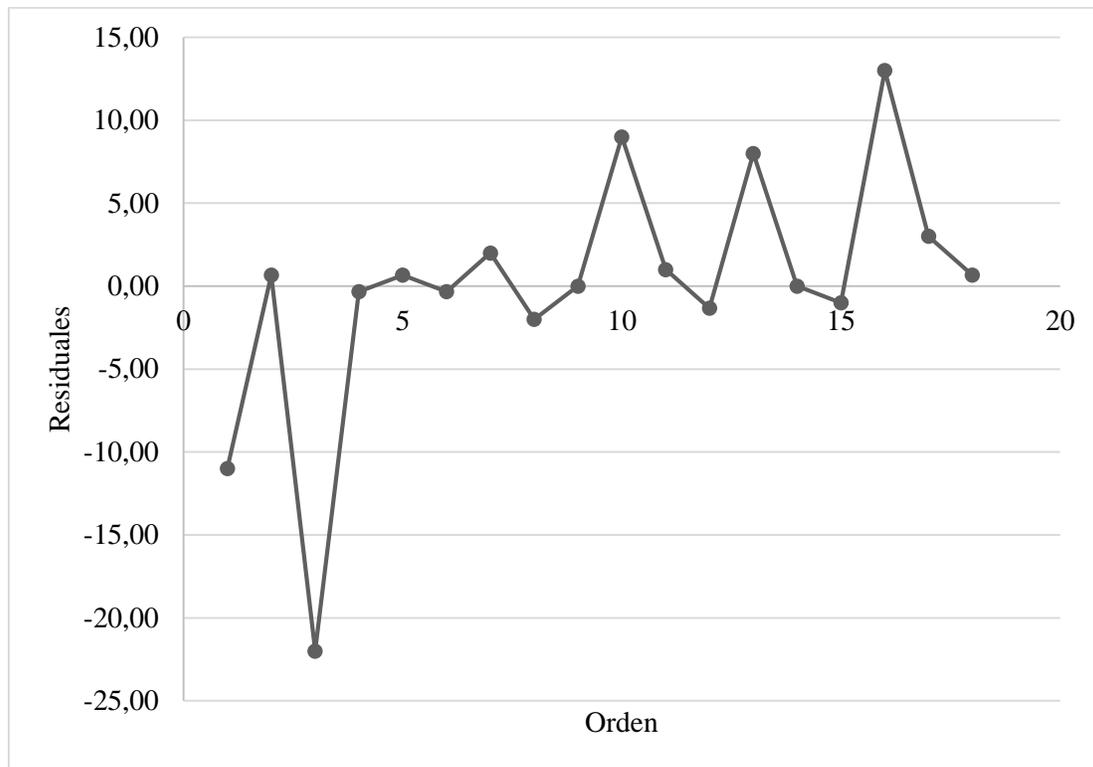


Figura 28 *Apreciación de independencia de residuales*

Fuente: *Elaboración propia*

Por el comportamiento que se muestra en la figura 28 se cumple el supuesto de independencia de residuales porque no se reflejan correlaciones (tendencias, patrones no aleatorios, concentración de puntos) en el orden temporal de los residuales.

3.4.3 Validación del supuesto de homocedasticidad

Tabla 17

Datos para el análisis de homocedasticidad

Tiempo de Ciclo	Residual
1-10 días	-22,00
1-10 días	13,00
1-10 días	9,00
11-20 días	-11,00
11-20 días	3,00
11-20 días	8,00
21-30 días	-2,00
21-30 días	2,00
21-30 días	0,00
31-40 días	-1,00
31-40 días	1,00
31-40 días	0,00
41-50 días	-1,33
41-50 días	0,67
41-50 días	0,67
>50 días	-0,33
>50 días	-0,33
>50 días	0,67

Fuente: Elaboración propia

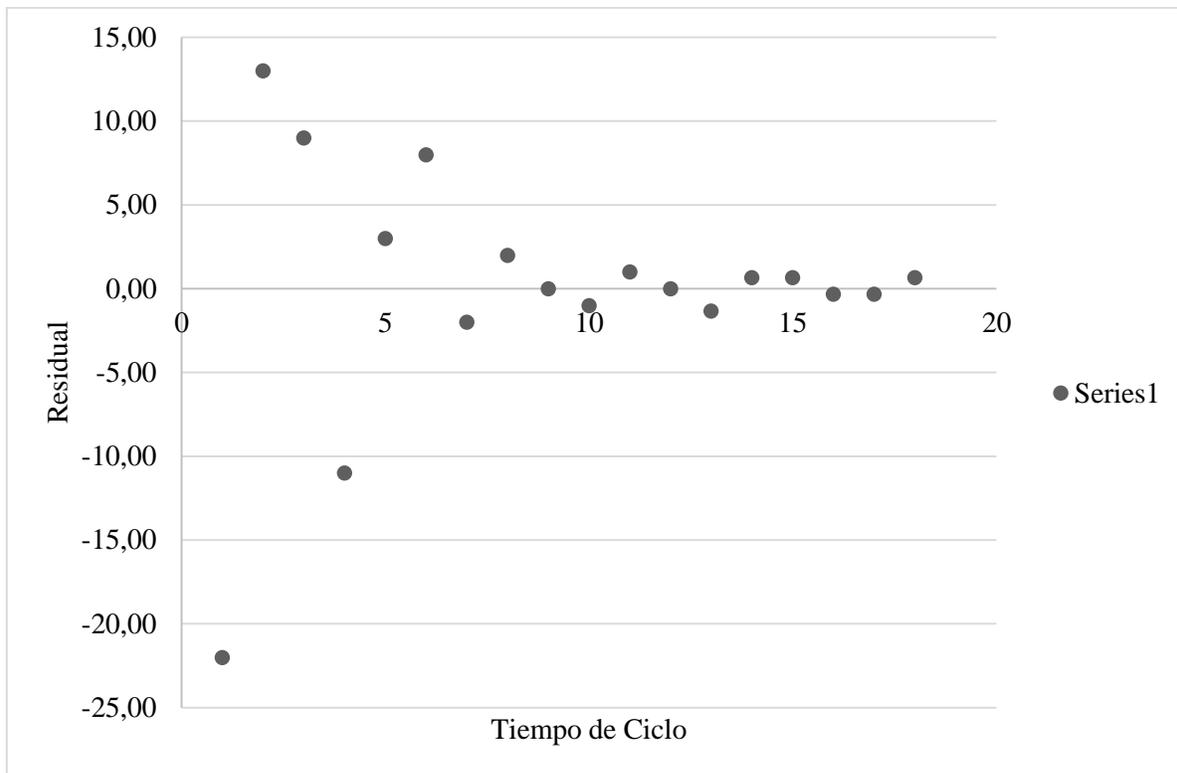


Figura 29 Apreciación de homocedasticidad de residuales

Fuente: Elaboración propia

Mediante la figura 29 se observa que se cumple el supuesto de homocedasticidad.

No se evidencia ruido de manera acumulada.

En este orden de ideas, se ha ratificado el cumplimiento de los supuestos básicos del ANOVA a cabalidad. Por consiguiente, es prudente confiar en los resultados obtenidos.

Igualmente, para mantener la cantidad de matriculados óptima se recomienda que el tiempo de ciclo no supere los 20 días. Lo anterior se soporta en la gráfica 30 y 31.

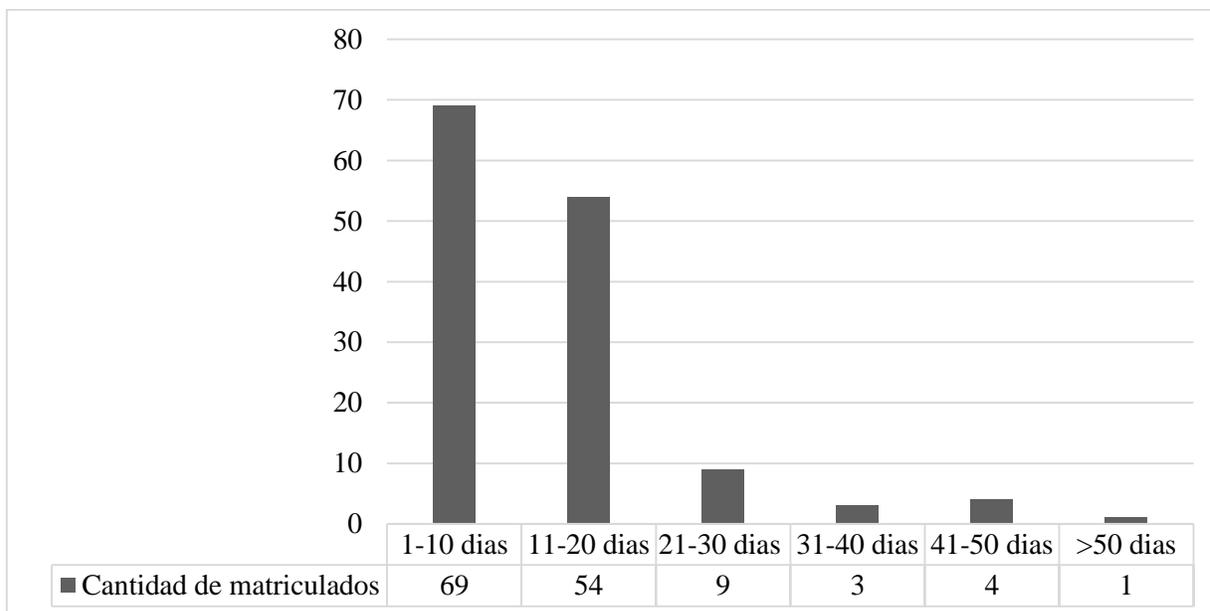


Figura 30 Cantidad de matriculados de acuerdo con el tiempo de ciclo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18

Datos para diagrama de caja y bigotes

<i>Tiempo de Ciclo</i>	1-10 días	11-20 días	21-30 días	31-40 días	41-50 días	>50 días
Cantidad de Matriculados	1	7	1	0	0	0
	32	21	3	1	2	0
	36	26	5	2	2	1
MÍN	1	7	1	0	0	0
Q1	17	14	2	1	1	0
MEDIANA	32	21	3	1	2	0
Q3	34	24	4	2	2	1
MÁX	36	26	5	2	2	1
DIFERENCIAS	1	7	1	0	0	0
	16	7	1	1	1	0
	16	7	1	1	1	0

2	3	1	1	0	1
2	3	1	1	0	1

Fuente: Elaboración propia

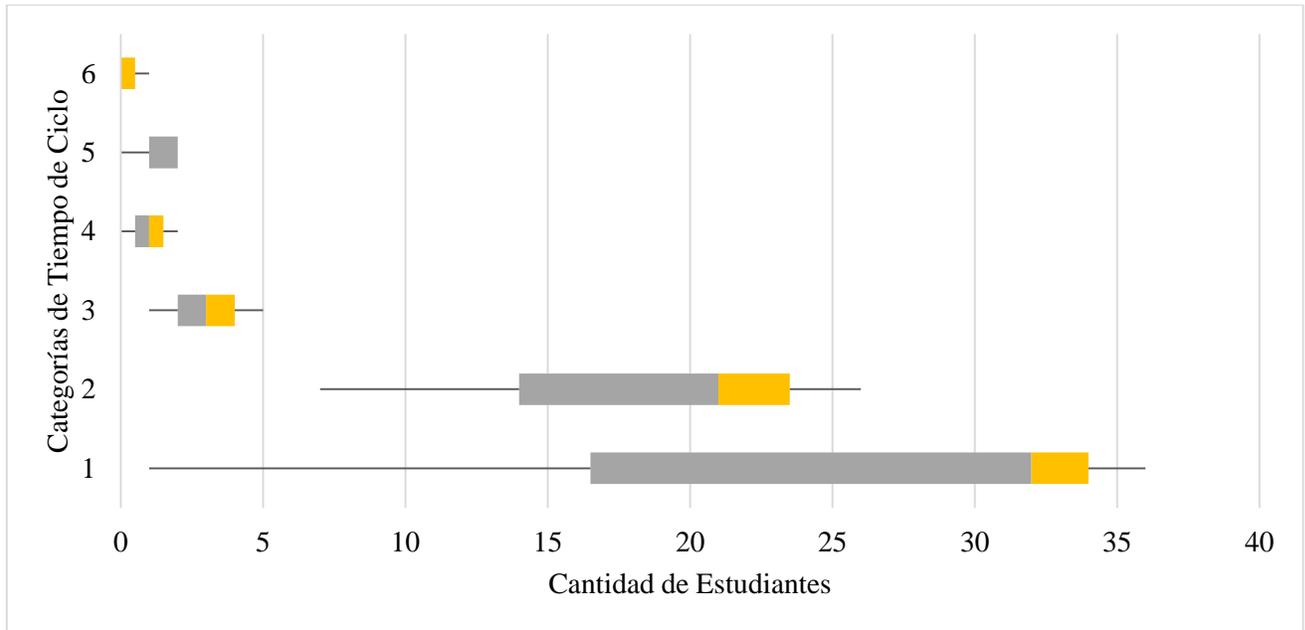


Figura 31 Distribución de matriculados de acuerdo con el tiempo de ciclo

Fuente: Elaboración propia

3.5 Aplicación de Benchmarking

El benchmarking es considerado como una herramienta que permite redescubrir un sector empresarial recogiendo todo aquello que ayude a una organización para distinguirse y mejorar sustantivamente sus procesos.

En este sentido, se aplicó benchmarking indagando sobre los procesos de inscripción y admisión en universidades de alto nivel que oferten posgrados como la Universidad del Norte, Universidad Libre, Universidad Autónoma del Caribe, Universidad

del Atlántico y Universidad Simón Bolívar. La información recogida se resume en la tabla 19.

Es importante destacar que Universidades como la del Norte y Atlántico manejan el proceso de forma distinta. Estas instituciones disponen de un periodo intensivo de solo inscripciones y al cierre de estas inician los procesos de admisión de los aspirantes.

Tabla 19

Benchmarking del proceso de admisión

Paso a paso de proceso de inscripción y admisión	
Universidad en estudio	Otras universidades de educación superior
Deben presentar los documentos requeridos o enviarlos por correo electrónico	Inscripción en línea
Cancelan la inscripción en las cajas de la institución o en el banco	Cancelan la inscripción en línea o en banco
El coordinador académico contacta al aspirante y agenda la entrevista	El portal de inscripción en línea permite escoger la fecha de la entrevista
El auxiliar académico envía el volante por correo electrónico	El aspirante puede descargar el volante de matrícula por el mismo portal de inscripción
El tiempo de ciclo entre inscripción y entrega de volante es de 25 días hábiles	El tiempo de ciclo entre inscripción y entrega de volante es de 7 días hábiles

Fuente: Elaboración propia

3.6 Análisis de Resultados

En consecuencia, luego de aplicar la metodología seis sigma, se consideró que el proceso actual se encuentra en un nivel sigma superior a corto plazo de 1,07 y a largo plazo de -0,43. Lo que describe que la variación del proceso no cumple con las especificaciones, en otras palabras, mantiene un nivel de calidad no adecuado e insuficiente para las exigencias actuales en la educación. Por tanto, se requiere tener una meta de calidad más elevada: Lograr Seis Sigma.

Por otro lado, teniendo en cuenta los índices de capacidad como mediciones especializadas para evaluar la habilidad de los procesos para satisfacer las especificaciones, en el Cp (índice de capacidad superior) se obtuvo 0,36 lo que traduce que el proceso no es adecuado para el trabajo que realiza y que requiere modificaciones muy serias.

Para esto, se analizaron las causas raíz del problema para entender cómo y por qué se ocasiona el problema. De este modo, se identificó que la mayoría de las causas se concentraban en los métodos, por lo que se propuso la implementación de mejoras que atiendan esas causas raíz. Cabe mencionar, que para llegar a consenso de estrategias se realizó una lluvia de ideas donde participaron Analista de Posgrados, Coordinador Académico y Auxiliar de Admisiones, donde hicieron enfoque en las diferentes soluciones y no simplemente en el efecto generado. Durante la reunión, los asistentes coincidieron que una de las causas principales del problema son las excesivas etapas en las que se subdivide el proceso de admisión, adquiriendo tiempo en cada una de ellas y se refleja en el tiempo total del ciclo, dado que se envían los resultados junto con el volante de matrícula cuando ya ha pasado más del tiempo suficiente. Añadiendo que, en ocasiones, el aspirante al recibir

el volante no cuenta con mucho tiempo disponible para la consecución de los recursos destinados al pago de la matrícula.

Por otro lado, también se diseñó un plan de control con la finalidad de asegurar el mantenimiento de las mejoras y el seguimiento continuo de las mismas. Esto implica la participación y adaptación a los cambios de todos los involucrados en el proceso.

En relación con la sospecha que se mencionó con respecto a que la duración del tiempo de ciclo influye en la cantidad de matriculados, quedó comprobado mediante diseño de experimentos que es acertada.

Hay que mencionar que un experimento es una prueba donde se estudian cambios deliberados por niveles en un factor de un proceso para observar el comportamiento e identificar cual es el óptimo para la funcionalidad del proceso en cuestión.

En efecto, en la aplicación de diseño de experimentos se propuso como hipótesis nula la idea que el tiempo de ciclo no afectaba la cantidad de matriculados y como alternativa que el tiempo si afecta significativamente la cantidad de matriculados, donde el P-valor fue de 0,026, es decir, menor al nivel de confianza utilizado que fue de 0,05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa.

Igualmente, a través de diagramas estadísticos, como Pareto, Caja y Bigotes, donde se analizó cual debía ser el tiempo aceptable para que la cantidad de estudiantes no se vea afectada. De esta manera, se decide que el tiempo de ciclo debe mantenerse como máximo 20 días. De esta manera, se reduce la media establecida por la institución de 25 días a 20 días como máximo.

3.7 Propuesta de mejora

La institución cuenta con personal calificado para la realización de funciones específicas con altos niveles de desempeño. Sin embargo, es posible que los métodos que se estén utilizando actualmente estén afectando el rendimiento y a su vez la calidad del servicio prestado.

Durante el desarrollo metodológico se describió el proceso actual, se visualizó a través de la simulación en el software ARENA, se analizaron indicadores de capacidad de proceso y mediante el diseño de experimentos se demostró si efectivamente el tiempo de ciclo afecta la cantidad de matriculados durante el periodo académico.

En este orden, teniendo la intención última de mejorar la calidad de servicio del Departamento de Posgrados, se plantean las siguientes estrategias con base a las oportunidades detectadas:

- ✓ Diseñar una plataforma virtual que permita a los aspirantes realizar la inscripción en línea incluyendo el pago de esta. A su vez, cuente con un módulo que facilite la programación del proceso de evaluación. Para esto, cada coordinador académico debe aportar con anterioridad un horario determinado por su disponibilidad para estas labores.
- ✓ Establecer un área de calidad en el Departamento de Posgrados para evaluar y controlar los procesos que se lleven a cabo.
- ✓ Implementar un Sistema de Gestión de la Calidad donde se determine cada uno de los procedimientos con sus respectivos formatos. Además, se establezcan

indicadores que permitan la evaluación del cumplimiento y la eficiencia del talento humano.

- ✓ Elaborar una plantilla de no conformidades a la que tengan acceso todos los funcionarios involucrados y puedan manifestar aquellos casos en los que consideren no está cumpliendo las especificaciones de calidad. Todos los funcionarios estarán en la obligación de revisar continuamente la plantilla y dar solución a las inconformidades en las que sea asignado como responsable.
- ✓ Aumentar la flexibilidad del horario de atención en la caja de posgrados brindándole al aspirante mayor facilidad para realizar el pago y entregar el soporte de manera inmediata.

Conclusión

Para finalizar, cabe mencionar que para el desarrollo de este trabajo de grado fue de vital importancia la aplicación de dos de las metodologías encontradas en la revisión literaria empleadas en la mejora de procesos de admisión en instituciones educativas, todas estas enfocadas a la calidad de la educación. Igualmente, la simulación de procesos permitió la visualización del estado actual.

El desarrollo de esta investigación se llevó a cabo partiendo del hecho de que la satisfacción percibida por los aspirantes se ve afectada por los largos tiempos en el proceso de admisión y que esto incide en el número de matriculados en los programas, posiciones que se afirmaron luego de implementar tanto la metodología seis sigma y diseños de experimentos en el caso de estudio aplicado al proceso de admisión de posgrados donde además se evidenció la inestabilidad en el mismo debido a la falta de estandarización de los procedimientos involucrados a la hora de admitir un aspirante.

En este sentido se proponen estrategias de mejoras necesarias enfocadas a reducir el tiempo de ciclo (tiempo transcurrido desde que se reciben los documentos hasta que se envían los resultados del proceso de admisión).

Para futuros trabajos se recomienda hacer una evaluación económica enfocada al costo de oportunidad, costo de recuperar un aspirante que decide no continuar con el ingreso a la universidad y costos relacionados a publicidad de programas para incentivar a matricularse.

Esta investigación resulta indicada para aplicarse no solo en el sector de la educación sino también a otros tipos de servicios donde el tiempo de espera es un factor crítico como lo es la atención en salud, entre otras.

Glosario de indicadores

- **Límite de especificación superior:** Corresponde al máximo valor permitido para el servicio.
- **Límite de especificación inferior:** Corresponde el mínimo valor permitido para el servicio.
- **Media real:** Medida de tendencia central correspondiente al promedio aritmético de un conjunto de datos.
- **Desviación estándar:** Medida que indica que tan esparcidos están los datos con respecto a su media.
- **Zs:** Métrica seis sigma que se utiliza para medir la capacidad de un proceso con respecto al límite de especificación superior.
- **Zi:** Métrica seis sigma que se utiliza para medir la capacidad de un proceso con respecto al límite de especificación inferior.
- **Eficiencia:** Relación entre los resultados logrados y los recursos empleados.
- **Cp:** Indicador de capacidad potencial del proceso.
- **Cps:** Indicador de capacidad de proceso con respecto al límite de especificación superior de una característica de calidad.
- **Cpi:** Indicador de capacidad de proceso con respecto al límite de especificación inferior de una característica de calidad.
- **Cpk:** Indicador de capacidad real del proceso. Se representa como $\min(cpi, cps)$
- **Tiempo de ciclo:** Tiempo transcurrido desde que el cliente realiza una solicitud hasta que se culmina la prestación del servicio.

Bibliografía

- American Society for Quality. (s.f.). *Lean about quality*. Recuperado el 15 de Agosto de 2018, de What is six sigma?: <http://asq.org/learn-about-quality/six-sigma/overview/overview.html>
- American Society for Quality. (s.f.). *Learn About Quality*. Recuperado el 26 de Septiembre de 2018, de Benchmarking: <http://asq.org/learn-about-quality/benchmarking/overview/overview.html>
- Andina, P., & Sarbu, R. (2014). Integrating six sigma with quality management systems for the development and continuous improvement of higher education institutions. *Procedia Social and behavioral Sciences*, 143, 643-648. Recuperado el 08 de Abril de 2018, de <https://ezproxy.cuc.edu.co:2094/science/article/pii/S1877042814043845>
- Arango, D., & Angel, B. (29 de Noviembre de 2012). Implementation plan of Six Sigma in the admission process in a higher education institution. *Prospect*, 10(2), 13-21. Recuperado el 27 de Marzo de 2018, de <http://ojs.uac.edu.co/index.php/prospectiva/article/viewFile/228/212>
- Aspajo, N., Coaquira, D., & Atencio, R. (2017). *Repositorio Universidad Peruana de las Americas*. Recuperado el 12 de Abril de 2018, de Análisis, Diseño e Implementación de un Software para el registro de matrícula en la Universidad Peruana de las Américas: <http://repositorio.ulasamericas.edu.pe/bitstream/handle/upa/108/TITULACION21.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Besterfiel, D. (2009). En *Control de Calidad* (Octava ed., pág. 91). México: Pearson Education. Recuperado el 22 de Agosto de 2018

Besterfiel, D. (2009). Administración de la calidad total. Principios y practica. En *Control de calidad* (Octava ed., págs. 45-46). Mexico. Recuperado el 11 de Agosto de 2018

Besterfield, D. (2009). Gráficas de control para variables. En *Control de calidad* (Octava ed., págs. 182-183). México: Pearson Education. Recuperado el 10 de Agosto de 2018

Cagnina, L. (Abril de 2010). Optimización mono y multiobjetivo a través de una heurística de inteligencia colectiva. San Luis, Argentina. Recuperado el 3 de Agosto de 2018

Carro, R., & Gonzalez, D. (s.f). Diagrama de Pareto. En *Administración de la calidad total* (pág. 25). Recuperado el 3 de Agosto de 2018

Choez, A., & Mariño, A. (Septiembre de 2017). *Repositorio Universidad de Guayaquil*. Recuperado el 06 de Abril de 2018, de Propuesta para la mejora de los procesos administrativos en la secretaría de la facultad de ciencias administrativas usando la herramienta Six Sigma:
http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/24464/1/TESIS-FINAL_CHOEZ-SOLEDISPA-ADRIANA_MARI%C3%91O-ROSERO-ALVARO.pdf

Consejo Nacional de Acreditación CNA. (s.f). *¿Cual es la razón de la acreditación de alta calidad de maestrías y doctorados?* Recuperado el 08 de Julio de 2018, de Ministerio de Educación Nacional:
<https://www.mineducacion.gov.co/CNA/1741/article-187364.html>

Coss Bu, R. (2003). Definición de Simulación. En *Simulación: Un enfoque práctico* (pág. 12). Limusa S.A. Recuperado el 9 de Septiembre de 2018

Couto da Silva, S., Canal, L., & Da Silva, E. (2017). Implementing Strategic Planning, Performance Evaluation and Process Management in Higher Education Institutions. *Independent Journal of Management & Production*, 8(2), 363-377. Recuperado el 08 de Abril de 2018, de <http://www.redalyc.org/pdf/4495/449551140007.pdf>

Díaz, A. (2009). Diseños completamente aleatorizados. En *Diseño de Experimentos* (Segunda ed., pág. 47). Colombia: Editorial Universidad de Antioquía. Recuperado el 5 de Septiembre de 2018, de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=0x0DW6dNiyAC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Experimentos+con+un+solo+factor&ots=gMHQsyjYXx&sig=BhD460-tlLpgvFTtnZJzPX-LwgA#v=onepage&q=Experimentos%20con%20un%20solo%20factor&f=true>

Domínguez, J., & Castaño, E. (2016). Diseño con un factor. En *Diseño de Experimentos* (pág. 45). México: Alfaomega. Recuperado el 6 de Septiembre de 2018

Evans, J., & Lindsay, F. (2008). Herramientas para la mejora de los procesos. En *Administración y Control de la Calidad* (Septima ed., pág. 677). México: Cengage Learning Editores.

Evans, J., & Lindsay, W. (2008). Principios de six sigma. En *Administración y control de la calidad* (Septima ed., pág. 506). Cengage Learning. Recuperado el 15 de Agosto de 2018

Fisher, R. (1971). *The design of experiments*. New York: Hafner Publishing Company.

Recuperado el 4 de Septiembre de 2018, de

<https://errorstatistics.files.wordpress.com/2015/03/fisher-design-of-experiments.pdf>

Gándara, F. (Julio de 2014). Herramientas de calidad y el trabajo en equipo para disminuir

la reprobación escolar. *Conciencia tecnológica* (48), 17-24. Recuperado el 3 de

Agosto de 2018, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6400003>

Garcia, E., & Garcia, H. (2006). En *Simulación y análisis de sistemas con ProModel*

(Primera ed., págs. 2-5). México: Pearson Education. Recuperado el 9 de

Septiembre de 2018, de

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=VuEfwTfr1QMC&oi=fnd&pg=PA2&dq=Simulacion+de+procesos+en+atencion+al+cliente&ots=jvCFVVQyD&sig=sU>

-

[Ctczso6uu335VHvTOt8nKe1c#v=onepage&q=Simulacion%20de%20procesos%20en%20atencion%20al%20cliente&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Ctczso6uu335VHvTOt8nKe1c#v=onepage&q=Simulacion%20de%20procesos%20en%20atencion%20al%20cliente&f=false)

Gutierrez, H. (2010). Introducción a seis sigma. En *Calidad total y productividad* (Tercera

ed., págs. 291-293). Mc Graw Hill Interamericana Editores. Recuperado el 22 de

Agosto de 2018

Gutierrez, H., & De la Vara, R. (2008). Definiciones básicas en el diseño de experimentos.

En *Análisis y diseño de experimentos* (Segunda ed., págs. 6-10). México: Mc Graw

Hill Interamericana. Recuperado el 4 de Septiembre de 2018

- Gutierrez, H., & De la Vara, R. (2008). Experimentos con un solo factor (análisis de varianza). En *Análisis y diseño de experimento* (Segunda ed., pág. 62). Mc Graw Hill Interamericana. Recuperado el 5 de Septiembre de 2018
- Gutierrez, H., & De la Vara, R. (2008). Experimentos con un solo factor (análisis de varianza). En *Análisis y diseño de experimentos* (Segunda ed., págs. 66-67). México: Mc Graw Hill Interamericana. Recuperado el 5 de Septiembre de 2018
- Gutierrez, H., & De la Vara, R. (2008). Introducción al diseño de experimentos. En *Análisis y diseño de experimentos* (Segunda ed., pág. 6). Mc Graw Hill Interamericana. Recuperado el 4 de Septiembre de 2018
- Gutierrez, H., & De la Vara, R. (2008). Verificación de los supuestos del modelo. En *Diseño de Experimentos* (pág. 83). México: Mc Graw Hill Interamericana. Recuperado el 6 de Septiembre de 2018
- Gutierrez, H., & De la Vara, R. (2009). En *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma* (Segunda ed., pág. 140). Mexico: Mc Graw Hill. Recuperado el 3 de Agosto de 2018
- Gutierrez, H., & De la Vara, R. (2009). Cartas de control para variables. En *Control estadístico de procesos* (Segunda ed., pág. 186). México. Recuperado el 10 de Agosto de 2018
- Gutierrez, H., & De la Vara, R. (2009). Conceptos básicos de calidad. En *Control estadístico de calidad y seis sigma* (Segunda ed., págs. 5-7). Guanajuato, Mexico: McGraw Hill. Recuperado el 10 de Agosto de 2018

- Gutierrez, H., & De la Vara, R. (2009). Estrategia Seis Sigma. En Segunda (Ed.), *Control estadístico de calidad y seis sigma* (pág. 420). México: McGraw Hill. Recuperado el 15 de Agosto de 2018
- Hajrizi, E. (2012). Using Modern Magement Concepts and Tools for Developing Advanced Quality Management Systems in New Higher Education Institutions . *IFAC Proceedings Volumes* , 45, 62-66. Recuperado el 12 de Abril de 2018, de https://ac.els-cdn.com/S1474667015337125/1-s2.0-S1474667015337125-main.pdf?_tid=927417af-1f45-48f3-bd68-2836445fabba&acdnat=1523838455_30088ad90f08824897effdd40a6e869b
- Kuehl, R. (2001). Comenzando con diseños totalmente aleatorizados. En *Diseño de Experimentos* (Segunda ed., pág. 56). Thomson Learning. Recuperado el 5 de Septiembre de 2018
- Leiden, Universiteit. (2018). *VOSViewer*. Recuperado el 30 de Septiembre de 2018, de <http://www.vosviewer.com/>
- Lopez, O., & Garcia, J. (2015). The continuous improvement: decisive objective to reach the excellence in higher education institutions. *Edumecentro*, 7(4), 196-215. Recuperado el 7 de Abril de 2018, de <http://scielo.sld.cu/pdf/edu/v7n4/edu14415.pdf>
- Mehmet, E., Esen, K., Ebru, A., Olcay, B., & Duygu, A. E. (2016). Quality Management in the Turkish Higher Education Institutions: Preliminary Findings. *Procedia Social Behavioral Sciences*, 229, 60-69. Recuperado el 09 de Abril de 2018, de <https://ezproxy.cuc.edu.co:2868/S1877042816310497/1-s2.0-S1877042816310497->

main.pdf?_tid=a8418278-af75-42bf-944e-

87e1f52bc1f6&acdnat=1523831871_29f22c8a16b7ac3b51c41a48a90c606b

Mehrabi, J. (2012). Application of six-sigma in educational quality management. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 47, 1358-1362. Recuperado el 07 de Abril de 2018, de <https://ezproxy.cuc.edu.co:2094/science/article/pii/S1877042812025621>

Minitab. (s.f.). *Diseño de un experimento*. Recuperado el 29 de Agosto de 2018, de Soporte de Minitab 18: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/getting-started/designing-an-experiment/>

Montgomery, D. (2004). Algunas aplicaciones típicas del diseño experimental. En *Diseño y Análisis de Experimentos* (pág. 8). México: Limusa Wiley. Recuperado el 29 de Agosto de 2018

Montgomery, D. (2004). Estrategia de Experimentación. En *Diseño y Análisis de Experimentos* (Segunda ed., págs. 1-2). México: Limusa Wiley.

Montgomery, D. (2004). Experimentos con un solo factor: El análisis de varianza. En *Diseño de Experimentos* (págs. 63-64). México: Limusa Wiley. Recuperado el 5 de Septiembre de 2018

Montgomery, D. (2004). Principios básicos. En *Diseño y análisis de experimentos* (Segunda ed., págs. 11-12). México: Limusa Wiley. Recuperado el 04 de Septiembre de 2018

Mosquera, R. (s.f.). *Diseño de Experimentos*. Recuperado el 29 de Agosto de 2018, de Campus Virtual Universidad del Valle:

https://campusvirtual.univalle.edu.co/moodle/pluginfile.php/88613/mod_resource/content/0/Clase_5_Int_diseno_.pdf

Mukhopadhyay, K. (2017). Application of Lean Six Sigma in Indian Higher Education System. *International Conference on Innovative Mechanisms for Industry Applications ICIMIA*. Recuperado el 13 de Abril de 2018, de <https://ezproxy.cuc.edu.co:2265/document/7975513/>

Navarro, E., Gisbert, V., & Perez, A. (2017). Methodology and Implementation of Six Sigma. *3C Empresa*, 73-80. doi:<http://dx.doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.73-80>

Ortiz, M. (12 de Mayo de 2018). *Educación Virtual Universidad de la Costa, CUC*. Recuperado el 5 de Septiembre de 2018, de Diseño de Experimentos: <http://eduvirtual.cuc.edu.co/moodle/course/view.php?id=2591§ion=2>

Piera, M. (2004). En U. P. Catalunya (Ed.), *Modelado y simulación* (págs. 16-20). Recuperado el 9 de Septiembre de 2018, de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=5kJpBgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Simulacion+de+procesos+en+atencion+al+cliente&ots=dHWj6rcdKI&sig=lo7sxVLUa7LiA_GC689cCINlw-k#v=onepage&q&f=false

Piñeres, A., Ortiz, M., Reyes, K., Castillo, D., & Nuñez, J. (2016). Using statistical experimental design and RSM to improve the canning process: A case study in the fish industry. *International journal of control theory and applications*, 9(44), 151-159. Recuperado el 05 de Octubre de 2018

- Piñeres, A., Tortorella, G., & Miorando, R. (2018). Association Between Lean Manufacturing Teaching Methods and Students' Preferences. En *Progress in Lean Manufacturing, Management and Industrial Engineering* (págs. 105-128). Springer International. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-319-73648-8_5
- Quispe, P., & Bermejo, J. (2015). *Repositorio Institucional Universidad Nacional del Altiplano -Puno*. Recuperado el 27 de Marzo de 2015, de Simulación Basada en la Metodología Six Sigma para la Optimización del Proceso de Inscripciones de la Comisión Central de Admisión de la UNA en el Periodo 2015:
http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2687/Quispe_%C3%91aca_Percy_Bermejo_Llanos_Jesus_Jhojanson.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Serna, M., Gomez, R., & Alvarez, U. (2011). Identificación de oportunidades de mejora en la gestión del transporte del carbón en Colombia con Six Sigma. *Boletín de ciencias de la tierra*(30), 23-38. Recuperado el 15 de Agosto de 2018, de
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4154485>
- Taddei, J., Rodríguez, R., & Ruiz, J. (2013). Mejora del proceso de inscripciones en una Institución de Educación Superior mediante simulación. *Ingeniería Industrial*, 1(34), 12-25. Recuperado el 07 de Septiembre de 2018, de
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362013000100003
- Tanco, M., Viles, E., & Pozueta, L. (2009). Diferentes enfoques del diseño de experimentos (DOE). *Memoria de trabajos de difusión científica y técnica*(7), 29-37. Recuperado el 04 de Septiembre de 2018, de

http://www.um.edu.uy/_upload/_descarga/web_descarga_178_DiferentesenfoquesDisoexperimentosDOE.-Tanco_Viles_Pozueta.pdf

UNIT. (2009). En I. U. Técnicas, *Herramientas para la mejora de la calidad* (págs. 103-104). Uruguay. Recuperado el 11 de Agosto de 2018

Vanegas, J., & Angulo, J. (Agosto de 2012). Benchmarking: En el camino de la competitividad. *Revista Universidad EAFIT*, 31(97), 63-66. Recuperado el 26 de Septiembre de 2018, de <http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/1373>

Vergara, J., & Quesada, V. (2011). Análisis de la calidad en el servicio y satisfacción de los estudiantes de Ciencias Económicas de la Universidad de Cartagena mediante un modelo de ecuaciones estructurales. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 13(1), 108-122. Recuperado el 7 de Abril de 2018, de <http://www.scielo.org.mx/pdf/redie/v13n1/v13n1a7.pdf>

Vergel, M., & Martinez, J. (20 de Octubre de 2015). Filosofía Gerencial Seis Sigma en la Gestión Universitaria. *Face: Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*, 15(2), 99-106. doi:10.24054/01204211.v2.n2.2015.1619

Zhao, L. (2011). China's Higher Education Quality Management Based on Six Sigma Magement Principles. *Management Science and Electronic Commerce (AIMSEC)*. doi:10.1109/AIMSEC.2011.6010499

Anexos

Tabla 20

Información general para la aplicación de la metodología Seis Sigma

No. Registro	Periodo	Fecha de inscripción	Fecha de Liquidación	Duración (Días)	Días Hábiles
1	2017-E	1/11/2016	20/11/2016	19	14
2	2017-E	1/2/2017	6/2/2017	5	4
3	2018-E	27/10/2017	3/11/2017	7	6
4	2017-S	28/4/2017	23/5/2017	25	18
5	2017-E	8/2/2017	15/2/2017	7	6
6	2017-E	23/11/2016	2/2/2017	71	52
7	2017-E	11/1/2017	7/2/2017	27	20
8	2018-E	25/10/2017	2/11/2017	8	7
9	2018-E	3/11/2017	23/11/2017	20	15
10	2018-E	6/2/2018	14/2/2018	8	7
11	2017-S	24/4/2017	28/4/2017	4	5
12	2017-E	25/1/2017	30/1/2017	5	4
13	2017-S	13/7/2017	24/7/2017	11	8
14	2017-S	5/7/2017	17/7/2017	12	9
15	2017-S	10/6/2017	20/6/2017	10	7
16	2017-S	19/5/2017	26/5/2017	7	6
17	2017-S	11/07/2017	28/07/2017	17	14
18	2018-E	6/2/2018	14/2/2018	8	7
19	2018-E	23/1/2018	14/2/2018	22	17
20	2018-E	9/12/2017	15/12/2017	6	5
21	2017-S	8/6/2017	17/6/2017	9	7
22	2018-E	21/11/2017	16/2/2018	87	64
23	2017-E	5/12/2016	16/12/2016	11	10
24	2017-E	5/12/2016	20/12/2016	15	12
25	2018-E	19/1/2018	20/2/2018	32	23
26	2018-E	22/1/2018	20/2/2018	29	22
27	2017-E	8/2/2017	24/2/2017	16	13
28	2017-S	12/5/2017	31/5/2017	19	14
29	2017-S	21/4/2017	27/4/2017	6	5
30	2018-E	24/10/2017	2/11/2017	9	8
31	2017-S	7/4/2017	11/5/2017	34	25
32	2018-E	7/2/2018	15/2/2018	8	7
33	2017-E	12/12/2016	1/2/2017	51	38
34	2018-E	29/12/2017	16/1/2018	18	13
35	2018-E	31/01/2018	9/02/2018	9	8

36	2017-E	19/11/2016	12/12/2016	23	16
37	2017-E	7/2/2017	13/2/2017	6	5
38	2017-S	9/6/2017	12/7/2017	33	24
39	2017-E	1/2/2017	14/2/2017	13	10
40	2017-E	30/1/2017	9/2/2017	10	9
41	2017-S	14/7/2017	27/7/2017	13	10
42	2017-E	8/2/2017	15/2/2017	7	6
43	2018-E	24/1/2018	31/1/2018	7	6
44	2017-S	30/6/2017	18/7/2017	18	13
45	2018-E	18/1/2018	6/2/2018	19	14
46	2017-S	19/5/2017	26/5/2017	7	6
47	2018-E	2/11/2017	14/2/2018	104	75
48	2018-E	5/2/2018	15/2/2018	10	9
49	2017-E	22/11/2016	2/12/2016	10	9
50	2017-S	6/6/2017	20/6/2017	14	11
51	2017-E	13/2/2017	27/2/2017	14	11
52	2017-E	21/12/2016	16/1/2017	26	19
53	2018-E	5/12/2017	20/12/2017	15	12
54	2018-E	16/11/2017	28/11/2017	12	9
55	2017-S	19/5/2017	1/6/2017	13	10
56	2018-E	7/10/2017	2/2/2018	118	85
57	2017-S	7/6/2017	13/6/2017	6	5
58	2017-S	15/5/2017	1/6/2017	17	14
59	2017-E	8/11/2016	1/12/2016	23	18
60	2017-E	9/2/2017	26/2/2017	17	12
61	2017-E	3/12/2016	15/12/2016	12	9
62	2017-S	27/7/2017	3/8/2017	7	6
63	2018-E	16/11/2017	18/1/2018	63	46
64	2018-E	9/11/2017	29/11/2017	20	15
65	2018-E	13/12/2017	15/12/2017	2	3
66	2018-E	10/1/2018	31/1/2018	21	16
67	2018-E	18/1/2018	22/1/2018	4	3
68	2017-S	19/5/2017	29/7/2017	71	51
69	2017-S	15/7/2017	2/8/2017	18	13
70	2017-E	31/1/2017	16/2/2017	16	13
71	2018-E	28/10/2017	10/11/2017	13	10
72	2017-E	5/12/2016	16/12/2016	11	10
73	2018-E	9/12/2017	10/1/2018	32	23
74	2017-E	24/11/2016	20/12/2016	26	19
75	2017-S	13/7/2017	27/7/2017	14	11
76	2017-E	13/12/2016	20/12/2016	7	6

77	2018-E	13/12/2017	21/12/2017	8	7
78	2018-E	6/2/2018	8/2/2018	2	3
79	2017-E	22/11/2016	6/12/2016	14	11
80	2017-E	25/10/2016	30/11/2016	36	27
81	2017-S	9/6/2017	14/6/2017	5	4
82	2017-S	30/6/2017	12/7/2017	12	9
83	2017-S	14/7/2017	22/7/2017	8	6
84	2018-E	16/11/2017	23/11/2017	7	6
85	2018-E	12/1/2018	22/1/2018	10	7
86	2017-E	8/2/2017	16/2/2017	8	7
87	2018-E	6/2/2018	15/2/2018	9	8
88	2018-E	8/2/2018	17/2/2018	9	7
89	2017-S	10/7/2017	14/7/2017	4	5
90	2017-E	13/2/2017	20/2/2017	7	6
91	2017-S	9/8/2017	12/9/2017	34	25
92	2017-E	2/2/2017	9/2/2017	7	6
93	2018-E	27/10/2017	4/11/2017	8	6
94	2017-E	6/12/2016	13/12/2016	7	6
95	2018-E	26/10/2017	2/11/2017	7	6
96	2018-E	16/11/2017	23/11/2017	7	6
97	2017-E	8/2/2017	17/2/2017	9	8
98	2017-E	22/11/2016	20/12/2016	28	21
99	2018-E	7/2/2018	28/2/2018	21	16
100	2018-E	22/1/2018	6/2/2018	15	12
101	2017-E	13/12/2016	18/1/2017	36	27
102	2017-E	24/11/2016	3/12/2016	9	7
103	2017-S	27/7/2017	23/8/2017	27	20
104	2018-E	22/1/2018	14/2/2018	23	18
105	2017-S	12/5/2017	23/5/2017	11	8
106	2017-S	6/7/2017	13/7/2017	7	6
107	2018-E	19/1/2018	15/2/2018	27	20
108	2017-E	4/11/2016	17/11/2016	13	10
109	2017-S	3/5/2017	30/5/2017	27	20
110	2018-E	31/10/2017	23/11/2017	23	18
111	2017-E	25/1/2017	30/1/2017	5	4
112	2018-E	6/12/2017	11/12/2017	5	4
113	2017-S	8/6/2017	30/6/2017	22	17
114	2018-E	22/1/2018	24/1/2018	2	3
115	2017-S	23/6/2017	6/7/2017	13	10
116	2018-E	20/1/2018	15/2/2018	26	19
117	2017-E	25/1/2017	30/1/2017	5	4

118	2017-S	24/5/2017	8/6/2017	15	12
119	2018-E	21/2/2018	23/2/2018	2	3
120	2017-E	10/12/2016	11/1/2017	32	23
121	2017-E	28/1/2017	2/2/2017	5	4
122	2017-S	9/6/2017	15/6/2017	6	5
123	2017-S	5/5/2017	23/5/2017	18	13
124	2017-S	19/7/2017	1/8/2017	13	10
125	2017-S	23/6/2017	4/8/2017	42	31
126	2017-S	6/5/2017	9/6/2017	34	25
127	2018-E	27/12/2017	22/1/2018	26	19
128	2018-E	3/11/2017	16/11/2017	13	10
129	2018-E	16/2/2018	20/2/2018	4	3
130	2018-E	9/12/2017	20/2/2018	73	52
131	2017-E	1/12/2016	9/12/2016	8	7
132	2017-E	16/11/2016	24/11/2016	8	7
133	2017-E	11/1/2017	7/2/2017	27	20
134	2018-E	18/11/2017	29/11/2017	11	8
135	2017-S	18/5/2017	24/5/2017	6	5
136	2017-S	10/5/2017	26/5/2017	16	13
137	2018-E	7/12/2017	22/1/2018	46	33
138	2017-S	19/7/2017	22/8/2017	34	25
139	2018-E	6/12/2017	12/2/2018	68	49
140	2018-E	15/1/2018	22/1/2018	7	6
141	2017-E	11/1/2017	20/1/2017	9	8
142	2017-S	19/5/2017	6/6/2017	18	13
143	2018-E	25/1/2018	31/1/2018	6	5
144	2018-E	25/11/2017	16/1/2018	52	37
145	2018-E	25/10/2017	31/10/2017	6	5
146	2017-S	13/7/2017	22/7/2017	9	7
147	2017-S	21/4/2017	10/5/2017	19	14
148	2018-E	30/10/2017	2/11/2017	3	4
149	2017-E	17/11/2016	24/11/2016	7	6
150	2017-S	20/4/2017	26/4/2017	6	5
151	2017-E	24/11/2016	5/12/2016	11	8
152	2018-E	8/11/2017	24/11/2017	16	13
153	2017-S	30/5/2017	12/6/2017	13	10
154	2017-E	24/11/2016	10/12/2016	16	12
155	2017-E	8/2/2017	15/2/2017	7	6
156	2017-E	24/11/2016	30/11/2016	6	5
157	2018-E	8/2/2018	14/2/2018	6	5
158	2017-S	2/5/2017	17/5/2017	15	12

159	2018-E	9/10/2017	19/10/2017	10	9
160	2017-E	23/11/2016	2/12/2016	9	8
161	2017-S	21/4/2017	26/4/2017	5	4
162	2017-S	29/4/2017	10/5/2017	11	8
163	2017-S	23/5/2017	30/5/2017	7	6
164	2018-E	7/2/2018	15/2/2018	8	7
165	2017-E	21/11/2016	12/12/2016	21	16
166	2017-E	20/1/2017	10/2/2017	21	16
167	2018-E	4/10/2017	23/10/2017	19	14
168	2017-S	28/7/2017	3/8/2017	6	5
169	2018-E	26/1/2018	2/2/2018	7	6
170	2018-E	19/1/2018	27/1/2018	8	6
171	2018-E	18/1/2018	27/1/2018	9	7
172	2017-S	20/5/2017	3/6/2017	14	10
173	2018-E	31/1/2018	7/2/2018	7	6
174	2018-E	31/10/2017	2/11/2017	2	3
175	2017-S	2/8/2017	10/8/2017	8	7
176	2017-S	28/6/2017	13/7/2017	15	12
177	2017-E	26/12/2016	28/2/2017	64	47
178	2017-S	24/7/2017	26/7/2017	2	3
179	2017-E	22/11/2016	1/12/2016	9	8
180	2017-S	30/6/2017	12/7/2017	12	9
181	2018-E	20/10/2017	31/10/2017	11	8
182	2017-S	13/7/2017	18/7/2017	5	4
183	2017-S	28/6/2017	12/7/2017	14	11
184	2017-S	3/5/2017	16/6/2017	44	33
185	2017-S	17/5/2017	7/6/2017	21	16
186	2017-S	18/4/2017	28/4/2017	10	9
187	2018-E	17/1/2018	27/1/2018	10	8
188	2017-E	16/11/2016	19/11/2016	3	3
189	2017-S	19/5/2017	31/5/2017	12	9
190	2017-E	23/2/2017	1/3/2017	6	5
191	2017-S	21/4/2017	17/6/2017	57	41
192	2018-E	27/1/2018	19/2/2018	23	16
193	2018-E	19/1/2018	2/2/2018	14	11
194	2017-S	8/6/2017	13/6/2017	5	4
195	2017-E	20/1/2017	5/2/2017	16	11
196	2017-S	21/6/2017	13/7/2017	22	17
197	2017-E	16/12/2016	24/1/2017	39	28
198	2018-E	29/11/2017	4/12/2017	5	4
199	2017-E	6/12/2016	10/1/2017	35	26

200	2017-S	14/7/2017	24/7/2017	10	7
201	2017-S	16/6/2017	4/7/2017	18	13
202	2018-E	8/2/2018	14/2/2018	6	5
203	2017-E	6/12/2016	12/12/2016	6	5
204	2018-E	12/1/2018	16/1/2018	4	3
205	2018-E	18/1/2018	22/1/2018	4	3
206	2017-S	6/6/2017	13/6/2017	7	6
207	2018-E	30/10/2017	16/11/2017	17	14
208	2018-E	23/1/2018	24/1/2018	1	2
209	2018-E	2/2/2018	7/2/2018	5	4
210	2017-E	3/2/2017	14/2/2017	11	8
211	2017-S	9/5/2017	4/7/2017	56	41
212	2017-E	13/12/2016	16/1/2017	34	25
213	2017-E	27/1/2017	3/2/2017	7	6
214	2017-S	13/5/2017	16/5/2017	3	2
215	2018-E	25/1/2018	5/2/2018	11	8
216	2018-E	6/2/2018	16/2/2018	10	9
217	2017-S	13/6/2017	19/7/2017	36	27
218	2018-E	8/2/2018	20/2/2018	12	9
219	2017-S	12/5/2017	16/5/2017	4	3
220	2017-E	13/2/2017	16/2/2017	3	4
221	2017-S	27/7/2017	2/8/2017	6	5
222	2017-E	5/12/2016	12/1/2017	38	29
223	2017-S	21/4/2017	26/5/2017	35	26
224	2018-E	2/11/2017	6/11/2017	4	3
225	2018-E	9/11/2017	23/11/2017	14	11
226	2017-S	18/5/2017	22/5/2017	4	3
227	2018-E	7/2/2018	21/2/2018	14	11
228	2017-E	27/12/2016	30/1/2017	34	25
229	2018-E	26/1/2018	31/1/2018	5	4
230	2017-E	23/1/2017	26/1/2017	3	4
231	2017-E	18/11/2016	23/11/2016	5	4
232	2018-E	2/2/2018	20/2/2018	18	13
233	2018-E	1/11/2017	14/11/2017	13	10
234	2017-S	30/6/2017	12/7/2017	12	9
235	2017-S	21/4/2017	8/5/2017	17	12
236	2017-S	15/5/2017	23/5/2017	8	7
237	2018-E	26/1/2018	31/1/2018	5	4
238	2018-E	25/1/2018	16/2/2018	22	17
239	2018-E	3/2/2018	15/2/2018	12	9
240	2017-S	14/7/2017	19/7/2017	5	4

241	2017-S	7/6/2017	13/6/2017	6	5
242	2017-E	4/11/2016	16/11/2016	12	9
243	2017-E	9/11/2016	16/11/2016	7	6
244	2017-S	27/3/2017	3/4/2017	7	6
245	2017-S	11/5/2017	24/5/2017	13	10
246	2018-E	26/1/2018	14/2/2018	19	14
247	2017-S	18/5/2017	15/6/2017	28	21
248	2017-E	13/12/2016	12/1/2017	30	23
249	2018-E	5/2/2018	27/2/2018	22	17
250	2018-E	5/12/2017	14/12/2017	9	8
251	2017-S	19/4/2017	2/5/2017	13	10
252	2017-S	21/4/2017	24/5/2017	33	24
253	2018-E	22/1/2018	24/1/2018	2	3
254	2017-E	10/11/2016	22/12/2016	42	31
255	2017-S	4/5/2017	24/5/2017	20	15
256	2018-E	25/1/2018	31/1/2018	6	5
257	2017-S	1/6/2017	23/6/2017	22	17
258	2017-E	25/1/2017	9/2/2017	15	12
259	2018-E	21/9/2017	19/10/2017	28	21
260	2018-E	27/12/2017	18/1/2018	22	17
261	2017-S	19/5/2017	1/6/2017	13	10
262	2017-S	7/7/2017	27/7/2017	20	15
263	2017-S	21/7/2017	26/7/2017	5	4
264	2017-S	23/6/2017	21/7/2017	28	21
265	2017-S	15/5/2017	24/5/2017	9	8
266	2018-E	2/11/2017	22/11/2017	20	15
267	2018-E	30/9/2017	9/10/2017	9	6
268	2017-E	15/2/2017	1/3/2017	14	11
269	2018-E	7/2/2018	14/2/2018	7	6
270	2017-E	3/11/2016	25/11/2016	22	17
271	2017-E	14/1/2017	30/1/2017	16	11
272	2017-E	21/11/2016	29/11/2016	8	7
273	2017-S	3/6/2017	14/6/2017	11	8
274	2017-E	6/2/2017	16/2/2017	10	9
275	2017-S	2/6/2017	25/7/2017	53	38
276	2017-E	29/10/2016	12/11/2016	14	10
277	2018-E	19/10/2017	2/11/2017	14	11
278	2017-S	12/7/2017	25/7/2017	13	10
279	2018-E	14/11/2017	11/12/2017	27	20
280	2017-S	17/5/2017	24/5/2017	7	6
281	2017-S	21/4/2017	8/5/2017	17	12

16	0,0337201	12,792517	25
16	0,0337201	12,792517	25
16	0,0337201	12,792517	25
16	0,0337201	12,792517	25
16	0,0337201	12,792517	25
16	0,0337201	12,792517	25
16	0,0337201	12,792517	25
17	0,032766696	12,792517	25
17	0,032766696	12,792517	25
17	0,032766696	12,792517	25
17	0,032766696	12,792517	25
17	0,032766696	12,792517	25
17	0,032766696	12,792517	25
17	0,032766696	12,792517	25
17	0,032766696	12,792517	25
17	0,032766696	12,792517	25
17	0,032766696	12,792517	25
18	0,031594878	12,792517	25
18	0,031594878	12,792517	25
18	0,031594878	12,792517	25
18	0,031594878	12,792517	25
19	0,030230197	12,792517	25
19	0,030230197	12,792517	25
19	0,030230197	12,792517	25
19	0,030230197	12,792517	25
20	0,028701561	12,792517	25
20	0,028701561	12,792517	25
20	0,028701561	12,792517	25
20	0,028701561	12,792517	25
20	0,028701561	12,792517	25
20	0,028701561	12,792517	25
20	0,028701561	12,792517	25
21	0,027040226	12,792517	25
21	0,027040226	12,792517	25
21	0,027040226	12,792517	25
21	0,027040226	12,792517	25
22	0,025278736	12,792517	25
23	0,023449881	12,792517	25
23	0,023449881	12,792517	25
23	0,023449881	12,792517	25
23	0,023449881	12,792517	25
24	0,021585703	12,792517	25

24	0,021585703	12,792517	25
25	0,019716599	12,792517	25
25	0,019716599	12,792517	25
25	0,019716599	12,792517	25
25	0,019716599	12,792517	25
25	0,019716599	12,792517	25
25	0,019716599	12,792517	25
26	0,017870555	12,792517	25
26	0,017870555	12,792517	25
27	0,016072534	12,792517	25
27	0,016072534	12,792517	25
27	0,016072534	12,792517	25
28	0,01434402	12,792517	25
28	0,01434402	12,792517	25
29	0,012702748	12,792517	25
31	0,009733568	12,792517	25
31	0,009733568	12,792517	25
33	0,007231151	12,792517	25
33	0,007231151	12,792517	25
37	0,003637149	12,792517	25
38	0,003004348	12,792517	25
38	0,003004348	12,792517	25
41	0,001616437	12,792517	25
41	0,001616437	12,792517	25
41	0,001616437	12,792517	25
46	0,000492847	12,792517	25
47	0,00037972	12,792517	25
49	0,000220235	12,792517	25
51	0,000123843	12,792517	25
52	9,17959E-05	12,792517	25
52	9,17959E-05	12,792517	25
64	1,381E-06	12,792517	25
75	1,10775E-08	12,792517	25
85	6,1156E-11	12,792517	25

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22

Datos utilizados en el diseño de experimentos

No.	Periodo	Fecha de inscripción	Fecha de Liquidación	Días Hábiles	Estado de matrícula
1	2017-E	1/11/2016	20/11/2016	14	NO
2	2017-E	1/2/2017	6/2/2017	4	NO
3	2018-E	27/10/2017	3/11/2017	6	NO
4	2017-S	28/4/2017	23/5/2017	18	NO
5	2017-E	8/2/2017	15/2/2017	6	NO
6	2017-E	23/11/2016	2/2/2017	52	NO
7	2017-E	11/1/2017	7/2/2017	20	NO
8	2018-E	25/10/2017	2/11/2017	7	NO
9	2018-E	3/11/2017	23/11/2017	15	SI
10	2018-E	6/2/2018	14/2/2018	7	SI
11	2017-S	24/4/2017	28/4/2017	5	NO
12	2017-E	25/1/2017	30/1/2017	4	NO
13	2017-S	13/7/2017	24/7/2017	8	NO
14	2017-S	5/7/2017	17/7/2017	9	SI
15	2017-S	10/6/2017	20/6/2017	7	SI
16	2017-S	19/5/2017	26/5/2017	6	SI
17	2017-S	11/07/2017	28/07/2017	14	SI
18	2018-E	6/2/2018	14/2/2018	7	SI
19	2018-E	23/1/2018	14/2/2018	17	SI
20	2018-E	9/12/2017	15/12/2017	5	NO
21	2017-S	8/6/2017	17/6/2017	7	SI
22	2018-E	21/11/2017	16/2/2018	64	SI
23	2017-E	5/12/2016	16/12/2017	10	NO
24	2017-E	5/12/2016	20/12/2016	12	NO
25	2018-E	19/1/2018	20/2/2018	23	NO
26	2018-E	22/1/2018	20/2/2018	22	SI
27	2017-E	8/2/2017	24/2/2017	13	NO
28	2017-S	12/5/2017	31/5/2017	14	SI
29	2017-S	21/4/2017	27/4/2017	5	SI
30	2018-E	24/10/2017	2/11/2017	8	NO
31	2017-S	7/4/2017	11/5/2017	25	NO
32	2018-E	7/2/2018	15/2/2018	7	SI
33	2017-E	12/12/2016	1/2/2017	38	NO
34	2018-E	29/12/2017	16/1/2018	13	NO

35	2018-E	31/01/2018	9/02/2018	8	SI
36	2017-E	19/11/2016	12/12/2016	16	SI
37	2017-E	7/2/2017	13/2/2017	5	NO
38	2017-S	9/6/2017	12/7/2017	24	SI
39	2017-E	1/2/2017	14/2/2017	10	NO
40	2017-E	30/1/2017	9/2/2017	9	NO
41	2017-S	14/7/2017	27/7/2017	10	SI
42	2017-E	8/2/2017	15/2/2017	6	NO
43	2018-E	24/1/2018	31/1/2018	6	NO
44	2017-S	30/6/2017	18/7/2017	13	SI
45	2018-E	18/1/2018	6/2/2018	14	NO
46	2017-S	19/5/2017	26/5/2017	6	NO
47	2018-E	2/11/2017	14/2/2018	75	NO
48	2018-E	5/2/2018	15/2/2018	9	SI
49	2017-E	22/11/2016	2/12/2016	9	NO
50	2017-S	6/6/2017	20/6/2017	11	SI
51	2017-E	13/2/2017	27/2/2017	11	NO
52	2017-E	21/12/2016	16/1/2017	19	SI
53	2018-E	5/12/2017	20/12/2017	12	SI
54	2018-E	16/11/2017	28/11/2017	9	NO
55	2017-S	19/5/2017	1/6/2017	10	NO
56	2018-E	7/10/2017	2/2/2018	85	NO
57	2017-S	7/6/2017	13/6/2017	5	SI
58	2017-S	15/5/2017	1/6/2017	14	NO
59	2017-E	8/11/2016	1/12/2016	18	SI
60	2017-E	9/2/2017	26/2/2017	12	SI
61	2017-E	3/12/2016	15/12/2016	9	NO
62	2017-S	27/7/2017	3/8/2017	6	SI
63	2018-E	16/11/2017	18/1/2018	46	SI
64	2018-E	9/11/2017	29/11/2017	15	SI
65	2018-E	13/12/2017	15/12/2017	3	NO
66	2018-E	10/1/2018	31/1/2018	16	NO
67	2018-E	18/1/2018	22/1/2018	3	SI
68	2017-S	19/5/2017	29/7/2017	51	NO
69	2017-S	15/7/2017	2/8/2017	13	SI
70	2017-E	31/1/2017	16/2/2017	13	NO
71	2018-E	28/10/2017	10/11/2017	10	SI
72	2017-E	5/12/2016	16/12/2016	10	NO
73	2018-E	9/12/2017	10/1/2018	23	SI
74	2017-E	24/11/2016	20/12/2016	19	NO
75	2017-S	13/7/2017	27/7/2017	11	SI

76	2017-E	13/12/2016	20/12/2016	6	NO
77	2018-E	13/12/2017	21/12/2017	7	NO
78	2018-E	6/2/2018	8/2/2018	3	SI
79	2017-E	22/11/2016	6/12/2016	11	NO
80	2017-E	25/10/2016	30/11/2016	27	NO
81	2017-S	9/6/2017	14/6/2017	4	NO
82	2017-S	30/6/2017	12/7/2017	9	SI
83	2017-S	14/7/2017	22/7/2017	6	NO
84	2018-E	16/11/2017	23/11/2017	6	SI
85	2018-E	12/1/2018	22/1/2018	7	NO
86	2017-E	8/2/2017	16/2/2017	7	NO
87	2018-E	6/2/2018	15/2/2018	8	NO
88	2018-E	8/2/2018	17/2/2018	7	NO
89	2017-S	10/7/2017	14/7/2017	5	SI
90	2017-E	13/2/2017	20/2/2017	6	NO
91	2017-S	9/8/2017	12/9/2017	25	NO
92	2017-E	2/2/2017	9/2/2017	6	NO
93	2018-E	27/10/2017	4/11/2017	6	SI
94	2017-E	6/12/2016	13/12/2016	6	NO
95	2018-E	26/10/2017	2/11/2017	6	NO
96	2018-E	16/11/2017	23/11/2017	6	SI
97	2017-E	8/2/2017	17/2/2017	8	NO
98	2017-E	22/11/2016	20/12/2016	21	NO
99	2018-E	7/2/2018	28/2/2018	16	SI
100	2018-E	22/1/2018	6/2/2018	12	SI
101	2017-E	13/12/2016	18/1/2017	27	NO
102	2017-E	24/11/2016	3/12/2016	7	NO
103	2017-S	27/7/2017	23/8/2017	20	NO
104	2018-E	22/1/2018	14/2/2018	18	SI
105	2017-S	12/5/2017	23/5/2017	8	NO
106	2017-S	6/7/2017	13/7/2017	6	SI
107	2018-E	19/1/2018	15/2/2018	20	SI
108	2017-E	4/11/2016	17/11/2016	10	NO
109	2017-S	3/5/2017	30/5/2017	20	SI
110	2018-E	31/10/2017	23/11/2017	18	SI
111	2017-E	25/1/2017	30/1/2017	4	NO
112	2018-E	6/12/2017	11/12/2017	4	NO
113	2017-S	8/6/2017	30/6/2017	17	SI
114	2018-E	22/1/2018	24/1/2018	3	NO
115	2017-S	23/6/2017	6/7/2017	10	NO
116	2018-E	20/1/2018	15/2/2018	19	SI

117	2017-E	25/1/2017	30/1/2017	4	NO
118	2017-S	24/5/2017	8/6/2017	12	SI
119	2018-E	21/2/2018	23/2/2018	3	SI
120	2017-E	10/12/2016	11/1/2017	23	NO
121	2017-E	28/1/2017	2/2/2017	4	NO
122	2017-S	9/6/2017	15/6/2017	5	SI
123	2017-S	5/5/2017	23/5/2017	13	NO
124	2017-S	19/7/2017	1/8/2017	10	NO
125	2017-S	23/6/2017	4/8/2017	31	SI
126	2017-S	6/5/2017	9/6/2017	25	SI
127	2018-E	27/12/2017	22/1/2018	19	SI
128	2018-E	3/11/2017	16/11/2017	10	NO
129	2018-E	16/2/2018	20/2/2018	3	SI
130	2018-E	9/12/2017	20/2/2018	52	NO
131	2017-E	1/12/2016	9/12/2016	7	NO
132	2017-E	16/11/2016	24/11/2016	7	NO
133	2017-E	11/1/2017	7/2/2017	20	NO
134	2018-E	18/11/2017	29/11/2017	8	SI
135	2017-S	18/5/2017	24/5/2017	5	NO
136	2017-S	10/5/2017	26/5/2017	13	SI
137	2018-E	7/12/2017	22/1/2018	33	NO
138	2017-S	19/7/2017	22/8/2017	25	NO
139	2018-E	6/12/2017	12/2/2018	49	SI
140	2018-E	15/1/2018	22/1/2018	6	NO
141	2017-E	11/1/2017	20/1/2017	8	NO
142	2017-S	19/5/2017	6/6/2017	13	SI
143	2018-E	25/1/2018	31/1/2018	5	NO
144	2018-E	25/11/2017	16/1/2018	37	SI
145	2018-E	25/10/2017	31/10/2017	5	NO
146	2017-S	13/7/2017	22/7/2017	7	SI
147	2017-S	21/4/2017	10/5/2017	14	SI
148	2018-E	30/10/2017	2/11/2017	4	NO
149	2017-E	17/11/2016	24/11/2016	6	NO
150	2017-S	20/4/2017	26/4/2017	5	SI
151	2017-E	24/11/2016	5/12/2016	8	NO
152	2018-E	8/11/2017	24/11/2017	13	SI
153	2017-S	30/5/2017	12/6/2017	10	SI
154	2017-E	24/11/2016	10/12/2016	12	NO
155	2017-E	8/2/2017	15/2/2017	6	NO
156	2017-E	24/11/2016	30/11/2016	5	NO
157	2018-E	8/2/2018	14/2/2018	5	SI

158	2017-S	2/5/2017	17/5/2017	12	SI
159	2018-E	9/10/2017	19/10/2017	9	NO
160	2017-E	23/11/2016	2/12/2016	8	NO
161	2017-S	21/4/2017	26/4/2017	4	NO
162	2017-S	29/4/2017	10/5/2017	8	SI
163	2017-S	23/5/2017	30/5/2017	6	NO
164	2018-E	7/2/2018	15/2/2018	7	SI
165	2017-E	21/11/2016	12/12/2016	16	NO
166	2017-E	20/1/2017	10/2/2017	16	NO
167	2018-E	4/10/2017	23/10/2017	14	NO
168	2017-S	28/7/2017	3/8/2017	5	SI
169	2018-E	26/1/2018	2/2/2018	6	SI
170	2018-E	19/1/2018	27/1/2018	6	NO
171	2018-E	18/1/2018	27/1/2018	7	NO
172	2017-S	20/5/2017	3/6/2017	10	SI
173	2018-E	31/1/2018	7/2/2018	6	SI
174	2018-E	31/10/2017	2/11/2017	3	NO
175	2017-S	2/8/2017	10/8/2017	7	SI
176	2017-S	28/6/2017	13/7/2017	12	SI
177	2017-E	26/12/2016	28/2/2017	47	NO
178	2017-S	24/7/2017	26/7/2017	3	SI
179	2017-E	22/11/2016	1/12/2016	8	NO
180	2017-S	30/6/2017	12/7/2017	9	SI
181	2018-E	20/10/2017	31/10/2017	8	NO
182	2017-S	13/7/2017	18/7/2017	4	SI
183	2017-S	28/6/2017	12/7/2017	11	SI
184	2017-S	3/5/2017	16/6/2017	33	NO
185	2017-S	17/5/2017	7/6/2017	16	NO
186	2017-S	18/4/2017	28/4/2017	9	NO
187	2018-E	17/1/2018	27/1/2018	8	SI
188	2017-E	16/11/2016	19/11/2016	3	NO
189	2017-S	19/5/2017	31/5/2017	9	SI
190	2017-E	23/2/2017	1/3/2017	5	NO
191	2017-S	21/4/2017	17/6/2017	41	SI
192	2018-E	27/1/2018	19/2/2018	16	SI
193	2018-E	19/1/2018	2/2/2018	11	SI
194	2017-S	8/6/2017	13/6/2017	4	SI
195	2017-E	20/1/2017	5/2/2017	11	SI
196	2017-S	21/6/2017	13/7/2017	17	SI
197	2017-E	16/12/2016	24/1/2017	28	NO
198	2018-E	29/11/2017	4/12/2017	4	SI

199	2017-E	6/12/2016	10/1/2017	26	NO
200	2017-S	14/7/2017	24/7/2017	7	SI
201	2017-S	16/6/2017	4/7/2017	13	SI
202	2018-E	8/2/2018	14/2/2018	5	SI
203	2017-E	6/12/2016	12/12/2016	5	NO
204	2018-E	12/1/2018	16/1/2018	3	NO
205	2018-E	18/1/2018	22/1/2018	3	SI
206	2017-S	6/6/2017	13/6/2017	6	SI
207	2018-E	30/10/2017	16/11/2017	14	NO
208	2018-E	23/1/2018	24/1/2018	2	SI
209	2018-E	2/2/2018	7/2/2018	4	NO
210	2017-E	3/2/2017	14/2/2017	8	NO
211	2017-S	9/5/2017	4/7/2017	41	SI
212	2017-E	13/12/2016	16/1/2017	25	NO
213	2017-E	27/1/2017	3/2/2017	6	NO
214	2017-S	13/5/2017	16/5/2017	2	NO
215	2018-E	25/1/2018	5/2/2018	8	SI
216	2018-E	6/2/2018	16/2/2018	9	SI
217	2017-S	13/6/2017	19/7/2017	27	SI
218	2018-E	8/2/2018	20/2/2018	9	NO
219	2017-S	12/5/2017	16/5/2017	3	SI
220	2017-E	13/2/2017	16/2/2017	4	NO
221	2017-S	27/7/2017	2/8/2017	5	SI
222	2017-E	5/12/2016	12/1/2017	29	NO
223	2017-S	21/4/2017	26/5/2017	26	SI
224	2018-E	2/11/2017	6/11/2017	3	NO
225	2018-E	9/11/2017	23/11/2017	11	SI
226	2017-S	18/5/2017	22/5/2017	3	NO
227	2018-E	7/2/2018	21/2/2018	11	SI
228	2017-E	27/12/2016	30/1/2017	25	NO
229	2018-E	26/1/2018	31/1/2018	4	SI
230	2017-E	23/1/2017	26/1/2017	4	NO
231	2017-E	18/11/2016	23/11/2016	4	NO
232	2018-E	2/2/2018	20/2/2018	13	SI
233	2018-E	1/11/2017	14/11/2017	10	SI
234	2017-S	30/6/2017	12/7/2017	9	SI
235	2017-S	21/4/2017	8/5/2017	12	SI
236	2017-S	15/5/2017	23/5/2017	7	SI
237	2018-E	26/1/2018	31/1/2018	4	NO
238	2018-E	25/1/2018	16/2/2018	17	SI
239	2018-E	3/2/2018	15/2/2018	9	NO

240	2017-S	14/7/2017	19/7/2017	4	SI
241	2017-S	7/6/2017	13/6/2017	5	NO
242	2017-E	4/11/2016	16/11/2016	9	NO
243	2017-E	9/11/2016	16/11/2016	6	SI
244	2017-S	27/3/2017	3/4/2017	6	NO
245	2017-S	11/5/2017	24/5/2017	10	NO
246	2018-E	26/1/2018	14/2/2018	14	SI
247	2017-S	18/5/2017	15/6/2017	21	SI
248	2017-E	13/12/2016	12/1/2017	23	NO
249	2018-E	5/2/2018	27/2/2018	17	SI
250	2018-E	5/12/2017	14/12/2017	8	NO
251	2017-S	19/4/2017	2/5/2017	10	SI
252	2017-S	21/4/2017	24/5/2017	24	NO
253	2018-E	22/1/2018	24/1/2018	3	SI
254	2017-E	10/11/2016	22/12/2016	31	NO
255	2017-S	4/5/2017	24/5/2017	15	NO
256	2018-E	25/1/2018	31/1/2018	5	SI
257	2017-S	1/6/2017	23/6/2017	17	SI
258	2017-E	25/1/2017	9/2/2017	12	NO
259	2018-E	21/9/2017	19/10/2017	21	SI
260	2018-E	27/12/2017	18/1/2018	17	SI
261	2017-S	19/5/2017	1/6/2017	10	SI
262	2017-S	7/7/2017	27/7/2017	15	NO
263	2017-S	21/7/2017	26/7/2017	4	NO
264	2017-S	23/6/2017	21/7/2017	21	NO
265	2017-S	15/5/2017	24/5/2017	8	NO
266	2018-E	2/11/2017	22/11/2017	15	SI
267	2018-E	30/9/2017	9/10/2017	6	SI
268	2017-E	15/2/2017	1/3/2017	11	SI
269	2018-E	7/2/2018	14/2/2018	6	SI
270	2017-E	3/11/2016	25/11/2016	17	NO
271	2017-E	14/1/2017	30/1/2017	11	NO
272	2017-E	21/11/2016	29/11/2016	7	NO
273	2017-S	3/6/2017	14/6/2017	8	NO
274	2017-E	6/2/2017	16/2/2017	9	NO
275	2017-S	2/6/2017	25/7/2017	38	SI
276	2017-E	29/10/2016	12/11/2016	10	NO
277	2018-E	19/10/2017	2/11/2017	11	SI
278	2017-S	12/7/2017	25/7/2017	10	SI
279	2018-E	14/11/2017	11/12/2017	20	SI
280	2017-S	17/5/2017	24/5/2017	6	NO

281	2017-S	21/4/2017	8/5/2017	12	SI
282	2018-E	6/12/2017	2/1/2018	20	SI
283	2017-E	2/2/2017	16/2/2017	11	SI
284	2017-S	30/6/2017	12/7/2017	9	SI
285	2018-E	30/11/2017	5/12/2017	4	NO
286	2017-S	13/6/2017	23/6/2017	9	SI
287	2018-E	1/11/2017	4/11/2017	3	NO
288	2017-E	1/2/2017	13/2/2017	9	NO
289	2018-E	19/1/2018	23/1/2018	3	NO
290	2017-S	21/6/2017	13/7/2017	17	SI
291	2017-E	1/12/2016	26/1/2017	41	NO
292	2018-E	16/2/2018	19/2/2018	2	SI
293	2018-E	17/1/2018	31/1/2018	11	SI
294	2017-E	20/12/2016	26/1/2017	28	SI

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23

Tiempos manejados en el modelo de simulación

Llegada de aspirantes por día		Tiempos de revisión de requisitos (min)		Tiempo de registro y generación de volante (min)		Tiempo transcurrido de registro en base de datos y envío de solicitud de entrevista (min)		Tiempo entre solicitud de entrevista y recepción de informe		Tiempo entre recepción del informe y liquidación del volante	
martes, 06 de marzo de 2018	1	1	1.9	1	5.9	1	4.76	1	37	1	2
martes, 13 de marzo de 2018	1	2	1.2	2	4.8	2	5.19	2	5	2	1
miércoles, 14 de marzo de 2018	2	3	1.8	3	4.4	3	6.38	3	7	3	2
sábado, 17 de marzo de 2018	1	4	1.5	4	4.4	4	5.98	4	13	4	4
martes, 20 de marzo de 2018	1	5	1.9	5	4.3	5	5.47	5	5	5	16
viernes, 23 de marzo de 2018	2	6	1.8	6	4.2	6	5.5	6	2	6	5
sábado, 24 de marzo de 2018	1	7	1.6	7	4.5	7	4.52	7	8	7	3
lunes, 02 de abril de 2018	1	8	1.4	8	4.3	8	6.38	8	3	8	6
martes, 03 de abril de 2018	2	9	1.9	9	6.2	9	5.54	9	35	9	2
miércoles, 04 de abril de 2018	4	10	1.2	10	5.9	10	5.75	10	9	10	3
jueves, 05 de abril de 2018	2	11	1.7	11	5.0	11	6.32	11	48	11	1
viernes, 06 de abril de 2018	4	12	1.6	12	5.1	12	6.33	12	2	12	4
lunes, 09 de abril de 2018	4	13	1.1	13	6.1	13	5.56	13	4	13	0
martes, 10 de abril de 2018	1	14	1.6	14	4.9	14	6.19	14	8	14	3
miércoles, 11 de abril de 2018	4	15	1.4	15	6.1	15	4.55	15	4	15	10
jueves, 12 de abril de 2018	3	16	1.4	16	4.5	16	5.06	16	6	16	5

viernes, 13 de abril de 2018	4	17	1.7	17	4.8	17	4.88	17	0	17	3
sábado, 14 de abril de 2018	2	18	1.3	18	5.7	18	5.56	18	3	18	0
lunes, 16 de abril de 2018	7	19	1.7	19	4.7	19	4.95	19	6	19	1
martes, 17 de abril de 2018	9	20	1.4	20	4.3	20	5.39	20	3	20	5
miércoles, 18 de abril de 2018	8	21	1.5	21	4.2	21	5.63	21	1	21	6
jueves, 19 de abril de 2018	6	22	1.7	22	5.3	22	4.59	22	33	22	4
viernes, 20 de abril de 2018	13	23	1.3	23	5.1	23	5.81	23	1	23	13
sábado, 21 de abril de 2018	5	24	1.5	24	4.8	24	6.04	24	8	24	0
lunes, 23 de abril de 2018	3	25	1.0	25	4.4	25	4.95	25	24	25	4
martes, 24 de abril de 2018	5	26	1.1	26	4.5	26	5.08	26	5	26	1
miércoles, 25 de abril de 2018	4	27	1.1	27	5.7	27	6.3	27	22	27	30
jueves, 26 de abril de 2018	2	28	2.0	28	6.0	28	5.41	28	16	28	1
viernes, 27 de abril de 2018	6	29	1.1	29	4.8	29	5.88	29	10	29	0
sábado, 28 de abril de 2018	1	30	1.7	30	5.2	30	5.96	30	37	30	5
jueves, 03 de mayo de 2018	1	31	1.7	31	5.8	31	5.54	31	2	31	1
viernes, 04 de mayo de 2018	2	32	1.9	32	5.0	32	6.1	32	57	32	4
lunes, 07 de mayo de 2018	1	33	1.8	33	4.9	33	6.14	33	0	33	1
martes, 08 de mayo de 2018	2	34	1.7	34	5.9	34	5.18	34	7	34	3
miércoles, 09 de mayo de 2018	1	35	1.7	35	4.6	35	5.2	35	8	35	21
jueves, 10 de mayo de 2018	4	36	1.1	36	5.2	36	5	36	9	36	2
viernes, 11 de mayo de 2018	4	37	1.8	37	5.5	37	4.99	37	0	37	6
martes, 15 de mayo de 2018	3	38	1.1	38	4.9	38	6.1	38	1	38	1
miércoles, 16 de mayo de 2018	3	39	1.6	39	5.0	39	4.6	39	1	39	30
viernes, 18 de mayo de 2018	3	40	1.0	40	6.0	40	5.98	40	16	40	3
lunes, 21 de mayo de 2018	1	41	2.0	41	4.8	41	5.51	41	6	41	0
jueves, 24 de mayo de 2018	2	42	1.9	42	5.3	42	5.66	42	1	42	6
viernes, 25 de mayo de 2018	5	43	2.0	43	4.6	43	5.05	43	2	43	1
sábado, 26 de mayo de 2018	2	44	1.8	44	4.4	44	5.63	44	9	44	1

lunes, 28 de mayo de 2018	3	45	1.8	45	4.5	45	4.88	45	0	45	15
martes, 29 de mayo de 2018	3	46	1.8	46	5.7	46	5.32	46	2	46	4
miércoles, 30 de mayo de 2018	1	47	1.7	47	5.0	47	5.66	47	6	47	2
jueves, 31 de mayo de 2018	3	48	1.2	48	6.1	48	6.07	48	15	48	12
viernes, 01 de junio de 2018	4	49	1.6	49	5.5	49	5.82	49	7	49	3
martes, 05 de junio de 2018	1	50	1.2	50	5.4	50	4.76	50	5	50	2
miércoles, 06 de junio de 2018	2	51	1.6	51	5.2	51	4.72	51	0	51	8
sábado, 09 de junio de 2018	2	52	2.0	52	5.1	52	4.88	52	6	52	2
martes, 12 de junio de 2018	3	53	1.8	53	4.7	53	5.65	53	2	53	4
miércoles, 13 de junio de 2018	6	54	1.2	54	4.7	54	4.82	54	5	54	2
jueves, 14 de junio de 2018	4	55	1.2	55	4.6	55	6.29	55	0	55	4
viernes, 15 de junio de 2018	6	56	1.8	56	5.1	56	5.92	56	5	56	7
sábado, 16 de junio de 2018	1	57	1.9	57	6.0	57	4.95	57	4	57	1
martes, 19 de junio de 2018	2	58	1.7	58	4.6	58	6.32	58	6	58	7
viernes, 22 de junio de 2018	1	59	1.8	59	5.9	59	5.14	59	16	59	5
miércoles, 27 de junio de 2018	5	60	1.7	60	5.4	60	5.21	60	4	60	3
jueves, 28 de junio de 2018	2	61	1.2	61	6.1	61	6.24	61	10	61	4
viernes, 29 de junio de 2018	4	62	1.0	62	4.9	62	4.56	62	4	62	1
sábado, 30 de junio de 2018	1	63	2.0	63	5.9	63	4.52	63	22	63	4
miércoles, 04 de julio de 2018	2	64	1.6	64	5.0	64	5.66	64	1	64	2
jueves, 05 de julio de 2018	1	65	2.0	65	4.7	65	4.52	65	3	65	0
viernes, 06 de julio de 2018	3	66	1.0	66	4.3	66	6.28	66	1	66	2
lunes, 09 de julio de 2018	5	67	1.0	67	5.2	67	5.14	67	5	67	4
martes, 10 de julio de 2018	2	68	1.9	68	5.9	68	5.02	68	10	68	5
miércoles, 11 de julio de 2018	1	69	1.3	69	5.7	69	6.11	69	0	69	1
viernes, 13 de julio de 2018	1	70	1.5	70	4.6	70	6.34	70	7	70	4
lunes, 16 de julio de 2018	1	71	1.9	71	4.4	71	5.09	71	0	71	6
lunes, 23 de julio de 2018	1	72	1.2	72	5.7	72	4.68	72	4	72	7

jueves, 26 de julio de 2018	2	73	1.9	73	5.0	73	4.88	73	5	73	4
viernes, 27 de julio de 2018	3	74	1.5	74	4.5	74	5.37	74	3	74	7
martes, 31 de julio de 2018	1	75	1.9	75	5.7	75	5.02	75	4	75	2
lunes, 06 de agosto de 2018	1	76	1.7	76	5.0	76	4.77	76	17	76	2
jueves, 09 de agosto de 2018	1	77	1.4	77	4.5	77	5.26	77	0	77	1
viernes, 10 de agosto de 2018	2	78	1.0	78	5.7	78	5.85	78	11	78	7
jueves, 16 de agosto de 2018	1	79	1.5	79	5.6	79	4.91	79	15	79	3
viernes, 17 de agosto de 2018	1	80	1.1	80	5.2	80	4.88	80	5	80	3
martes, 21 de agosto de 2018	1	81	1.1	81	5.3	81	5.53	81	71	81	4
		82	1.7	82	5.6	82	5.54	82	19	82	2
		83	1.5	83	5.9	83	5.33	83	3	83	6
		84	1.7	84	4.3	84	5.9	84	8	84	6
		85	1.5	85	5.7	85	4.56	85	61	85	9
		86	1.7	86	4.7	86	5.55	86	6	86	1
		87	1.6	87	6.1	87	5.02	87	2	87	3
		88	1.8	88	4.4	88	6.31	88	1	88	3
		89	1.2	89	5.8	89	4.51	89	5	89	1
		90	1.2	90	4.3	90	5.36	90	5	90	9
		91	1.5	91	4.8	91	4.56	91	2	91	6
		92	2.0	92	5.5	92	6.01	92	1	92	6
		93	1.2	93	5.4	93	6.39	93	2	93	1
		94	1.6	94	5.1	94	6.19	94	2	94	3
		95	1.2	95	4.9	95	5.3	95	5	95	2
		96	1.6	96	4.7	96	5.65	96	1	96	2
		97	1.1	97	5.7	97	4.76	97	2	97	2
		98	2.0	98	4.3	98	6.24	98	7	98	10
		99	1.0	99	4.7	99	5.5	99	0	99	5
		100	1.2	100	4.5	100	4.97	100	1	100	4

101	1.6	101	5.0	101	5.5	101	3	101	5
102	1.3	102	5.4	102	5.59	102	8	102	5
103	1.4	103	4.4	103	5.29	103	20	103	0
104	1.3	104	5.9	104	6.07	104	0	104	11
105	1.7	105	5.3	105	4.82	105	17	105	11
106	1.3	106	4.5	106	4.76	106	9	106	2
107	1.6	107	4.7	107	4.89	107	43	107	5
108	1.3	108	5.3	108	4.56	108	14	108	2
109	1.9	109	4.3	109	4.67	109	4	109	6
110	1.2	110	5.7	110	5.09	110	1	110	2
111	1.8	111	4.3	111	5.26	111	2	111	8
112	1.2	112	6.1	112	6.35	112	1	112	5
113	2.0	113	4.8	113	4.99	113	3	113	9
114	1.5	114	6.0	114	4.76	114	13	114	2
115	1.2	115	5.5	115	5.6	115	7	115	1
116	1.3	116	4.4	116	5.45	116	45	116	4
117	1.0	117	5.3	117	4.73	117	7	117	11
118	1.8	118	4.3	118	4.8	118	23	118	27
119	1.6	119	5.4	119	4.76	119	2	119	2
120	1.8	120	5.5	120	5.82	120	13	120	6
121	1.1	121	4.3	121	6.33	121	2	121	2
122	1.3	122	5.3	122	4.9	122	13	122	6
123	1.1	123	5.2	123	5.08	123	6	123	5
124	1.3	124	5.8	124	5.31	124	11	124	17
125	1.9	125	4.9	125	5.21	125	22	125	30
126	1.8	126	5.4	126	5.69	126	11	126	1
127	1.2	127	5.8	127	4.5	127	8	127	1
128	1.4	128	4.9	128	4.92	128	4	128	5

129	1.5	129	5.2	129	6.23	129	6	129	5
130	1.5	130	5.7	130	4.9	130	25	130	7
131	1.5	131	5.4	131	5.14	131	8	131	7
132	1.9	132	4.7	132	4.76	132	7	132	3
133	1.4	133	4.2	133	6.11	133	1	133	1
134	1.8	134	5.1	134	4.68	134	18	134	2
135	2.0	135	4.7	135	4.71	135	1	135	6
	1.8	136	5.2	136	5.6	136	1	136	4
137	1.5	137	4.4	137	5.8	137	5	137	2
138	1.0	138	5.0	138	6.1	138	2	138	2
139	1.4	139	6.2	139	5.58	139	8	139	6
140	1.5	140	5.1	140	5.11	140	1	140	0
141	1.7	141	4.9	141	5.35	141	26	141	1
142	1.7	142	4.6	142	5.39	142	1	142	3
143	2.0	143	5.6	143	5.61	143	17	143	2
144	1.4	144	5.8	144	5.5	144	1	144	13
145	1.0	145	5.3	145	4.81	145	1	145	3
146	1.9	146	5.3	146	5.63	146	3	146	4
147	1.4	147	5.0	147	5.43	147	1	147	3
148	1.3	148	5.2	148	6.49	148	1	148	0
149	1.6	149	5.1	149	6.26	149	1	149	9
150	1.9	150	5.3	150	6	150	11	150	5
151	1.4	151	4.4	151	4.68	151	7	151	7
152	1.1	152	4.5	152	4.62	152	5	152	2
153	1.1	153	6.1	153	5.13	153	5	153	8
154	1.3	154	4.5	154	4.89	154	8	154	5
155	1.1	155	4.2	155	6.02	155	3	155	2
156	1.4	156	5.1	156	5.19	156	1	156	0

157	1.5	157	5.7	157	5.11	157	13	157	0
158	1.3	158	4.6	158	5.93	158	5	158	5
159	1.0	159	5.2	159	6.08	159	60	159	0
160	2.0	160	4.8	160	5.23	160	22	160	30
161	1.4	161	4.5	161	5.01	161	6	161	4
162	1.3	162	4.6	162	5.92	162	50	162	0
163	1.9	163	5.8	163	4.71	163	8	163	8
164	1.3	164	5.5	164	5.34	164	20	164	0
165	1.2	165	5.8	165	5.53	165	12	165	8
166	1.8	166	5.1	166	5.39	166	3	166	13
167	1.6	167	5.9	167	6	167	7	167	3
168	1.1	168	4.3	168	6.46	168	3	168	3
169	1.4	169	4.6	169	4.67	169	9	169	8
170	1.9	170	5.2	170	5.16	170	31	170	6
171	1.9	171	5.6	171	4.76	171	13	171	4
172	1.2	172	4.7	172	4.55	172	0	172	11
173	1.8	173	5.4	173	6.15	173	9	173	3
174	1.4	174	4.3	174	5.85	174	7	174	1
175	1.5	175	4.7	175	5.26	175	1	175	5
176	1.4	176	5.7	176	5.47	176	0	176	11
177	1.9	177	5.5	177	6.47	177	0	177	3
178	2.0	178	6.2	178	4.63	178	3	178	4
179	1.8	179	4.9	179	4.74	179	21	179	30
180	1.6	180	5.9	180	5.7	180	1	180	2
181	1.6	181	5.6	181	5.12	181	4	181	1
182	2.0	182	5.8	182	4.76	182	2	182	7
183	1.6	183	5.6	183	6.4	183	2	183	3
184	1.8	184	4.4	184	6.19	184	56	184	30

185	1.6	185	4.8	185	5.08	185	6	185	4
186	1.1	186	4.3	186	5.66	186	1	186	8
187	2.0	187	4.9	187	4.79	187	11	187	33
188	1.1	188	5.5	188	6.28	188	1	188	3
189	1.8	189	5.2	189	6.3	189	3	189	4
190	1.1	190	6.2	190	6.37	190	2	190	3
191	1.8	191	6.0	191	4.78	191	8	191	5
192	1.2	192	6.0	192	5.62	192	14	192	5
193	1.5	193	4.2	193	4.78	193	13	193	8
194	1.2	194	4.3	194	4.76	194	15	194	3
195	1.1	195	5.2	195	4.61	195	4	195	3
196	1.4	196	4.9	196	6.29	196	33	196	4
197	1.9	197	6.2	197	5.17	197	12	197	6
198	1.7	198	4.8	198	5.55	198	19	198	3
199	1.7	199	5.1	199	4.59	199	1	199	3
200	1.7	200	4.8	200	4.65	200	20	200	30
201	1.3	201	4.6	201	4.95	201	11	201	5
202	1.8	202	4.3	202	4.86	202	11	202	5
203	2.0	203	5.4	203	6.45	203	9	203	2
204	1.5	204	4.4	204	5.67	204	0	204	3
205	1.2	205	4.4	205	6.25	205	0	205	6
206	2.0	206	5.3	206	4.76	206	11	206	9
207	1.4	207	5.4	207	5.66	207	5	207	9
208	1.8	208	5.0	208	5.88	208	7	208	5
209	2.0	209	4.5	209	5.94	209	28	209	5
210	1.9	210	5.6	210	5.64	210	2	210	5
211	1.3	211	4.5	211	4.69	211	1	211	0
212	1.4	212	5.3	212	4.76	212	10	212	1

213	1.2	213	5.4	213	5.55	213	20	213	33
214	1.2	214	4.3	214	4.65	214	10	214	4
215	1.5	215	4.3	215	4.5	215	1	215	2
216	1.1	216	5.3	216	5.77	216	0	216	1
217	1.7	217	6.0	217	5.01	217	2	217	3
218	1.3	218	5.0	218	4.76	218	5	218	2
219	1.8	219	5.0	219	5.35	219	26	219	30
220	2.0	220	4.7	220	4.6	220	9	220	1
221	1.5	221	4.7	221	5.22	221	23	221	1
222	1.9	222	5.9	222	5.01	222	13	222	4
223	1.4	223	5.7	223	5.46	223	5	223	15
224	1.4	224	5.7	224	4.76	224	2	224	2
225	1.2	225	5.1	225	5.49	225	6	225	6
226	1.0	226	4.7	226	4.76	226	1	226	1
227	1.6	227	6.2	227	4.68	227	3	227	10

Fuente: Elaboración propia

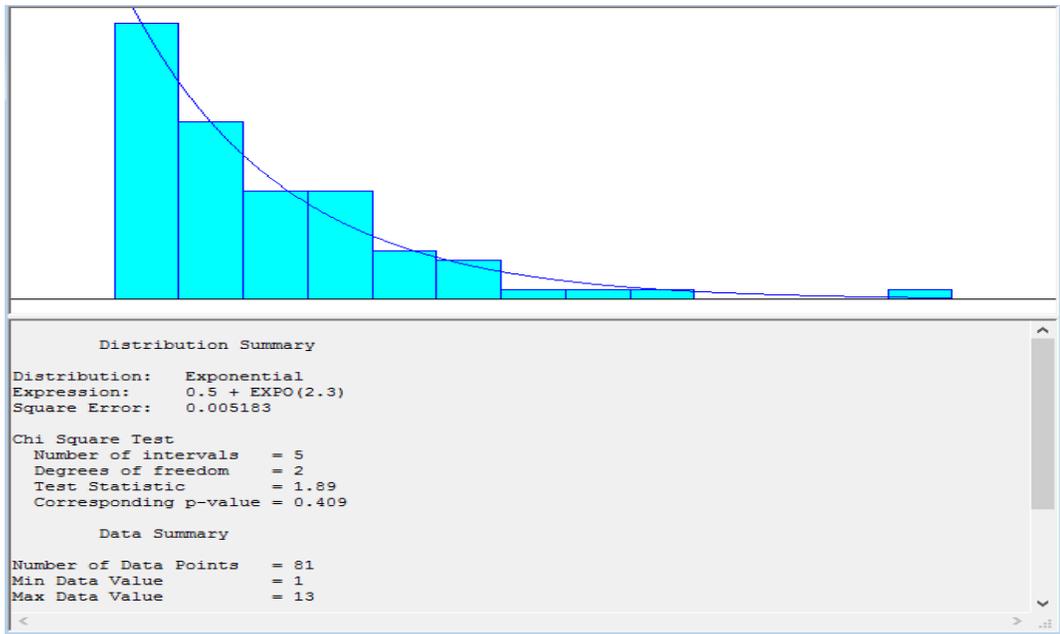


Figura 32 Input Analyzer: Tasa de llegada de aspirantes por día

Fuente: Elaboración propia

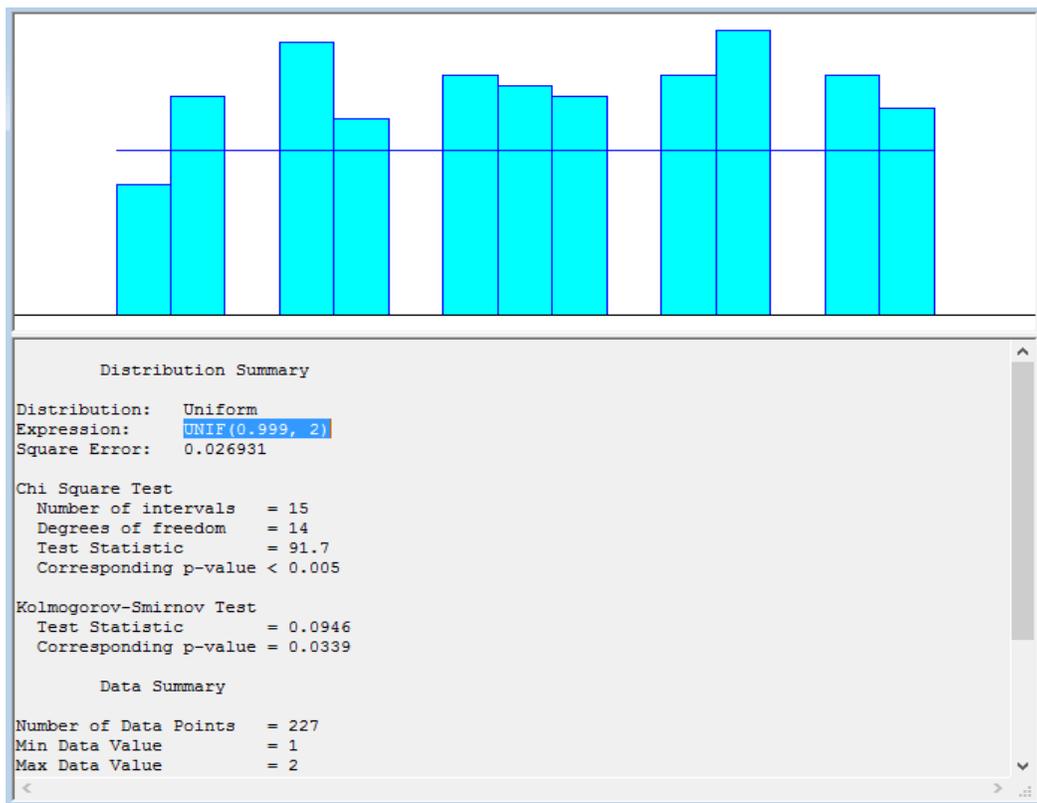


Figura 33 Input Analyzer: Tiempos entre la revisión de documentos e inspección de requisitos

Fuente: Elaboración propia

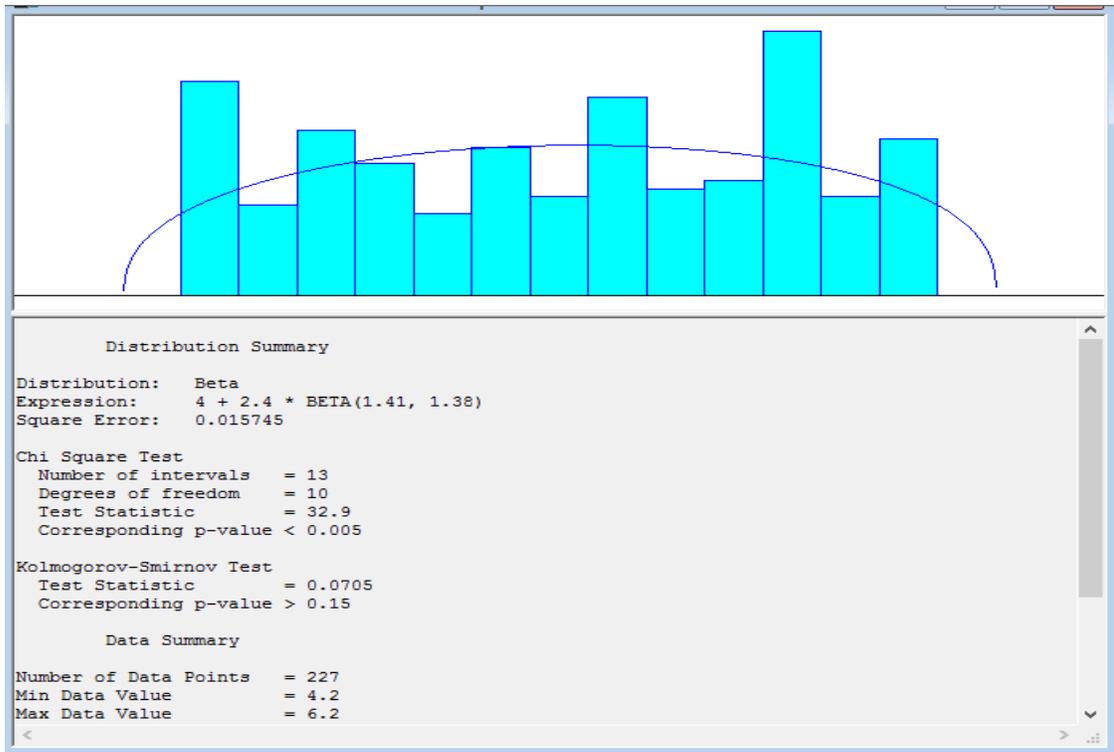


Figura 34 Input Analyzer: Tiempo entre registro y generación de volante
 Fuente: Elaboración propia

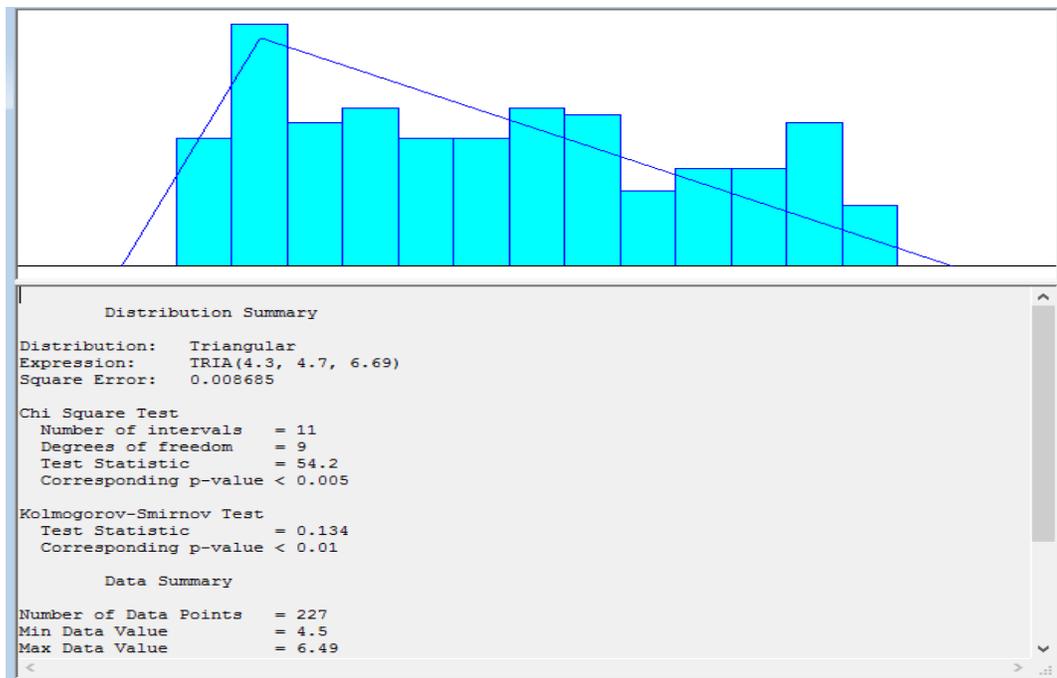


Figura 35 Input Analyzer: Registro en base de datos y envío de solicitud de entrevista
 Fuente: Elaboración propia

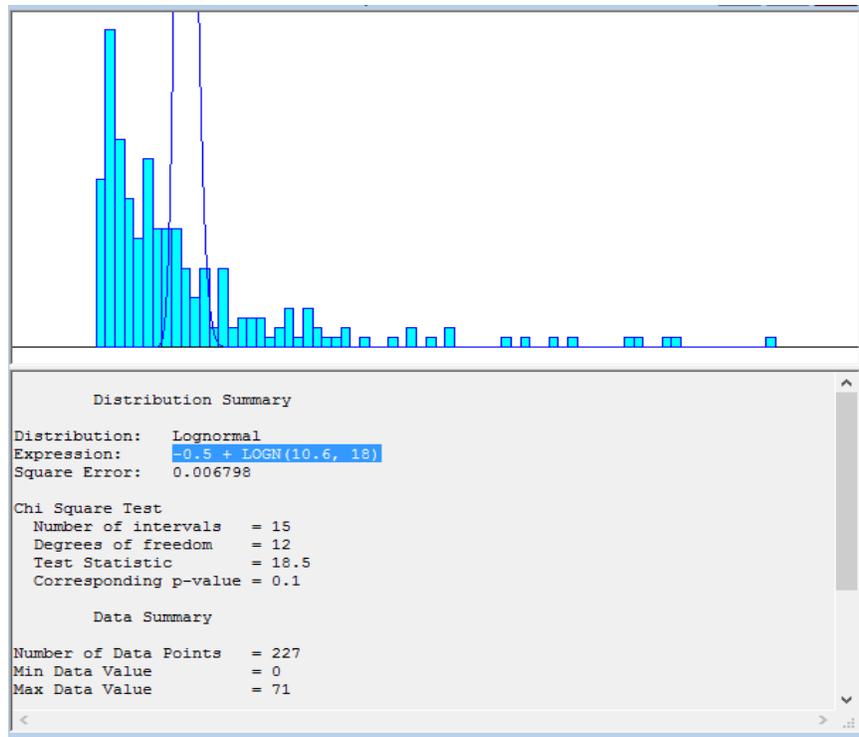


Figura 36 Input Analyzer: Tiempo entre la cita y generación de informe
Fuente: Elaboración propia

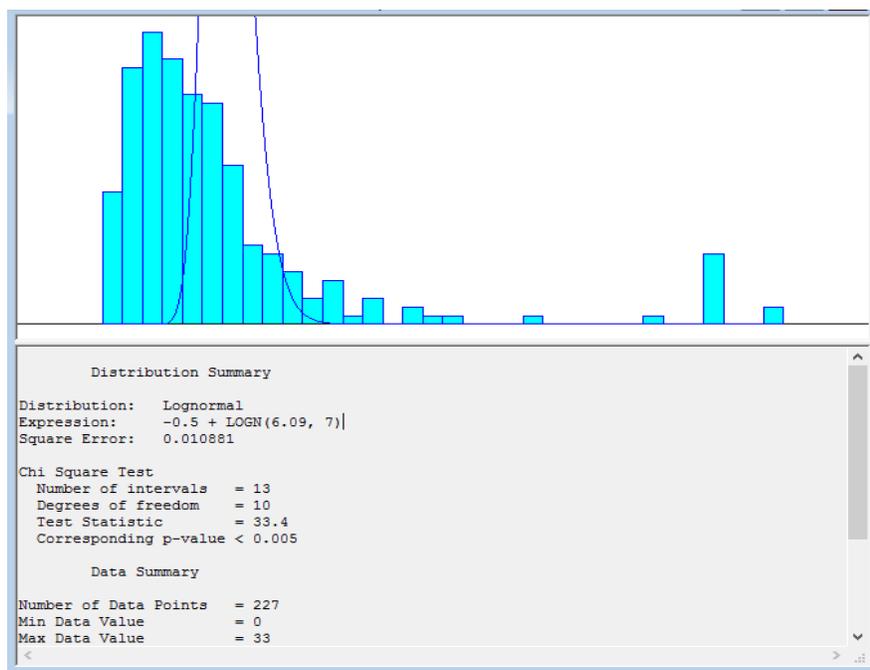


Figura 37 Input Analyzer: Recepción de informe y envío de resultados
Fuente: Elaboración propia