

**DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE MEJORA PARA LA DISMINUCIÓN DEL
TIEMPO DE ATENCIÓN AL CLIENTE EN EL RESTAURANTE ITALIANO
MEDIANTE LA METODOLOGÍA DMAIC.**

**SILVANA MILEYDI CABEZAS MOLINA
DAVID JIMÉNEZ GUERÍN**

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DE POPAYÁN
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL
POPAYÁN
2021**

**DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE MEJORA PARA INCREMENTAR LA
SATISFACCIÓN DEL CLIENTE EN EL RESTAURANTE ITALIANO MEDIANTE LA
METODOLOGÍA DMAIC.**

**SILVANA MILEYDI CABEZAS MOLINA
DAVID JIMÉNEZ GUERÍN**

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial

**Jaime Humberto Mendoza
DOCTOR EN INGENIERÍA CON ENFASIS EN INGENIERIA DE ALIMENTOS**

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DE POPAYÁN
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL
POPAYÁN
2021**

PÁGINA DE ACEPTACIÓN

**Nota de aceptación:
Aprobado por el Comité de Grado en
Cumplimiento de los requisitos
Exigidos por la Fundación
Universitaria de Popayán para optar al
Título de Ingeniero Industrial**

Nombre del Jurado

Nombre del Jurado

Nombre del director

CONTENIDO

RESUMEN	13
INTRODUCCIÓN	14
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO	16
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	17
1.3. OBJETIVOS.....	18
1.3.1. Objetivo general.....	18
1.3.2. Objetivos específicos	18
2. MARCO REFERENCIAL.....	19
2.1. LOCALIZACIÓN	19
2.2. MARCO TEÓRICO.....	20
2.2.1. Industria de servicios	20
2.2.2. El Restaurante Italiano	21
2.2.3. Terminología.....	23
2.2.4. Six sigma.....	24

2.2.5. Metodología de mejora de procesos DMAIC	27
2.2.6. Herramientas de la calidad.....	32
2.2.7. Minitab.....	33
2.2.8. Simulación	34
2.2.9. Indicadores financieros	37
2.3. ESTADO DEL ARTE.....	40
3. METODOLOGÍA.....	44
3.1. DEFINIR	44
3.2. MEDIR	45
3.3. ANALIZAR	46
3.4. MEJORAR	46
3.4.1. Simulación	47
3.4.2. Análisis de rentabilidad.....	47
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
4.1. FASE DEFINIR	48
4.1.1. Project Chárter	48

4.1.2.	SIPOC	51
4.1.3.	Critical to Quality (CTQ).....	55
4.1.4.	Diagrama de barras.	57
4.1.5.	Matriz de priorización.....	57
4.1.6.	Situación actual de la empresa.....	59
4.2.	FASE MEDIR	60
4.2.1.	Plan de recolección de datos.....	60
4.2.2.	Capacidad del proceso	63
4.2.2.2.	Histograma.....	65
4.3.	FASE ANALIZAR.....	71
4.3.1.	Diagrama de Barras.....	71
4.3.2.	Cinco Por qué (5 W)	72
4.3.3.	Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF)	74
4.3.4.	Clasificación ABC de causas por RPN.....	76
4.4.	FASE DE MEJORA.....	78
4.4.1.	Simulación	81

4.4.2. Análisis de rentabilidad.....	99
5. CONCLUSIONES	103
6. RECOMENDACIONES.....	105
7. REFERENCIAS.....	106
8. ANEXOS	114

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Project Chárter	48
Tabla 2: Diagrama SIPOC	51
Tabla 3: Factor crítico de la calidad.....	55
Tabla 4: Matriz de priorización por familia de productos	58
Tabla 5: Tiempo empleado en la preparación de lasagna	62
Tabla 6: Interpretación cualitativa del índice Cp.....	69
Tabla 7: Matriz 5W	72
Tabla 8: Matriz AMEF	74
Tabla 9: Priorización de causas	76
Tabla 10: Promedio de frecuencias de llegada por día de semana	83
Tabla 11: Medida de las diferentes áreas y equipos	83
Tabla 12: Distribuciones estadísticas.....	84
Tabla 13: Probabilidades de tiempo de preparación.....	85
Tabla 14: Probabilidades de tiempo de espera por horno.....	86
Tabla 15: Probabilidades de tiempo de servir Lasagna	86

Tabla 16: Probabilidades de tiempo del mesero en entregar pedido	87
Tabla 17: Tipos de pedidos para la simulación.....	89
Tabla 18: Prueba t-student: Datos actuales vs Datos actuales simulados.....	92
Tabla 19: Primeros resultados de simulación proceso actual	94
Tabla 20: Primeros resultados de simulación proceso mejorado.....	96
Tabla 21: Total inversión para el primer año.....	100
Tabla 22: Rentabilidad producción de lasagna	100
Tabla 23: Proyección Flujo de Caja.....	101
Tabla 24: Cálculo indicadores financieros.....	102

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de localización del Restaurante Italiano	19
Figura 2: Ciclo DMAIC.....	28
Figura 3: Herramientas del proceso DMAIC de la metodología Lean-Six Sigma.....	29
Figura 4: Quejas recibidas en el Restaurante Italiano	54
Figura 5: Platos vendidos en el semestre de abril a septiembre del año 2019 vs 2020 ...	57
Figura 6: Diagrama de Flujo Actual: Elaboración de lasagna.....	59
Figura 7: Plano de distribución actual de espacios.....	60
Figura 8: Diagrama de control de tiempos del proceso	64
Figura 9: Histograma de tiempos del proceso	65
Figura 10: Prueba de normalidad de los tiempos de entrega de la lasagna	66
Figura 11: Respuestas pregunta 3 de la encuesta aplicada a los clientes del RI.....	67
Figura 12: Gráfica de capacidad del proceso.....	68
Figura 13: Gráfica de nivel sigma del proceso	70
Figura 14: Diagrama de barras: Errores en el proceso	71
Figura 15: Diagrama de Pareto: Causas de fallos potenciales.....	77

Figura 16: Diagrama de Flujo Propuesto.....	79
Figura 17: Plano de redistribución de espacios	80
Figura 18: Comparación grafica de distribuciones asociadas	85
Figura 19: Locaciones en la simulación	88
Figura 20: Entidades en la simulación.....	89
Figura 21: Comparación desviación estándar de 2 muestras.....	93
Figura 22: Simulación proceso actual	95
Figura 23: Simulación proceso mejorado.....	96
Figura 24: Prueba de normalidad proceso mejorado	97
Figura 25: Informe de desempeño del proceso Antes y Después.....	98

LISTA DE ANEXOS

Anexo A: Encuesta realizada a los clientes del Restaurante Italiano	114
Anexo B: Plan de recolección de datos.....	118
Anexo C: Formato registro de tiempos del proceso.....	119
Anexo D: Observaciones actuales registradas en la toma de tiempos.....	120
Anexo E: Observaciones obtenidas de la simulación actual	121
Anexo F: Observaciones obtenidas de la simulación con escenarios de mejora	122

RESUMEN

El restaurante italiano, es una compañía familiar que opera hace 28 años en el sector histórico de la ciudad de Popayán, ofreciendo sus servicios gastronómicos a clientes locales y extranjeros. Actualmente, cuenta con una sola sede, 10 trabajadores y una amplia carta la cual ha sido modificada a lo largo de los años.

Ahora bien, a pesar de que el restaurante italiano es muy reconocido por la calidad de sus productos, presenta algunas falencias a nivel de servicio. Dichos errores son provocados por distintas variables las cuales son objeto de estudio en la presente investigación, con el fin de priorizar aquel problema que genere una mayor afectación en la calidad de servicio. Lo anterior, se desarrolla a través de la metodología DMAIC, que permitió definir que la variable con mayor afectación es la demora en la atención al cliente.

Mediante la aplicación de las fases de la metodología DMAIC se propone un plan de mejora para disminuir los tiempos de atención al cliente en el restaurante italiano, el cual posteriormente es evaluado mediante el software FlexSim 2021 (software para simular de procesos). Al finalizar, se identificó que, de ser implementadas las mejoras propuestas, el Restaurante Italiano logra disminuir la media y la variación de los tiempos de atención al cliente, lo cual implica una reducción en los defectos por millón de unidades, es decir, un incremento en el nivel sigma del proceso.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la competitividad de las industrias de cualquier sector no se mide sólo en cuanto a la productividad sino también de acuerdo al nivel de servicio; las empresas deben enfocar sus esfuerzos en la satisfacción del cliente o tenderán a desaparecer (Arellano Díaz, 2017). En el caso de negocios del sector gastronómico es un proceso fundamental puesto que el principal objetivo es lograr la fidelización de los clientes; esto se logra a través de una buena atención, personal bien formado, infraestructuras adecuadas, la relación precio/calidad, la calidad de la comida y el tiempo de espera. (Terryann, 2013)

Este estudio busca mejorar la calidad de atención al cliente en el Restaurante Italiano ubicado en el centro histórico de la ciudad de Popayán. La ciudad blanca es conocida por las procesiones realizadas en la semana de cuaresma, donde se reciben aproximadamente 22.000 turistas cada año, siendo esta la semana con un mayor crecimiento de la demanda para el restaurante italiano, dando lugar al incremento de las quejas recibidas por los clientes debido a los altos tiempos de espera para la entrega de pedidos. A su vez, dicho inconveniente no solo se observa en temporadas de alta demandas, sino también a lo largo del año. (*Alcaldía Municipal de Popayán | Popayán tuvo más de 22.000 visitantes durante la Semana Santa, s. f.*)

Para lograr un aumento en la calidad del servicio de la organización, es necesario implementar estrategias de mejora continua, que permitan cumplir con los requerimientos establecidos por el cliente. Entre ellas, se encuentra la metodología Six Sigma, la cual tiene como objetivo la reducción de la variabilidad de los procesos a partir de la aplicación de las fases del ciclo DMAIC, el cual proviene de las palabras en inglés, Define, Measure, Analyze, Improve,

Control; cinco etapas que van desde el diagnóstico inicial de la organización, hasta la implementación y control de mejoras aplicadas a los procesos productivos.

Mediante la metodología DMAIC se busca realizar un diagnóstico de la situación actual del restaurante italiano empleando herramientas de la fase definir, con el objetivo de establecer la problemática central del restaurante con base en los criterios de calidad que manifiesta el cliente.

Una vez evidenciados los problemas que repercuten en la calidad de servicio, se procede a analizar la información para determinar la variable crítica de estudio. En su esencia, DMAIC hace a un lado vagas conjeturas para concentrarse en los elementos que potencialmente estén causando la problemática que se determina en la fase medir, para en últimas, determinar el grupo de causas vitales responsables, que den la pauta para ajustar y proponer las mejoras. (Anbari & Kwak, 2004)

Para evaluar el impacto de las mejoras propuestas en el restaurante italiano, se realiza una simulación de estas mediante el software de modelado de procesos Flexsim. Además, para tener una mayor certeza de la viabilidad de desarrollar el plan de mejora propuesto se realiza un análisis costo beneficio de la inversión que se prevé realizar para minimizar el tiempo de entrega de pedidos al cliente. Teniendo en cuenta la simulación de los procesos, no se lleva a cabo la fase de control, dado que el alcance del proyecto no permite desarrollar dicha etapa.

El resultado esperado del proyecto es la disminución del tiempo de atención al cliente, con el que se pretende contribuir al incremento de la satisfacción del mismo, siendo esta una prioridad para la administración del Restaurante Italiano, debido a que busca que el restaurante se destaque en el mercado nacional e internacional por la prestación de un servicio de calidad a los turistas y nacionales que se reciben anualmente.

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El restaurante italiano de la ciudad de Popayán hace parte de las principales recomendaciones realizadas por sitios web que proporcionan reseñas de contenido relacionado con viajes. Sin embargo, en ocasiones el servicio se ve afectado por la demora en la entrega de pedidos, generando un alto grado de quejas y reclamos por parte de los consumidores, observándose aproximadamente 2 quejas por cada 8 clientes.

El restaurante se encuentra limitado a nivel de infraestructura, cuenta con 17 mesas con una capacidad de atención de 3 a 4 personas por mesa y cuenta con 1 mesero, 2 asistentes de meseros, 2 cocineros y 1 cajero. En el estudio realizado por Elizabeth T. et. Al (2016) se obtuvieron resultados donde se indica con un 15,6% que para los clientes es prioritaria la atención de este y que dicho ámbito requiere mejoras. (Elizabeth et al., 2016). De manera recurrente el restaurante alcanza su capacidad máxima afectando el nivel de servicio al cliente, por este motivo, es necesario realizar cambios que permitan maximizar la eficiencia de los procesos a fin de reducir los tiempos y mejorar la rotación de mesas en el restaurante.

Paola R. et. Al (2017) desarrolló una propuesta de implementación de la metodología DMAIC para disminuir la insatisfacción y molestias en los clientes del restaurante Route 66 Rock Colombia S.A.S, con la que se obtuvo una reducción de 15 minutos en el tiempo de entrega al cliente del plato Alas x6. Teniendo en cuenta que el restaurante Route 66 cumplió con su objetivo al disminuir los tiempos de entrega de pedido, se plantea la siguiente pregunta: ¿Cómo la

metodología DMAIC puede disminuir los tiempos de entrega de los pedidos del cliente en el Restaurante Italiano?

1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Se sabe que la satisfacción del cliente es el elemento más importante en los negocios, porque cuando el cliente está satisfecho, no solo generan ganancias al negocio, sino que se convierten en clientes habituales (Sabir, R.I., Ghafoor, O., Hafeez, I., Akhtar, 2014). Para apoyar ese argumento, Sze (2006) acuñó que los clientes son la fuente de ganancias para la organización.

Con base en las teorías planteadas anteriormente, se busca controlar o eliminar las fallas potenciales que existen en el restaurante italiano, dado que, constantemente se reciben quejas relacionadas con el tiempo de espera del cliente (desde que el mesero toma el pedido, hasta que el cliente recibe el plato en la mesa), con lo cual se ve afectada la satisfacción del mismo.

Una de las posibles causas de esto, es que los procesos tanto administrativos como productivos, se realizan de forma empírica, es decir, no tienen en cuenta fundamentos ni estándares que posibiliten el desarrollo de un proceso óptimo y eficiente, lo cual conlleva a un elevado incremento en el tiempo de entrega de pedidos al cliente.

El trabajo de investigación realizado por R. F. Schmal y T. Y. Olave, permitió emprender acciones de mejora en el rendimiento del proceso de atención al cliente en tiempos de alta demanda en un restaurante de Chile, posibilitando una disminución del 20% en los tiempos de espera de los clientes, concluyendo que el mejoramiento propuesto a través de Six Sigma permitía aumentar la cantidad de clientes que el restaurante era capaz de atender, trayendo consigo un fuerte aumento en las ventas y en la rentabilidad del negocio (Schmal & Olave, 2014).

Para el restaurante italiano, es vital hacer el estudio porque permite conocer las causas de los excesivos tiempos de entrega de pedidos al cliente, puesto que de esta manera se podrá abordar la situación desde su raíz y consecuentemente se eliminarán las repetidas quejas y descontentos de los clientes, contribuyendo con el incremento de la satisfacción del cliente la cual es una prioridad para la administración, principalmente porque busca que el restaurante se destaque en el mercado nacional e internacional por la prestación de un servicio de calidad a los turistas y nacionales que se reciben anualmente.

1.3.OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Diseñar una propuesta de mejora para disminuir los tiempos de atención al cliente en el restaurante italiano mediante la metodología DMAIC.

1.3.2. Objetivos específicos

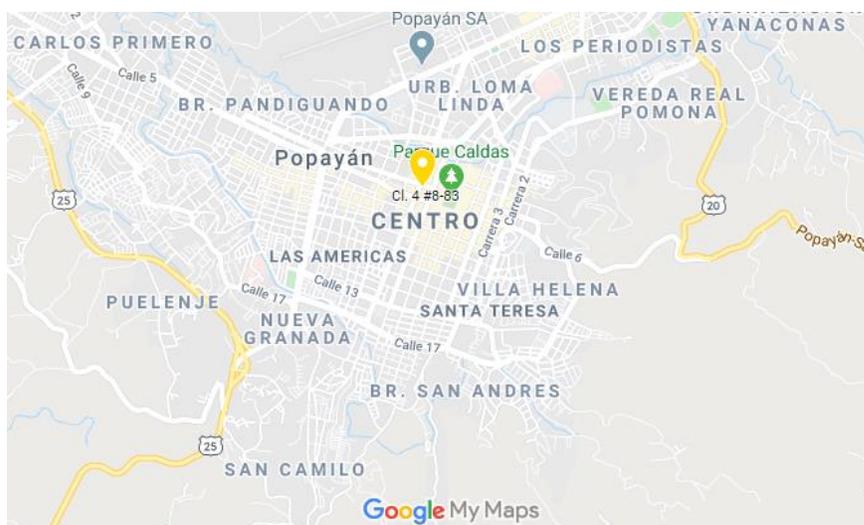
- a) Realizar un diagnóstico de la situación actual del restaurante italiano empleando herramientas de la fase definir de la metodología DMAIC.
- b) Identificar y medir las variables que afectan la satisfacción del cliente utilizando herramientas estadísticas six sigma para cuantificar la magnitud del problema y su impacto en los resultados del negocio.
- c) Analizar los factores que tienen mayor impacto en el requerimiento del cliente, empleando herramientas de causa y efecto.
- d) Desarrollar un modelo que permita estudiar la situación actual y mejorada en los procesos del restaurante italiano.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1.LOCALIZACIÓN

El restaurante italiano se encuentra ubicado en la calle 4 #8-83 (Ver: Figura 1) en la ciudad de Popayán capital del departamento del Cauca en la república de Colombia, se encuentra a una altitud de 1.738 metros sobre el nivel del mar, msnm, con una temperatura media de 19° C, se localiza a los 2°27' norte y 76°37'18" de longitud oeste del meridiano de Greenwich. La población estimada es de 270.000 habitantes aproximadamente en su área urbana. [9]

Figura 1: Mapa de localización del Restaurante Italiano



Fuente: Google Maps (2020).

2.2.MARCO TEÓRICO

2.2.1. *Industria de servicios*

La industria de servicios es distinguida desde la década de 1930, cuando Fisher (1935) institucionalizó el término "sector terciario". Sin embargo, en este momento poco se había escrito sobre la calidad del servicio hasta la década de 1970, tan pronto empezó a hacerse visible su vínculo con las experiencias vividas del cliente durante la prestación del servicio, se allanó el camino para iniciar investigaciones respecto a su conceptualización y medición (*Mejora Continua del Servicio al Cliente Mediante ServQual y Red de Petri en un Restaurante de Santa Marta, Colombia*, s.f.). En el marco de esa dinámica, desde entonces se vienen llevando a cabo importantes investigaciones sobre la calidad de los servicios (Rojas-Ríos et al., 2016).

2.2.1.1 Sector gastronómico en Colombia:

ProColombia destaca estudios como el de Condé Nast Traveler, según el cual 48% de los turistas con alto poder adquisitivo planean su viaje centrado en comida y restaurantes. Así mismo, se refiere a datos de la Organización Mundial del Turismo (OMT), que evidencian que la gastronomía genera un impacto cercano a 30% de los ingresos económicos de un destino.

Es por todo esto que ProColombia definió una serie de mercados objetivos para la promoción del nicho de gastronomía, que son: Estados Unidos, México, Ecuador, Perú, Chile, Argentina, Brasil, España y Alemania, como mercados clave; Canadá, Reino Unido y Francia como mercados en consolidación y Australia, como una oportunidad.

Según la entidad, las regiones colombianas en donde se concentra la mayor oferta gastronómica para el turista internacional son: Bolívar, Antioquia, Eje Cafetero, Bogotá, Chocó y Cauca. (ProColombia, 2018)

El trabajo propuesto es de gran importancia no sólo para el Restaurante Italiano, sino también para el departamento del Cauca, teniendo en cuenta que la propuesta de mejora va en pro de la satisfacción del cliente y se estima que a mayor satisfacción mayor número de clientes y asimismo mayor será el aporte económico y de reconocimiento que se tendrá del departamento del Cauca.

2.2.2. El Restaurante Italiano

Luego de varios años de viaje a lo largo del mundo, en el año 1975 Chantal Guerín decidió viajar por Suramérica con el deseo de conocer y explorar los valles y ríos de los acogedores países latinos. En su parada por Colombia conoció a Darío, un caleño quien desde hace unos años se había radicado en la capital Caucana y llegó para convertirse en el amor de su vida, desde entonces Chantal proveniente de Suiza, comenzó a viajar concurridamente hacia Colombia hasta concretar su relación con Darío y comenzar una nueva vida en la ciudad de Popayán.

Chantal siempre se destacó por una alta capacidad para relacionarse con las personas, además, siempre tuvo pasión por la gastronomía y un alto nivel en el manejo de diferentes idiomas, razón por la cual al ver la oportunidad de negocio para la compra del restaurante italiano (quien se destina desde entonces para turistas), no lo dudó y buscó las fuentes para financiar el negocio. En el año 1995 lo adquirió en asociación con Markus Viertler. El cual después de un año, vendió su parte a Chantal quedando desde entonces hasta hoy como única propietaria del negocio.

El motor del restaurante italiano es su dueña, quien con sus esfuerzos y a través de la experiencia siempre quiere lo mejor para sus clientes internos y externos, logrando ganarse un espacio en el corazón de todo aquél que de forma entusiasta y con altas expectativas de consumo visita el popular “Restaurante Italiano”.

El restaurante conserva la estructura y estética desde su creación, su carta se ha venido renovando al pasar de los años, aumentando variedad en sus platos, haciendo homenaje a la comida típica de su país y de su amado país fronterizo, Italia.

2.2.2.1.Misión:

Somos una empresa dedicada a ofrecer platos nacionales e internacionales, reconocidos por el sabor auténtico de la comida típica del sur y el centro del continente europeo. Brindamos a nuestros clientes productos y servicios de alta calidad, que nos mantienen en los primeros lugares de oferta gastronómica de la ciudad de Popayán.

Nuestros colaboradores, son parte esencial de nuestra organización y están dispuestos a brindar la mejor atención a nuestros clientes, se destacan en valores como el respeto, la cordialidad y el amor por su trabajo, haciendo sentir al cliente una experiencia grata e inolvidable.

2.2.2.2.Visión:

Ser el restaurante temático preferido por locales y turistas nacionales e internacionales. Nuestra meta es lograr un reconocimiento internacional por la calidad del servicio brindado y el exquisito sabor de nuestros platos. Del mismo modo, aportar a la diversificación de la oferta gastronómica y el desarrollo sostenible del país.

2.2.3. Terminología

Emplatado: la forma en la que se presenta un platillo, es el toque final de todo el trabajo en la cocina. En algunas ocasiones esta presentación se adjudica a la cocción de los alimentos que componen el platillo, desde la consistencia, el color y hasta el aroma. (Gastrolab, 2020)

Ciente: es una persona o entidad que compra los bienes y servicios que ofrece una empresa. También, la palabra cliente puede usarse como sinónimo de comprador, el cliente puede comprar un producto y luego consumirlo; o simplemente comprarlo para que lo utilice otra persona. Sin duda, el cliente es el principal foco de atención de cualquier empresa, puesto que todos los planes y las estrategias de marketing deben enfocarse, desarrollarse e implementarse en función del cliente. (Myriam Quiroa, 2018)

Proceso productivo: alude a una serie de trabajos y operaciones que permiten llevar a cabo la producción de un bien o servicio. Estas operaciones son planeadas, dinámicas y consecutivas, y su objetivo es transformar la materia prima hasta volverla ideal para la producción. (Enciclopedia Económica, 2018)

Proceso de servicio al cliente: es el conjunto de operaciones que una empresa lleva a cabo con todo su personal, integrando diferentes departamentos para garantizar una experiencia sólida y satisfactoria a cada cliente. Desde conocer y ayudar a los clientes en sus necesidades, una comunicación fluida, respuestas rápidas y efectivas a sus solicitudes; hasta detectar sus necesidades para proponer acciones de mejora. (Tech Blog, 2020)

Muestra: Es un subconjunto o parte del universo o población en que se llevará a cabo la investigación. La muestra es una parte representativa de la población. (Luis, 2004)

Muestreo: Es el método utilizado para seleccionar a los componentes de la muestra del total de la población. Consiste en un conjunto de reglas, procedimientos y criterios mediante los cuales se selecciona un conjunto de elementos de una población que representan lo que sucede en toda esa población. (Mata et al, 1994)

Focus Group: es un método de investigación cualitativa que reúne participantes de una entrevista, en la cual se exponen opiniones sobre productos o servicios. (Lisboa, 2019)

2.2.4. Six sigma

Los impulsores de esta herramienta definen a Six Sigma (o seis sigmas) como una metodología de calidad aplicada para ofrecer un mejor producto o servicio, más rápido y al costo más bajo, centrando su foco en la eliminación de defectos y la satisfacción del cliente, entendiendo como tal la concepción japonesa del mismo (es decir, tanto el cliente interno como el externo). (Alderete et al., 2003)

Sigma (σ) es una letra del alfabeto griego que representa a la S, utilizada por los estadísticos para medir una variación. Cuando se aplica a un proceso de negocio, una calificación Sigma indica una unidad o valor de eficacia en procesos y procedimientos. Cuanto mayor sea una calificación Sigma, menos defectos habrá. La metodología Six Sigma se basa en la curva de distribución normal para conocer el nivel de variación de cualquier actividad. (Alderete et al., 2003)

El libro “The Six Sigma Black Belt Handbook”, plantea el empleo de Six Sigma desde diferentes aspectos, para el desarrollo de la propuesta a realizar en el Restaurante Italiano y Pizzería, se toman en cuenta las siguientes teorías expuestas en el libro mencionado anteriormente. (Voehl et al., 2013)

2.2.4.1.Six sigma como una métrica:

Sigma es la medida utilizada para evaluar el rendimiento del proceso y los resultados de los esfuerzos de mejora, una forma de medir la calidad. Las empresas usan sigma para medir la calidad porque es un estándar que refleja el grado de control sobre cualquier proceso para cumplir con el estándar de desempeño establecido para ese proceso. (Voehl et al., 2013)

Sigma es una escala universal. Es una escala como un criterio que mide pulgadas, una balanza que mide onzas o un termómetro que mide la temperatura. Las escalas universales, como la temperatura, el peso y la longitud, nos permiten comparar objetos muy diferentes. La escala sigma nos permite comparar procesos comerciales muy diferentes en términos de la capacidad del proceso para mantenerse dentro de los límites de calidad establecidos para ese proceso.

La escala Sigma mide los defectos por millón de oportunidades (DPMO). Six Sigma equivale a 3.4 defectos por millón de oportunidades. La métrica Sigma permite comparar procesos diferentes en términos del número de defectos generados por el proceso en un millón de oportunidades. (Voehl et al., 2013)

Dave Harrold, en Control Engineering cita niveles sigma de referencia desglosados por industria y tipo de proceso:

- Asesoramiento fiscal por teléfono del IRS - 2.2 σ
- Facturas de restaurantes, redacción de recetas médicas y procesamiento de nóminas - 2.9 σ
- Empresa promedio - 3.0 σ
- Manejo de equipaje de la aerolínea - 3.2 σ

- Las mejores empresas de su clase: 5.7σ
- Accidentes de aviones de la Marina de los EE. UU. - 5.7σ
- Mire por 2 segundos en 31 años - 6σ
- Tasa de mortalidad de la industria aérea - 6.2σ

Claramente, el valor de sigma es su aplicación universal como medida de calidad organizacional y de procesos. Con sigma como la escala, las medidas de la calidad del proceso tal cual y los estándares para los objetivos del proceso que deberían ser para la mejora de la calidad se pueden establecer y comprender para cualquier proceso de negocio.

2.2.4.2. Six Sigma como metodología:

Los profesionales de Six Sigma miden y evalúan el rendimiento del proceso utilizando DPMO y sigma. Aplican la rigurosa metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar) para analizar procesos con el fin de eliminar las fuentes de variación inaceptable, y desarrollar alternativas para eliminar o reducir errores y variaciones. Una vez que se implementan las mejoras, se implementan controles para garantizar resultados sostenidos. El uso de esta metodología DMAIC ha permitido a muchas organizaciones mejoras significativas en la calidad y rentabilidad de los productos y servicios en los últimos años.

Utilizando la métrica sigma y uniendo esta variedad de enfoques con la metodología DMAIC, la metodología Six Sigma se convierte en una poderosa metodología de resolución de problemas y mejora continua.

Claramente, el uso de un conjunto consistente de métricas puede ayudar enormemente a una organización a comprender y controlar sus procesos clave. Así también, las diversas

metodologías de resolución de problemas mejoran significativamente la capacidad de una organización para impulsar mejoras significativas y lograr soluciones centradas en la causa raíz.

2.2.4.3. Medida del Nivel Seis Sigma:

Expresa la variabilidad del proceso con respecto a las especificaciones establecidas por la organización o los requerimientos de los clientes. Esta medida se realiza mediante una tabla de información que muchos autores toman como base para establecer la medida de desempeño de la organización. Estos cálculos se obtienen de cuantificar la medida de probabilidad de un proceso cuyo comportamiento sea una distribución normal estándar, cumpla con las especificaciones requeridas en el proceso.

2.2.5. Metodología de mejora de procesos DMAIC

Definir, medir, analizar, mejorar y controlar (DMAIC) comprende las fases principales de un proyecto de mejora de procesos. Cada fase consta de un conjunto de herramientas y entregables. En la historia de la mejora de procesos, DMAIC es solo una de una variedad de metodologías propuestas. En la escuela primaria, la mayoría de los estudiantes aprenden el método científico basado en observar, formular una hipótesis, recopilar datos y llegar a una conclusión. Shewhart, una figura principal en la historia del control de calidad, sugirió el conocido ciclo Plan, Do, Check and Act (PDCA) para mejorar. Aunque DMAIC se ve diferente a estos métodos, realmente abarca ambos enfoques. Se enfoca en usar datos para tomar decisiones y luego verificar esas decisiones antes de comprometer los recursos del negocio.

2.2.5.1. Las cinco fases DMAIC:

La ventaja del enfoque DMAIC no son las fases de nivel superior en sí mismas, sino lo que está contenido en cada fase. Los contenidos proporcionan un enfoque común y estructurado para resolver un problema. Para cada fase, hay algunas actividades principales y una pregunta general asociada para responder. (Gutiérrez Humberto, 2013)

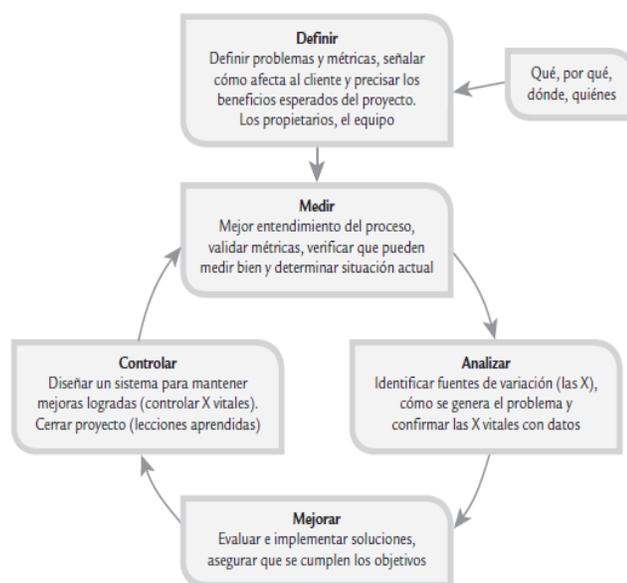


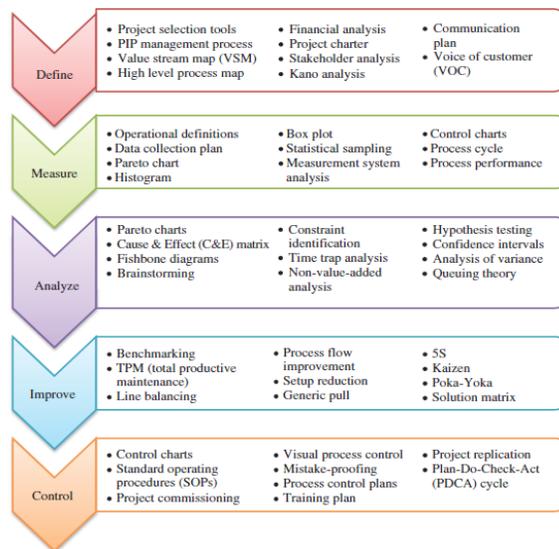
Figura 2: Ciclo DMAIC

Nota. La figura muestra el ciclo de ejecución de la metodología DMAIC. Tomada de: (Gutiérrez Humberto, 2013)

2.2.5.2. Herramientas de la metodología DMAIC:

Existen diversas herramientas de calidad que son empleadas en cada una de las fases de la metodología DMAIC, en la siguiente figura se muestran las herramientas más comunes para cada una de las fases.

Figura 3: Herramientas del proceso DMAIC de la metodología Lean-Six Sigma



Nota. La figura muestra las herramientas más usadas en el desarrollo de la metodología DMAIC.

Tomada de: (Ahmed, 2019)

A continuación, se definen algunos términos y herramientas que se usan con frecuencia en la aplicación de la metodología DMAIC.

DPMO: Defectos por millón de oportunidades (DPMO) es el número de defectos en una muestra dividido entre el número total de oportunidades de defectos multiplicado por 1 millón. El DPMO estandariza el número de defectos en el nivel de oportunidad y es útil porque permite comparar procesos con diferentes complejidades. (*¿Qué es DPU, DPO y DPMO? - Minitab, s. f.*)

Cpk: es un índice de capacidad Se utiliza para comprobar la calidad de un proceso, admitiendo algunos límites en las especificaciones, y siempre conjuntamente con el Cp. (*¿Qué es Cpk? | Measure Control, s. f.*)

Cp: es el valor resultando de la diferencia entre el Límite de Especificación Inferior (LEI), y el Límite de Especificación Superior (LEP), dividido por un 1 Sigma de las desviaciones. El proceso se considera como dentro de las especificaciones si el índice $Cp \geq 1,33$. (*¿Qué es Cpk ? | Measure Control, s. f.*)

Nivel sigma: es un indicador de variación el cual corresponde a cuantas desviaciones estándar caben entre los límites de especificación del proceso. (*Nivel Sigma y DPMO | Ingenieria Industrial Online, s. f.*)

SIPOC: por sus siglas en inglés Supplier – Inputs- Process- Outputs – Customers, es la representación gráfica de un proceso de gestión. Esta herramienta permite visualizar el proceso de manera sencilla, identificando a las partes implicadas en el mismo. (Asociación Española para la Calidad, s. f.):

- Proveedor (supplier): persona que aporta recursos al proceso
- Recursos (inputs): todo lo que se requiere para llevar a cabo el proceso. Se consideran recursos a la información, materiales e incluso, personas.
- Proceso (process): conjunto de actividades que transforman las entradas en salidas, dándoles un valor añadido.
- Cliente (customer): la persona que recibe el resultado del proceso. El objetivo es obtener la satisfacción de este cliente.

CTQ: son las siglas correspondientes a la expresión en inglés Critical to Quality, parámetros clave en los requerimientos de calidad formulados por un cliente. Su elaboración implica la jerarquización de prioridades en el resultado exigido y la eliminación de aquellos rasgos

que no son fundamentales para satisfacer las demandas del cliente. Estos rasgos de calidad se expresan en un diagrama de árbol, tras un análisis VOC. (*CTQ - Definición - Caletec, s. f.*)

VOC: es el acrónimo de Voice of the Customer, documento que recoge las expectativas, preferencias, características del producto demandado y otras consideraciones que el consumidor realiza. Todos estos criterios definen los requerimientos para el producto fabricado, dentro de la metodología Six Sigma. (*VOC - Definición - Caletec, s. f.*)

Análisis del Modo y Efecto de Fallas Potenciales: Una herramienta útil para llevar a cabo la etapa de mejoramiento continuo es el análisis del modo y efecto de fallas, AMEF, mediante el cual se identifica el problema y sus posibles causas, así como también se proponen posibles soluciones, se estipulan los responsables y las fechas establecidas para la ejecución de las mismas. La técnica AMEF se basa fundamentalmente en procedimientos de observación y descripción constantes, por lo que es poco objetiva y su utilización se restringe a casos poco complejos de análisis. (Gutiérrez Humberto, 2013)

Distribución normal: Es una distribución continua cuya densidad tiene forma de campana. Es muy importante tanto en la estadística teórica como en la aplicada. (Gutiérrez Humberto, 2013)

Prueba de Anderson-Darling: Esta prueba compara la función de distribución acumulada empírica (ECDF) de los datos de la muestra con la distribución esperada si los datos fueran normales. Si la diferencia observada es adecuadamente grande, usted rechazará la hipótesis nula de normalidad de la población. (*Prueba de normalidad - Minitab, s. f.*)

Prueba de hipótesis: Una prueba de hipótesis es una regla que especifica si se puede aceptar o rechazar una afirmación acerca de una población dependiendo de la evidencia proporcionada por una muestra de datos.

Una prueba de hipótesis examina dos hipótesis opuestas sobre una población: la hipótesis nula y la hipótesis alternativa. La hipótesis nula es el enunciado que se probará. Por lo general, la hipótesis nula es un enunciado de que "no hay efecto" o "no hay diferencia". La hipótesis alternativa es el enunciado que se desea poder concluir que es verdadero de acuerdo con la evidencia proporcionada por los datos de la muestra.

Con base en los datos de muestra, la prueba determina si se puede rechazar la hipótesis nula. Usted utiliza el valor p para tomar esa decisión. Si el valor p es menor que el nivel de significancia (denotado como α o alfa), entonces puede rechazar la hipótesis nula. (*¿Qué es una prueba de hipótesis?*, s. f.)

2.2.6. Herramientas de la calidad

Es una denominación dada a un conjunto fijo de técnicas gráficas identificadas como las más útiles en la solución de problemas relacionados con la calidad.

Pareto: es un tipo especial de gráfica de barras donde los valores figurados están organizados de mayor a menor. Sirve para identificar los defectos que se producen con mayor frecuencia, las causas más comunes de los defectos o las causas más frecuentes de quejas de los clientes. (*Elementos básicos de un diagrama de Pareto - Minitab*, s. f.)

Ishikawa: Se trata de una herramienta para el análisis de los problemas que básicamente representa la relación entre un efecto (problema) y todas las posibles causas que lo ocasionan.

(Diagrama Causa-Efecto (Diagrama Ishikawa) - Progress Lean, s. f.)

Histograma: es la representación gráfica de un grupo de datos estadísticos. Estos, agrupados en intervalos numéricos o en función de valores absolutos. El histograma es entonces un gráfico que permite mostrar cómo se distribuyen los datos de una muestra estadística o de una población. Esto, respecto a alguna variable numérica. (Guillermo Westreicher, s. f.)

2.2.7. Minitab

El software estadístico MINITAB fue desarrollado inicialmente en 1972 por tres miembros de la facultad de estadística de la Universidad Estatal de Pennsylvania. Uno de los desarrolladores originales, la Dra. Barbara F. Ryan, es la presidenta y directora ejecutiva de Minitab. Los otros dos desarrolladores originales son el Dr. Thomas A. Ryan, Jr., quien desde entonces ha regresado a la enseñanza en Penn State, y el Dr. Brian L. Joiner, un orador y autor destacado en el campo de la Gestión de la Calidad Total.

Su objetivo al desarrollar MINITAB era hacer que las estadísticas fueran más interesantes y significativas para los estudiantes. Antes de mediados de la década de 1970, los cursos de introducción a la estadística se impartían normalmente utilizando conjuntos de datos pequeños e inventados, y los estudiantes pasaban una gran cantidad de tiempo haciendo tediosos cálculos con calculadoras electrónicas. Drs. Ryan, Joiner y Ryan querían usar computadoras y software estadístico en su enseñanza, pero los paquetes disponibles en ese momento eran demasiado difíciles de usar en un curso de estadística básica. En respuesta, desarrollaron MINITAB, un

paquete tan fácil de usar que los estudiantes podían aprender el programa con menos de una hora de instrucción en el aula. En 1976, Duxbury Press publicó el Manual del estudiante de MINITAB, un libro de texto de los Dres. Ryan, Joiner y Ryan que, por primera vez, mostraron a los instructores cómo integrar el uso de software de computadora en sus cursos de introducción a la estadística.

MINITAB pronto se convirtió en el software estadístico líder en el mundo para la instrucción académica, una posición que continúa ocupando hoy. MINITAB se utiliza actualmente en más de 4.000 colegios y universidades en todo el mundo. Además, más de 300 libros de texto apoyan la enseñanza de estadística con MINITAB, y se incluye una versión simplificada del software con los libros de texto de estadística de casi todas las editoriales líderes de EE. UU. Más estudiantes en todo el mundo han aprendido estadísticas con MINITAB que con cualquier otro software de estadística. (Minitab Inc., s. f.)

2.2.8. Simulación

La simulación es la representación gráfica de algún proceso, sistema de producción o sistema real a través del tiempo, ya sea diseñada manualmente o en una computadora, la simulación compromete la generación de un historial artificial de un sistema y su observación para obtener inferencias relacionadas con las características operativas del sistema real (B. J. et al., 2005). La simulación por computadora se refiere a los métodos para estudiar una gran variedad de modelos de sistemas del mundo real mediante la evolución numérica usando un software diseñado para imitar las características u operaciones del sistema, a menudo en el transcurso del tiempo (W. et al., 2008).

La simulación comienza con un modelo. Un modelo es una descripción física o matemática de un sistema y usualmente representa un punto particular de acción en el tiempo (M. et al., 2012). Asimismo, los modelos de simulación son empleados para estudiar y determinar la representación de un sistema real de manera abstracta con la intención de predecir el comportamiento del mismo. Sin embargo, dado que un sistema es un conjunto complejo, integrado de elementos interconectados, el cual forma parte de otro sistema superior y se compone de sistemas de orden anterior (A. F. J., 2007), se dificulta el nivel de abstracción pues la mayoría de los sistemas reales son muy complejos a para la realización de evaluaciones analíticas, por lo que los sistemas deben ser estudiados mediante la simulación (Inc., 2007).

Un modelo de simulación representa la operación de algún proceso o sistema del mundo real, a través del tiempo, ya sea realizada manualmente o por medio de una computadora. La simulación involucra la generación de una historia artificial de un sistema y su observación para obtener inferencias relacionadas con las características operativas del sistema real (B. J. et al., 2005). Este modelo, comúnmente toma la forma de un conjunto de supuestos respecto a la operación del sistema, estos supuestos son expresados en forma de relaciones matemáticas y lógicas entre los objetos de interés del sistema. Entonces el sistema es modelado identificando las características de sus eventos y mostrando un juego de rutinas que dan una descripción detallada del sistema en estudio. Es así, como los eventos de la simulación evolucionan en el tiempo (reloj de simulación) ejecutando los eventos en orden creciente del tiempo de ocurrencia: un evento es algo que sucede en un instante de tiempo (simulado) que puede cambiar atributos, variables o acumuladores estadísticos. Asimismo, un evento discreto es un momento específico del tiempo (L., 2005). De esta forma, el estado de los elementos de un sistema cambia continuamente o solo en determinados estados del tiempo. El flujo del agua que entra y sale en una planta tratadora de

aguas residuales y, la entrada y salida de clientes que pagan la despensa en un cajero son ejemplos de cambios continuos y discretos, respectivamente. Esto es, en el primer ejemplo el agua no muestra un espacio de tiempo entre litro y litro, por otro lado, las llegadas de las personas al cajero de un supermercado muestran tiempos variados entre una y otra.

Posteriormente, una vez desarrollado, validado y verificado el modelo de simulación, este puede ser utilizado para investigar una amplia variedad de preguntas del tipo ¿Qué pasa si...?, acerca del mundo real (W. et al., 2008). Una vez realizado lo anterior, se procede con la planeación de los experimentos que se harán mediante el modelo de simulación establecido. Después de haber concluido el modelo de simulación, los clientes o dueños del sistema real, tendrán una herramienta que les permitirá proyectar distintos escenarios de simulación en diferentes periodos de tiempo. La simulación también puede ser utilizada para estudiar sistemas en su etapa de diseño (antes de que dichos sistemas sean construidos). De esta manera, los modelos de simulación pueden ser utilizados tanto como un instrumento de análisis para predecir los efectos de cambios en sistemas existentes en lapsos de tiempo distintos, o bien como un instrumento de diseño para predecir el comportamiento de sistemas nuevos en proyecciones que contribuyan a soluciones alternativas en efectos presentes para un futuro sustentable.

Se considera que un sistema es modelado y simulado con la finalidad de identificar sus componentes, su estructura y observar su conducta en términos de sinergia, con el propósito de crear, planificar, controlar y predecir el comportamiento de distintos escenarios.

2.2.8.1.FlexSim

El software FlexSim fue desarrollado por Bill Nordgren, Cliff King, Roger Hullinger, Eamonn Lavery y Anthony Johnson. FlexSim permite modelar y entender con precisión los problemas básicos de un sistema sin la necesidad de programaciones complicadas, esto debido a que ofrece una forma sencilla al desarrollar el modelo de simulación. (Diaz et al., 2018)

FlexSim ha contribuido con aplicaciones de clase mundial en temas de medicina, salud, sistemas de logística tales como operaciones de contenedores en puertos, simulaciones distribuidas en varios equipos dentro de una empresa manufacturera, en la minería, en centros aeroespaciales e incluso se ha adaptado a la industria del servicio (hoteles, hospitales, supermercados, o muchas otras industrias) para simular la administración y operación de los recursos humanos.

2.2.9. *Indicadores financieros*

Los indicadores financieros son herramientas que se diseñan utilizando la información financiera de la empresa, y son necesarias para medir la estabilidad, la capacidad de endeudamiento, la capacidad de generar liquidez, los rendimientos y las utilidades de la entidad, a través de la interpretación de las cifras, de los resultados y de la información en general. Los indicadores financieros permiten el análisis de la realidad financiera, de manera individual, y facilitan la comparación de la misma con la competencia y con la entidad u organización que lidera el mercado. (ACTUALICESE, 2015)

2.2.9.1. Valor actual neto

El valor actual neto (VAN) es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión para conocer cuánto se va a ganar o perder con esa inversión. También se conoce como valor neto actual (VNA), valor actualizado neto o valor presente neto (VPN). El VAN sirve para generar dos tipos de decisiones: en primer lugar, ver si las inversiones son efectuales y, en segundo lugar, ver qué inversión es mejor que otra en términos absolutos. (Velayos, 2014)

Los criterios de decisión van a ser los siguientes:

- $VAN > 0$: El valor actualizado de los cobros y pagos futuros de la inversión, a la tasa de descuento elegida generará beneficios.
- $VAN = 0$: El proyecto de inversión no generará ni beneficios ni pérdidas, siendo su realización, en principio, indiferente.
- $VAN < 0$: El proyecto de inversión generará pérdidas, por lo que deberá ser rechazado.

2.2.9.2. Tasa interna de retorno

Sevilla (2014) define la tasa interna de retorno (TIR) es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión. Es decir, es el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión para las cantidades que no se han retirado del proyecto. El criterio de selección será el siguiente donde “k” es la tasa de descuento de flujos elegida para el cálculo del VAN:

Si $TIR > k$, el proyecto de inversión será aceptado. En este caso, la tasa de rendimiento interno que obtenemos es superior a la tasa mínima de rentabilidad exigida a la inversión.

Si $TIR = k$, estaríamos en una situación similar a la que se producía cuando el VAN era igual a cero. En esta situación, la inversión podrá llevarse a cabo si mejora la posición competitiva de la empresa y no hay alternativas más favorables.

Si $TIR < k$, el proyecto debe rechazarse. No se alcanza la rentabilidad mínima que le pedimos a la inversión.

2.2.9.3. Flujo de caja

El flujo de caja hace referencia a las salidas y entradas netas de dinero que tiene una empresa o proyecto en un período determinado. El flujo de caja se utiliza para evaluar la calidad de los ingresos de una empresa, es decir, su habilidad para generar dinero, lo que puede indicar si la empresa está en condiciones de permanecer solvente.

Si nos encontramos con un flujo de caja neto positivo significa que nuestros ingresos han sido mayores que los gastos que hayamos tenido que hacer frente. Y, por el contrario, si el flujo de caja es negativo significa que hemos gastado más de lo que hemos ingresado. (Kiziryan, 2018)

2.2.9.4. WACC

El WACC o coste medio ponderado del capital, por sus siglas en inglés, WACC (Weighted Average Cost of Capital), es el coste de los dos recursos de capital que tiene una empresa; la deuda financiera y los fondos propios, teniendo en cuenta su tamaño relativo. (Peiro, 2016)

2.2.9.5.Utilidad Neta

La utilidad neta es aquella resultante luego de descontar de los ingresos obtenidos por una empresa u organización, todos los gastos y tributos correspondientes. La utilidad neta es el beneficio económico efectivo que obtienen los dueños de una empresa u organización. En ella se consideran no solo los ingresos obtenidos, sino también todos los gastos en los que fue necesario incurrir para conseguirlos, además de las obligaciones con terceros (tributarias, con los bancos y otras). (Nicole Roldan, 2017)

2.3. ESTADO DEL ARTE

Para la recolección de información se emplearon las siguientes bases de datos: Academic Search Complete, Access Engineering, ACM, Applied Science & Technology Source, MIT Sloan Management Review, Oxford Academic, Revista Nature – Springer, SAGE Journals, ScienceDirect, Scopus, Scielo. Dentro de las bases de datos se realizó una búsqueda inteligente con palabras clave, las cuales fueron: Six Sigma, DMAIC, Restaurant, Reduce Wait Time, Reducción de tiempos, Capacidad de proceso, Atención al cliente, Nivel del servicio.

Se obtuvieron los siguientes resultados de investigaciones realizadas en una ventana de tiempo del 2014 al 2020: la investigación realizada en un restaurante de Chile donde utilizó BPMN para modelar el proceso de atención al cliente y el diagrama SIPOC, el análisis de los modelos le permitió emprender acciones de mejora en el rendimiento del proceso de atención al cliente en tiempos de alta demanda, y posibilita una disminución en los tiempos de espera de los clientes en un 20% (Schmal & Olave, 2014). Por otro lado, se aplicó Six Sigma con DMAIC en una pequeña empresa de tratamiento de superficies de componentes mecánicos, en la que obtuvo una reducción

de reprocesos de aproximadamente un 20% en su proceso de recubrimiento de zinc (Amitrano et al., 2016).

Del mismo modo, en las industrias indias se llevó a cabo la implementación de DMAIC en uno de los problemas crónicos y las variaciones en el peso de la bolsa de leche en polvo, donde se logró disminuir en un 50% la tasa de rechazo al no cumplir con los requerimientos (Desai et al., 2015). Asimismo, se realizaron estudios aplicados en la fabricación de muebles, en los que se utilizó métodos y herramientas seleccionados dentro de la Metodología Six Sigma como DPMO, niveles de eficiencia y sigma, carta del proyecto, histograma de errores causados por la aplicación del adhesivo, el proceso de mapeo de la trama SIPOC, planes de reacción, diagrama y control de Ishikawa, logrando una amplia reducción de costos en la fabricación (Simanová et al., 2019).

De igual manera, se hicieron investigaciones en la fabricación de cigüeñal, el estudio de control de proceso estadístico comenzó con la selección de la característica crítica a la calidad (CTQ) en el estrato definido. El siguiente estrato constituyó la recopilación de datos de medición dimensional de la característica CTQ identificada. Esto es seguido por el análisis y los estratos de mejora donde se aplican las diversas herramientas de control de calidad como el diagrama de Ishikawa, el análisis del mecanismo físico, el análisis de efectos de modos de falla y el análisis de varianza. Finalmente, los cuadros de monitoreo del proceso se implementan en el lugar de trabajo para el monitoreo y control regular de la característica CTQ en cuestión. Al adoptar el enfoque DMAIC, la desviación estándar se redujo de 0.003 a 0.002. Los valores del índice de capacidad potencial del proceso (CP) mejoraron de 1.29 a 2.02 y los valores del índice de capacidad de rendimiento del proceso (CPK) mejoraron de 0.32 a 1.45, respectivamente (Rao, 2014).

En una empresa textil exportadora para la mejora de sus procesos productivos se utilizó la metodología Six Sigma, desarrollando cada una de las cinco etapas establecidas denominadas Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar; después de la implementación de las propuestas de mejora se logró mejorar el nivel sigma en un 7.28% (Facho et al., 2016). La aplicación de Six Sigma se implementó en el proceso de registro de matrícula de la Universidad Autónoma del Perú, obteniendo mejoras en el nivel sigma del proceso (Bernardo & Paredes, 2016). Se realizaron estudios para la mejora del proceso de atención de reclamos del canal electrónico del Banco Internacional del Perú, en el cual se implementó el plan piloto de la solución obtenida luego de emplear Six Sigma en la organización; con los resultados obtenidos en el análisis del proceso de atención de reclamos, se logró una reducción del 55% del ciclo del reclamo (de 7,23 a 3,22 días), mediante los procesos propuestos se implementó el modelo y se pudo eliminar la variabilidad del proceso de 28 días a 11 días (Felipa-alejos, 2014).

Además, se encontró que aplicando la metodología DMAIC de Lean Six Sigma se logró reducir en 1,39 minutos, el tiempo de la operación de distribución de concreto de CEMEX S.A. en una planta ubicada en Puente Aranda, además, lograron aumentar 8,4% el nivel de cumplimiento de entregas en la hora acordada con los clientes. (Tibaquirá & Tibaquirá, 2018)

A su vez, se aplicó el modelo DMAIC para la creación de un modelo para la reducción del tiempo de ciclo de atención del cliente del plato de Alas X6 en el Restaurante bar Route 66 en la ciudad de Cali. La metodología permitió identificar la necesidad de crear un proceso de pre alistamiento de materias primas en el tiempo de ocio de los colaboradores, además, se estableció una ficha técnica para estandarizar el proceso de preparación de alas. (Rendón Gil & O`byrne Lozano, 2017)

Mediante la aplicación de algunas herramientas estadísticas como los diagramas de barras, diagrama de Pareto y otras herramientas provenientes de metodologías de mejora tales como Six sigma y Lean manufacturing se identificó el problema que afectaba la capacidad de los procesos en un restaurante bar, como resultado de la implementación de las mejoras propuestas, se evidenció un incremento en las ventas del negocio, aproximadamente un 25% de las ventas totales durante el primer mes de funcionamiento. (Obregón Álvarez et al., 2019)

Tras la aplicación de lean six sigma en la industria restaurantera se alcanzaron niveles de sobrantes promedio entre 5.3% y 7.4%, mayores ventas en las familias analizadas y un incremento anual proyectado de las utilidades de aproximadamente \$15,000.00. (Cruz, 2019)

3. METODOLOGÍA

La metodología que se desarrolló se divide en cuatro etapas, las cuales se describen a continuación:

3.1.DEFINIR

Inicialmente, se definió el alcance y el objetivo del proyecto, para ello se empleó una plantilla de la herramienta Project charter, en la que, además, se establecen los integrantes del equipo de trabajo, las actividades que se realizaron en el estudio y un cronograma de las fechas en que estas fueron realizadas.

Así mismo, se realizó un análisis de Pareto con el fin de determinar los platos a la carta que presentan una mayor rotación, información que fue requerida en el desarrollo de la fase medir, con el objetivo de establecer la familia de productos sobre la cual se desarrolló la investigación.

Posteriormente, se levantó un mapa de procesos teniendo en cuenta que la entrada al proceso es la orden de pedido del cliente y la salida es la entrega oportuna del plato solicitado. El mapa del proceso se diagramó usando SIPOC, con el objetivo de examinar las actividades y los involucrados principales del proceso.

Luego, para conocer las exigencias del cliente sobre el servicio prestado por el restaurante italiano, se realizó una recopilación de la información suministrada por diferentes usuarios de la plataforma digital TripAdvisor, a su vez, se aplicó una encuesta a los clientes del restaurante con el objetivo de corroborar dicha información recolectada. Con esta información, se procedió a realizar un diagrama de Pareto para evidenciar gráficamente los requerimientos de mayor

incidencia, los cuales son definidos como la voz del cliente. Luego, se plantearon los CTQs (factores críticos para la calidad), donde se estableció la necesidad principal del restaurante y las actividades clave que influyen sobre el tiempo de entrega de pedidos, siendo esta la necesidad planteada.

Finalmente, se realizó una matriz de priorización en la que se definió la familia de productos a estudiar, estableciendo la lasagna como producto objeto de la investigación. La matriz de priorización fue diligenciada por la gerente del restaurante y las dos chefs, en compañía con los líderes del proyecto. Los criterios de elección fueron: demanda del producto, tiempo de alistamiento de materias primas (mise en place) y tiempo de cocción.

3.2.MEDIR

Para esta fase, el equipo de trabajo diseñó inicialmente un plan para la recolección de datos, donde se definió el tamaño de la muestra necesario para garantizar la fiabilidad de la información. Posteriormente, se realizó la recolección de tiempos de atención al cliente, desde que el mesero se dirige a entregar la orden en cocina, hasta que el cliente recibe su pedido de lasagna en la mesa.

Una vez obtenidas las observaciones totales, se ingresaron los datos en el software estadístico MINITAB, donde se realizaron pruebas de dispersión, pruebas de normalidad, cálculo de capacidad del proceso y nivel sigma del proceso. El análisis de capacidad del proceso permitió conocer el rendimiento del proceso a corto y largo plazo, con base a los indicadores Cp, Cpk, Pp y Ppk.

3.3. ANALIZAR

En esta fase se realizó la identificación de las posibles causas que generan los errores o fallas en el proceso, es decir, se analizó que está mal dentro del proceso con base en la información recolectada en la fase medir.

Durante la fase de medición, el equipo de trabajo identificó posibles errores que se percibieron durante la recolección de datos. Estos errores se contabilizaron y se analizaron en esta fase, con el objetivo de identificar la incidencia de los mismos en el desarrollo de las actividades productivas. La cantidad de errores por actividad se presentaron a través de un diagrama de Pareto, para conocer el 20% de los errores que generan el 80% de las causas totales. Así mismo, se diseñó una tabla empleando la herramienta 5 por qué, con el objetivo de identificar las causas raíz de estos errores o problemas identificados.

Por último, se empleó la matriz AMEF, para evaluar las causas potenciales de los distintos modos de falla existentes en el proceso, con ello, se buscó determinar las causas que generaron una mayor repercusión en el problema, para que finalmente sean eliminadas con la implementación del plan de mejora. Además, por medio de la matriz AMEF, se realizó una priorización de las causas potenciales de falla, teniendo en cuenta el número de prioridad de riesgo (RPN), donde se identificó que la causa de mayor repercusión en el tiempo de entrega de los pedidos es el mal diseño del proceso, con base

3.4. MEJORAR

Con base en los resultados de la fase de análisis se realizó un focus group con el equipo de trabajo, donde se buscó plantear las mejoras potenciales que permitieron contrarrestar las

deficiencias halladas en el proceso. Para evidenciar la efectividad de las mejoras planteadas se realizó una simulación del proceso actual y del proceso propuesto, en el que se incluyeron las mejoras planteadas. La simulación se desarrolló mediante el software FLEXSIM 2021, en el que se obtuvo una disminución del tiempo promedio de entrega de pedidos al cliente, con lo que se lograría contribuir a la satisfacción del cliente.

3.4.1. Simulación

Teniendo en cuenta la inversión que requieren las mejoras propuestas y con base en el alcance del proyecto, se optó por simular las mejoras con el objetivo de evidenciar la viabilidad de las mejoras planteadas. Para llevar a cabo la simulación se empleó el software para simulación FLEXSIM en su versión 2021. En este software se desarrollaron dos modelos de proceso, el primero que corresponde a la situación actual del restaurante y el segundo, corresponde a la situación futura, en la que se incluyen las mejoras potenciales que se plantean con el objetivo de disminuir el tiempo de atención al cliente.

3.4.2. Análisis de rentabilidad

Con el objetivo de evaluar la viabilidad financiera del proyecto, se emplearon los indicadores TIR y VAN, a partir de los cuales se determina si se obtendrán beneficios económicos a partir de una inversión. Para la cuantificación de dichos indicadores, se tuvo en cuenta la siguiente información relacionado con la producción de laasgna: precio de venta por unidad de producto, la utilidad individual, la capacidad productiva actual del restaurante y la capacidad esperada al implementar las mejoras propuestas. La información relacionada con la producción se obtuvo mediante la simulación realizada en Flexsim.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.FASE DEFINIR

En esta fase se realiza un diagnóstico de la situación actual del restaurante italiano empleando herramientas de la fase definir de la metodología DMAIC.

Este proyecto surgió a partir de las quejas de los clientes que ocurrían frecuentemente en el Restaurante Italiano, tales como demora en la entrega de pedido, personal mal capacitado, baja capacidad, mal estado de la infraestructura, mala atención, entre otros, temas que serán trabajados en el análisis VOC (Figura 4).

El objetivo principal de la primera fase fue determinar la variable o problema que tiene una mayor afección en el servicio al cliente del restaurante. Para ello, el primer paso de la etapa es la creación del Project charter donde se definió el objetivo de la investigación, el alcance del proyecto, el equipo encargado de la investigación y el cronograma de las actividades que fueron desarrolladas.

4.1.1. Project Charter

Tabla 1: Project Charter

PLAN DEL PROYECTO	
1. Resumen	
Nombre del proyecto	Aplicación de la metodología DMAIC para mejorar la satisfacción del cliente en el Restaurante Italiano
Patrocinador Ejecutivo	Chantal Guerín
Líder estudiantil del proyecto:	David Jiménez Silvana Cabezas
Asesor estudiantil:	Jaime Mendoza
Inicio del proyecto:	01 de junio de 2020
Fin del proyecto:	08 de abril de 2021
Propósito del proyecto:	Disminuir el tiempo de entrega de pedidos al cliente
Fecha aprobada:	28-05-2021

Organismo de aprobación:		Restaurante Italiano	
2. Alcance			
Propósito (requerido): <i>Disminuir el tiempo de entrega de pedidos al cliente para aumentar la satisfacción del mismo.</i>			
Criterios de inclusión/exclusión (obligatorios): <i>Se realiza una matriz de priorización para determinar la familia de productos a estudiar.</i>			
3. Métricos de rendimiento			
KPI	Tiempo de atención al cliente, desde que se entrega la orden en cocina hasta que el cliente recibe el pedido en la mesa.	Límite inferior 25 minutos	Límite superior 35 minutos
4. Milestones & deliverables			
Entregables	Tareas principales	Empezar	Final
Project Chárter.	Definir las actividades a llevar a cabo y su respectivo equipo de trabajo.	01 de junio	10 de junio
SIPOC	Recolectar información de las entradas y salidas del proceso.	11 de junio	17 de junio
VOC	Identificar los requerimientos del cliente	17 de junio	30 de junio
Encuesta	Aplicar encuesta a los clientes del restaurante italiano	01 de julio	17 de septiembre
PARETO	Recolección de datos históricos de la compañía y toma de tiempos.	18 de septiembre	19 de septiembre
CTQ	Determinar los factores críticos de calidad del proyecto.	20 de septiembre	26 de septiembre
Plan de Recolección de Datos	Definir la población y la muestra a estudiar.	27 de septiembre	30 de septiembre
Recolección de datos	Recolectar los tiempos de preparación de lasagna	01 de octubre	30 de noviembre
Histograma	Construcción de la tabla de frecuencia	01 de noviembre	10 de noviembre
Diagramas de dispersión	Conocer la variabilidad del proceso	11 de noviembre	17 de noviembre
Curva de distribución del proceso	Ingresar datos a MINITAB	18 de noviembre	24 de noviembre
Pruebas de normalidad	Ingresar datos a MINITAB	25 de noviembre	30 de noviembre
Nivel Sigma	Ingresar datos a MINITAB	1 de diciembre	7 de diciembre
Indicadores Cp y Cpk	Ingresar datos a MINITAB	8 de diciembre	15 de diciembre
Herramientas de priorización	Ponderar variables de estudio	16 de diciembre	21 de diciembre
5 por qué	Formular preguntas iterativas.	2 de enero	6 de enero
Matriz AMEF	Determinar los posibles modos de falla del problema.	07 de enero	15 de enero
Diseño de plan de mejoras	Elaborar un plan de mejora	16 de enero	05 de febrero
Diagramas de flujo actualizados	Realizar los diagramas de flujo de procesos.	06 de febrero	14 de febrero

Simulación del proceso	Representar mediante flexsim la situación de mejora propuesta	15 de febrero	18 de marzo
5. Problemas y riesgos potenciales			
Issue / Risk	Descripción		
Baja demanda de pedidos.	Reducción de los niveles de demanda debido a la recesión económica del coronavirus.		
Paros	La zona del Cauca se ve afectada con frecuencia por movilizaciones pacíficas.		
Error en la toma de datos.	Falla humana.		
6. Equipo del proyecto			
Papel	Nombre	Zona de negocios	
Miembro	Adela Salazar	Cocina	
Miembro	Ana Semanate	Cocina	
Miembro	Mari Luz Castillo	Salón	
Miembro	Chantal Guerín	Gerencia	
Líder	David Jiménez – Silvana Cabezas	Líderes de proyecto	

Fuente: Plantilla de planeación del proyecto de HEALTH PEI (2020)

En la tabla 1 se propuso como alcance de la investigación el incremento de la satisfacción de los clientes del Restaurante Italiano, teniendo como consideración los servicios y productos que tuviesen una alta rotación. Para lograr dicho propósito fue necesario establecer una fecha de inicio y final del proyecto, además, se definió un cronograma de actividades el cual permitió fijar las fechas de cada uno de los entregables de las fases del ciclo DMAIC.

Por otro lado, el Project Chárter permitió tener en cuenta los problemas que se podían presentar a lo largo de la investigación, como lo son: la reducción de los niveles de demanda debido a la recesión económica del coronavirus, los paros indígenas debido a las movilizaciones pacíficas que se presentan con frecuencia en el departamento del Cauca y el error en la toma de los datos.

Al final de la tabla 1 se puede observar el equipo de proyecto que estuvo compuesto por: Adela Salazar (cocinera), Ana Semanate (cocinera), Mari Luz Castillo (encargada del salón),

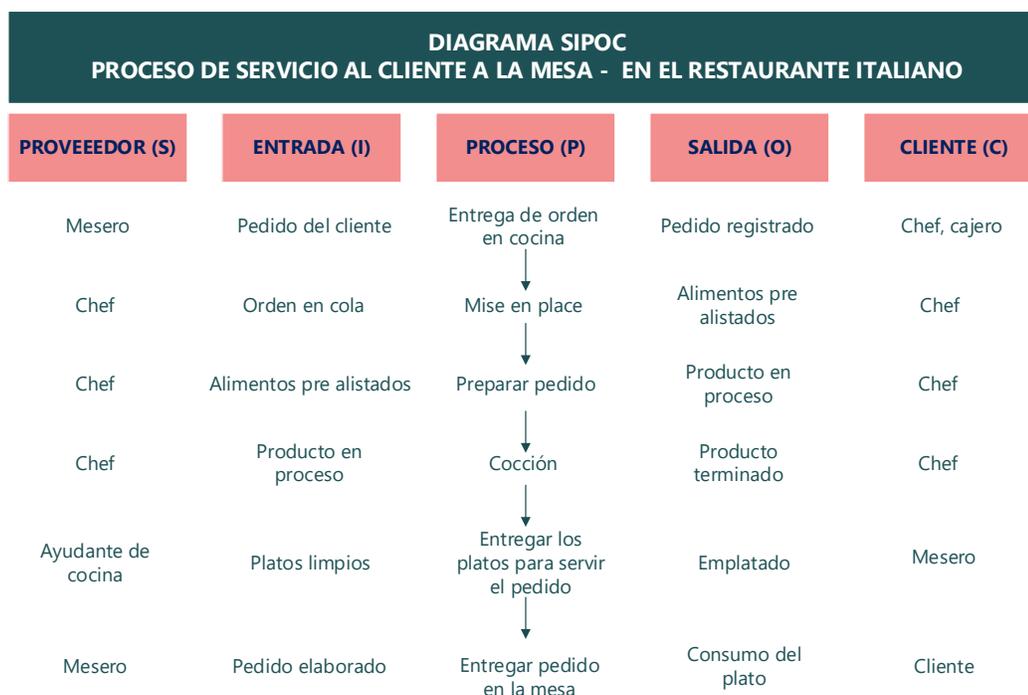
Chantal Guerín (gerencia), Silvana Cabezas (líder de proyecto) y David Jiménez (líder de proyecto). Cada uno de los integrantes del proyecto fueron escogidos teniendo en cuenta que son personas que están involucradas en el proceso.

Ahora bien, una vez definido el alcance del proyecto se procedió a realizar el SIPOC (representación gráfica del proceso de gestión) del proceso de servicio del Restaurante Italiano. Para ello fue necesario recolectar la información respectiva a los proveedores, procedimientos, clientes (internos o externos) y entradas y salidas (materiales, información, servicios) del proceso de atención. Dichos datos se recopilaban a través de la observación del proceso, desde que el mesero toma la orden del cliente, hasta que el cliente recibe su pedido en la mesa. Además, se tuvieron en cuenta las opiniones del equipo de trabajo puesto que son aquellos que pueden aportar una mayor cantidad de información al diagrama, debido a los años de experiencia.

4.1.2. SIPOC

En la siguiente tabla se describe de forma tabular el proceso de atención al cliente del restaurante italiano, desde que el cliente ordena su pedido hasta que lo recibe en la mesa.

Tabla 2: Diagrama SIPOC



Nota. La Tabla 2 se elaboró en el programa Visio Professional, versión 2016. Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la tabla 2 los involucrados en el proceso productivo son: el chef, la cajera, el mesero y el ayudante de cocina, quienes se encargan de realizar las actividades pertinentes para ofrecer un servicio de calidad al cliente, siendo este la prioridad para la empresa. Se evidencia que el proceso de servicio al cliente inicia con la llegada del mismo al restaurante, al cual se le asigna una mesa y posteriormente se le entrega una carta que contiene todos los productos ofertados por el restaurante. Una vez el cliente decide su pedido, el mesero se dirige a la mesa y realiza el registro de la orden, posteriormente, el mesero se traslada hacia la caja y realiza manualmente el duplicado de la orden, para entregar una orden en caja y otra orden en cocina.

Cuando el chef recibe la orden la enlista en el lugar que corresponda teniendo en cuenta que se realizan los pedidos con base en el orden de llegada de los clientes. Si no hay pedidos en

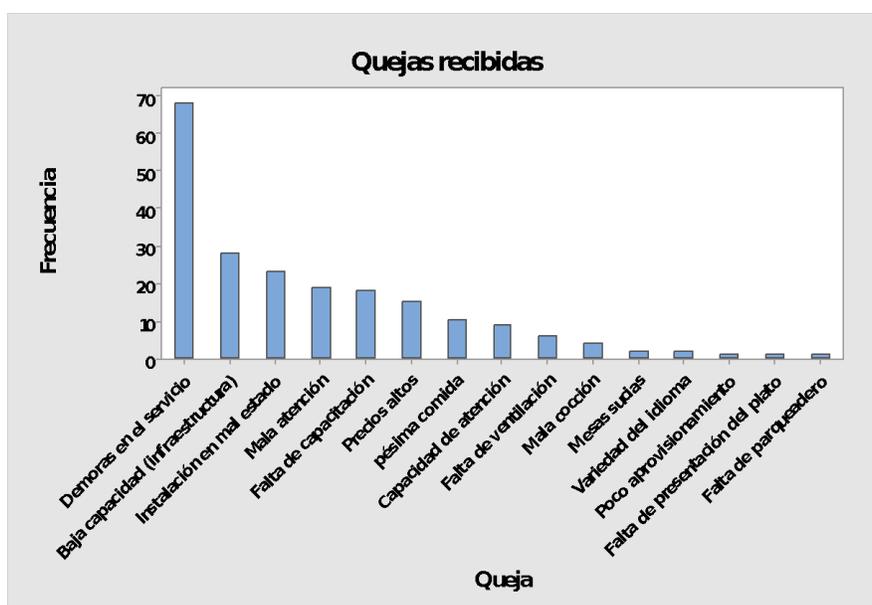
cola, el chef procede a preparar el pedido inmediatamente, iniciando con el alistamiento de las materias primas; al tener listas la materia prima se procede con la preparación del plato. Al estar el plato preparado se realiza la cocción del mismo. En algunos casos, cuando hay una alta demanda de pedidos, los platos deben esperar para ser cocidos, dado que la capacidad de los equipos de cocina es muy baja, por lo tanto, no se pueden cocinar todos a la misma vez, de igual manera, si los equipos tienen disponibilidad se realiza la cocción al instante y se espera hasta que el producto esté listo para el consumo. Del mismo modo, en temporadas de alta demanda no hay platos disponibles en cocina, por lo que el chef debe solicitarle al auxiliar de cocina que lleve platos para poder servir el pedido, el cual después se coloca en una zona de entrega para que el mismo ayudante de cocina entregue el pedido al mesero quien finalmente procede con la entrega del pedido a la mesa del cliente, dando por terminado el proceso en estudio. En conjunto con el equipo de trabajo se optó por no tener en cuenta las actividades de pago de los pedidos, dado que no se han presentado quejas relacionadas con este servicio.

El diagrama SIPOC realizado permite identificar las actividades principales del ciclo productivo, generando una idea sobre la fase dónde pueden estar los posibles defectos del proceso productivo. Evidenciando en primera instancia que existe un reproceso a la hora de la transcripción de la orden del cliente, lo cual será tenido en cuenta en otras fases del estudio para analizar la influencia de esto sobre las fallas potenciales de la empresa. Por otro lado, se identificó que el cliente es quien inicia y finaliza el ciclo productivo, por lo cual es de vital importancia conocer la voz del mismo, con el fin de dar solución a sus requerimientos cuando está dentro del sistema. Teniendo en cuenta lo anterior, se procede a utilizar la herramienta VOC (Voz del cliente), con la cual se pretende determinar las quejas o inconformidades de los clientes del restaurante italiano del cliente

4.1.3. Voz del cliente

Para identificar las necesidades y requisitos del cliente se recopiló información de la plataforma digital TripAdvisor. Estas necesidades son planteadas por el cliente como quejas, pero la organización las interpreta como criterios o requerimientos de satisfacción por parte del cliente. Los datos recolectados se muestran en la figura 4.

Figura 4: Quejas recibidas en el Restaurante Italiano



Nota. La Figura 4 se elaboró en el Software estadístico MINITAB. Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior se evidencia que la queja más recurrente es demoras en el servicio, seguida por la baja capacidad de la infraestructura y luego las instalaciones en mal estado. Para verificar la información obtenida con anterioridad se realizó una encuesta a un total de 200 clientes del restaurante entre los meses de julio y septiembre del 2020, dicha muestra se obtuvo a partir de la técnica de muestreo por conveniencia. Esta técnica es el procedimiento que consiste en la selección de unidades de la muestra en forma arbitraria, las que se presentan al investigador sin

criterio alguno que lo defina (Mejía, 2000). Cabe resaltar que es una técnica de muestreo no probabilístico, por lo que no se puede estimar el nivel de confianza.

Una de las preguntas de la encuesta permitió definir el criterio que tenía un mayor valor para el cliente del restaurante. El resultado se obtuvo a partir de la siguiente pregunta: ¿Cuál de estos aspectos es más importante para usted? La respuesta que obtuvo una mayor valoración fue el tiempo de entrega con 80 votos, seguido por atención al cliente con 64 votos y por último los medios de pago con 8 votos (ver anexo A). Por lo que, se definió como variable crítica de estudio las demoras en el tiempo de entrega de pedidos.

Por otro lado, la cuarta pregunta de la encuesta permitió establecer los rangos de tiempo máximo por los cuales el cliente estaba dispuesto a esperar por su pedido, donde el consumidor está dispuesto a esperar entre 30 y 35 minutos por su pedido (ver anexo A). Dicha información fue requerida para conocer cuáles son los requerimientos de calidad (CTQ) del cliente.

4.1.3. *Critical to Quality (CTQ)*

Tabla 3: Factor crítico de la calidad

VOC / Quejas	Característica de calidad / Problema clave	CTQs - Necesidades	Medición / Indicador	Meta	Límite de especificación superior
	Tiempo de transcripción de orden	Disminución del tiempo de entrega del pedido	Tiempo de entrega de pedido	30 minutos	35 minutos
	Tiempo de espera del pedido en cola				
	Tiempo de alistamiento de materias primas				
	Tiempo de preparación del plato				
	Tiempo de espera del pedido para cocción				
	Tiempo de cocción				
	Tiempo de servir el plato				

Demoras en el servicio	Tiempo que espera el pedido en la ventana de entrega				
	Tiempo que tarda el mesero en recibir el pedido				
	Tiempo de entrega a la mesa				

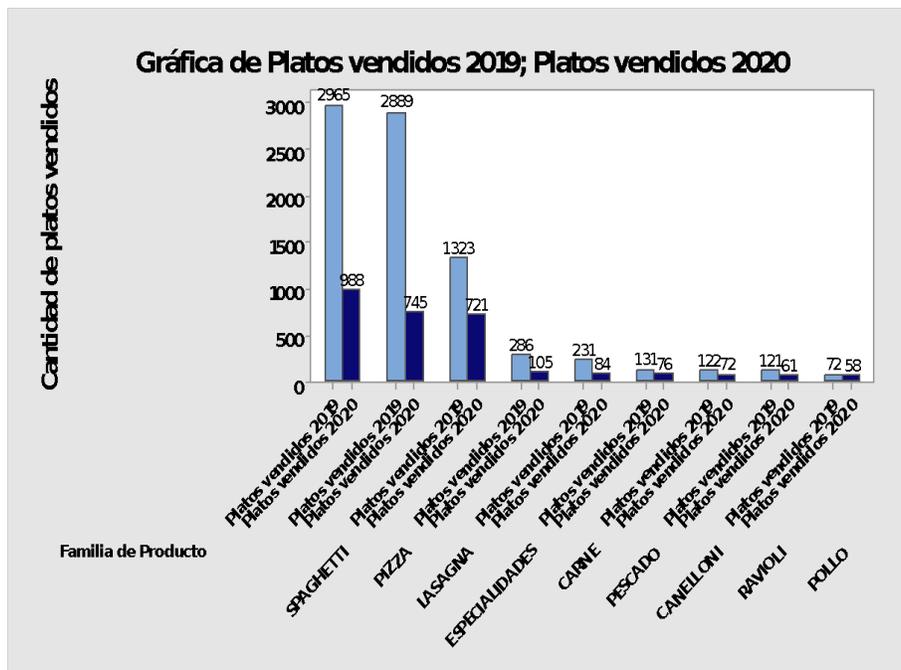
Fuente: Elaboración Propia

Una vez que se estableció el problema con mayor afección, se procedió a analizar cuáles eran las posibles variables claves que generaban esos retrasos en la entrega. Donde se evidenció que podían existir fallas que afectan la disminución del tiempo de entrega del pedido o CTQ. Las características de calidad o problemas de calidad pueden ocurrir en los tiempos en el que el mesero transcribe y entrega el pedido en caja y cocina, el tiempo de espera del pedido en la cola, el tiempo de mise en place de los insumos, entre otros. Al mismo tiempo, la tabla 3 permite establecer el indicador a tener en cuenta a lo largo de la investigación, el cual es el tiempo que tarda en entregarse el pedido al cliente desde que se realiza la orden. Además, con base en el resultado de la encuesta se determinó que el cliente estableció una meta de tiempo a esperar de 30 minutos y un tiempo máximo de 35 minutos.

Ahora bien, el Restaurante cuenta con una amplia oferta de platos a la carta lo que lleva a tener diferentes tiempos, procedimientos e ingredientes en el momento de la preparación del pedido. Motivo por el cual se hizo necesario definir una única variable de estudio entre todos los platos, para ello, se empleó una matriz de priorización, donde se definieron unos criterios de evaluación. Inicialmente analizó mediante un diagrama de barras la información histórica recolectada de las ventas realizadas entre abril y septiembre del 2019 y 2020 del restaurante, con el fin de identificar las familias de productos con mayor demanda (criterio de evaluación).

4.1.4. Diagrama de barras.

Figura 5: Platos vendidos en el semestre de abril a septiembre del año 2019 vs 2020



Nota. La figura se elaboró mediante el software estadístico Minitab. Fuente: Elaboración propia

La Figura 5 evidencia que existe un decremento de las ventas en el mismo periodo en cada una de las 9 familias de productos ofertadas, lo cual se atribuye a la recesión económica causada por el covid-19. No obstante, la información muestra que las familias con mayor demanda siguen siendo spaghetti, pizza y lasagna. La anterior tabla permite conocer la información de ventas histórica de cada familia de productos del restaurante, dicha datos fueron necesarios para desarrollar la matriz de priorización.

4.1.5. Matriz de priorización

Como se mencionó anteriormente, uno de los criterios de evaluación establecidos demanda de los platos, por otro lado, también se establecieron dos factores más a evaluar los cuales son: el

tiempo de cocción y los tiempos de mise en place de cada familia de productos. Dichos criterios fueron evaluados junto con el equipo de trabajo, donde se estableció que cada factor puede obtener una puntuación entre 1 y 5, siendo 1 lo más bajo y 5 lo más alto.

Tabla 4: Matriz de priorización por familia de productos

Familia de productos	Criterios									Total
	Demanda			Tiempo de cocción			Mise en place			
	Promedio	Peso	Total	Promedio	Peso	Total	Promedio	Peso	Total	
Spaghetti	4,7	30%	1,4	3,0	50%	1,5	2,7	20%	0,53	3,43
Pizza	4,3	30%	1,3	3,7	50%	1,83	3,7	20%	0,73	3,87
Lasagna	4,0	30%	1,2	4,7	50%	2,33	3,7	20%	0,73	4,27
Especialidades	3,3	30%	1	4,0	50%	2	3,3	20%	0,67	3,67
Carne	3,0	30%	0,9	4,0	50%	2	2,7	20%	0,53	3,43
Pescado	2,0	30%	0,6	3,0	50%	1,5	2,7	20%	0,53	2,63
Canelloni	1,7	30%	0,5	4,7	50%	2,33	3,7	20%	0,73	3,57
Ravioli	3,0	30%	0,9	3,0	50%	1,5	2,3	20%	0,47	2,87
Pollo	1,3	30%	0,4	2,7	50%	1,33	2,0	20%	0,4	2,13

Nota: El personal de cocina y la gerente del restaurante fueron las encargadas de diligenciar la matriz de priorización. En la Tabla anterior se muestra el promedio de las respuestas obtenidas de las 3 evaluadoras.

Fuente: Elaboración Propia.

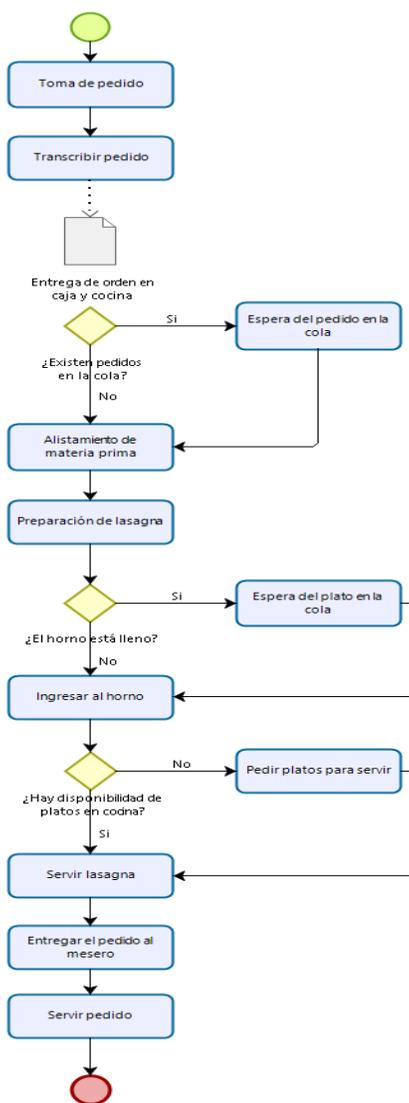
En la tabla 4 se observa que la familia de productos que obtuvo una mayor calificación fueron las lasagnas, con un puntaje ponderado de 4,27, seguido de las pizzas y las especialidades con 3,87 y 3,67 respectivamente. Según el criterio de los expertos estas familias son aquellas que tienen una alta demanda, un mayor tiempo de preparación y mise en place. Con base en lo anterior, se estableció que las lasagnas son la variable a medir, para ello, en la siguiente fase se realizó un plan de recolección de datos donde se definió la información y la cantidad de datos necesarios a recolectar para dar validez a la investigación.

4.1.6. Situación actual de la empresa

A continuación, se muestra gráficamente el flujograma de la producción actual de lasagna, adicionalmente, se realizó un plano de la distribución de espacios de la empresa.

4.1.6.1. Diagrama de flujo preparación de lasagna

Figura 6: Diagrama de Flujo Actual: Elaboración de lasagna

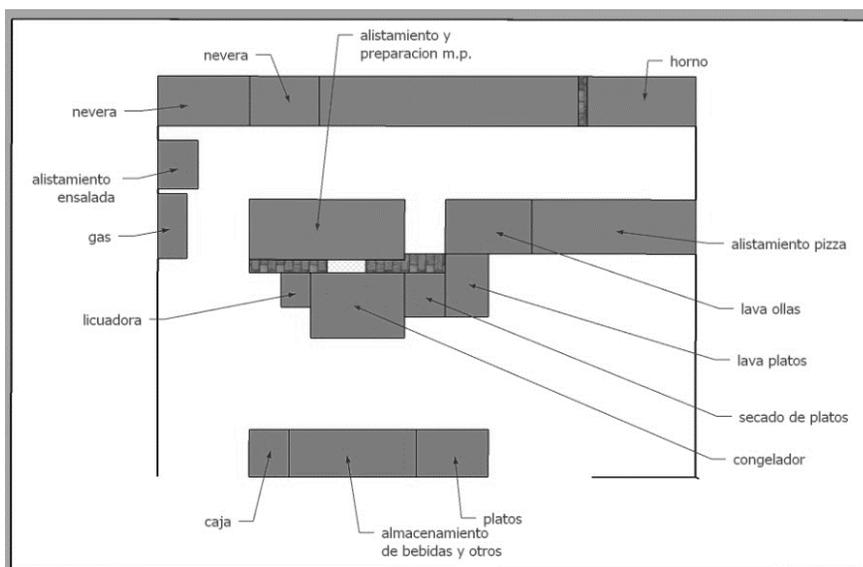


Nota. La figura fue realiza mediante el software Bizagi. Fuente: Elaboración Propia.

4.1.6.2. Distribución de espacios actual

En la figura 7 se observa la distribución actual de los espacios del área de producción del restaurante italiano.

Figura 7: Plano de distribución actual de espacios



Nota. La figura fue realizada mediante el software Sketchup. Fuente: Elaboración Propia

4.2. FASE MEDIR

En la siguiente fase se identifican y miden las variables que afectan la satisfacción del cliente utilizando herramientas estadísticas six sigma para cuantificar la magnitud del problema y su impacto en los resultados del negocio.

4.2.1. Plan de recolección de datos

Para empezar, en el plan de recolección de datos se registró la información correspondiente al estudio, donde se identificó el tipo de información que se requiere, se definió el tipo de datos a recolectar y cómo se medirán dichos datos. En el Anexo B, se puede observar la matriz en la que

se registró que los datos a recolectar son el tiempo de entrega de pedidos al cliente, teniendo en cuenta únicamente los pedidos de lasagna, el tiempo se debe tomar desde que el cliente realiza la orden hasta que recibe el pedido en la mesa. Para la recolección de datos se estableció emplear un cronómetro y una hoja de análisis de procesos sobre la que se diligencian las observaciones realizadas. Además, se establecieron los meses para la recopilación de la información, definiendo los meses de octubre y noviembre de 2020.

Para garantizar la veracidad del estudio, fue necesario calcular una muestra o el número de observaciones a realizar, es decir, se determinó la cantidad de tiempos de preparación y entrega de pedidos de lasagna que deben ser observados. La muestra se calculó a partir de la fórmula estadística (ver ecuación 1) descrita en el libro técnicas de medición del trabajo, empleada comúnmente para realizar estudios de tiempos. (García Criollo, 2005)

$$N = \left(\frac{K * \sigma}{e * \bar{X}} \right)^2 + 1 \quad \text{Ecuación 1}$$

En donde:

K= el coeficiente de riesgo cuyos valores son:

K = 1 para riesgo de error de 32%

K = 2 para riesgo de error del 5%

K = 3 para riesgo de error de 0,3%

σ = *Desviación estándar*

\bar{X} = media de la muestra preliminar

Para calcular la muestra, García (2005), “Estudio del Trabajo: Ingeniería de Métodos y Medición del Trabajo” recomienda realizar un muestreo preliminar de 10 observaciones. De la información recopilada se determinó la desviación estándar y la media de la muestra preliminar, por tal motivo, se procedió a realizar el seguimiento de 10 pedidos de lasagna, los resultados se pueden observar en la Tabla 5.

Tabla 5: Tiempo empleado en la preparación de lasagna

Tiempo de preparación de la lasagna	
Muestra	Minutos
1	32,19
2	29,16
3	26,59
4	43,80
5	26,65
6	28,60
7	30,24
8	27,51
9	28,80
10	27,34
Desviación estándar	5,11
Media	30,09

Fuente: Elaboración Propia

Como se mencionó, se calculó la desviación estándar y la media de la muestra preliminar. Posteriormente, el equipo de trabajo definió un valor de $K=3$, dado que representa el mínimo riesgo en el estudio, equivalente a 0,3%. Del mismo modo, se fijó un porcentaje de error del 0,04%.

$$N = \left(\frac{3 * 5.11}{0.04 * 30.088} \right)^2 + 1$$

Ecuación 2

$$N = 164 \text{ observaciones}$$

El resultado obtenido al aplicar la ecuación 2 establece un número de 164 tiempos de lasagna a calcular para que el estudio sea confiable, las observaciones registradas se muestran en el anexo D. Cada tiempo obtenido durante el muestreo fue registrado en la plantilla, lo que permitió obtener los tiempos de cada una de las actividades del proceso de preparación de lasagna. Luego, los tiempos fueron sometidos a un análisis estadístico que permitió identificar tendencias, variabilidad, relación entre los datos, entre otros.

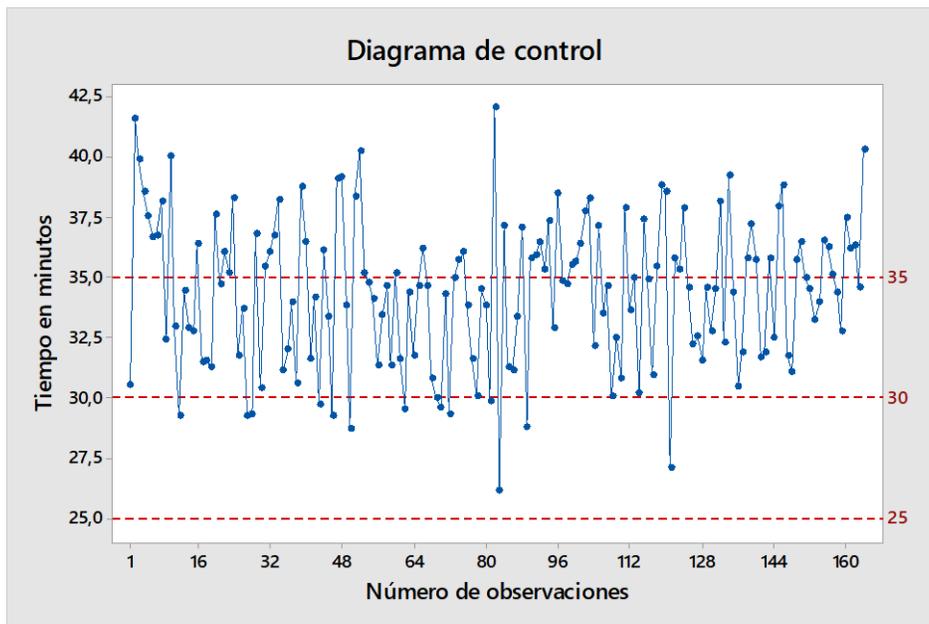
4.2.2. Capacidad del proceso

La capacidad de proceso es el grado de aptitud que tiene un proceso para cumplir con las especificaciones técnicas deseadas. Cuando la capacidad de un proceso es alta, se dice que el proceso es capaz, cuando se mantiene estable a lo largo del tiempo, se dice que el proceso está bajo control, cuando no ocurre esto se dice que el proceso no es adecuado para el trabajo o requiere de inmediatas modificaciones.(Bryan Salazar López, 2019)

4.2.2.1. Análisis individual de tiempos del proceso:

Para observar la variabilidad en el tiempo de entrega de la lasagna se realizó un diagrama de control.

Figura 8: Diagrama de control de tiempos del proceso

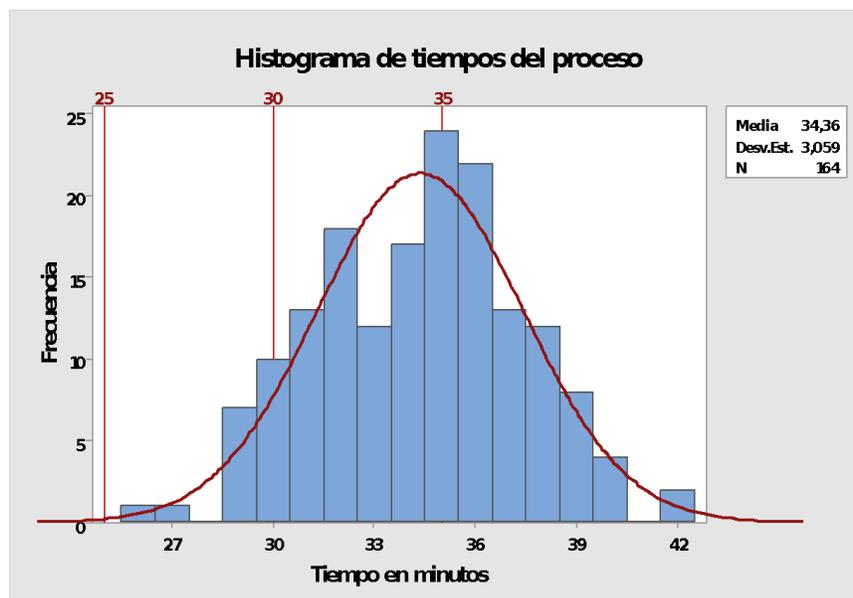


Nota. La figura se elaboró mediante el software estadístico Minitab. Fuente: Elaboración propia

La figura 8 ilustra los puntos que se encuentran dentro y fuera del límite de especificación, se pudo observar que 70 tiempos se encuentran por fuera del límite superior de 35 minutos, es decir, el 42,68% de los datos no cumplen con los requerimientos establecidos por el cliente. Además, es evidente que los datos se encuentran dispersos, por lo cual se infiere que el proceso no está controlado.

4.2.2.2. Histograma

Figura 9: Histograma de tiempos del proceso



Nota. La figura se elaboró mediante el software estadístico Minitab. Fuente: Elaboración propia

Del mismo modo, se procedió a analizar los datos a través de un histograma. En la figura 9 se puede observar que la mayoría de los datos se encuentran concentrados en el límite superior (35 minutos), además, se evidencia la tendencia de los datos hacia la derecha del límite especificado, lo que indica que los tiempos de atención tienden a ser muy superiores al estándar, con aproximadamente 5 minutos adicionales.

Por otro lado, es necesario realizar una prueba de normalidad con el objetivo de conocer si los tiempos recolectados siguen una distribución normal o deben ser sometidos a una transformación, y así, proseguir con la investigación

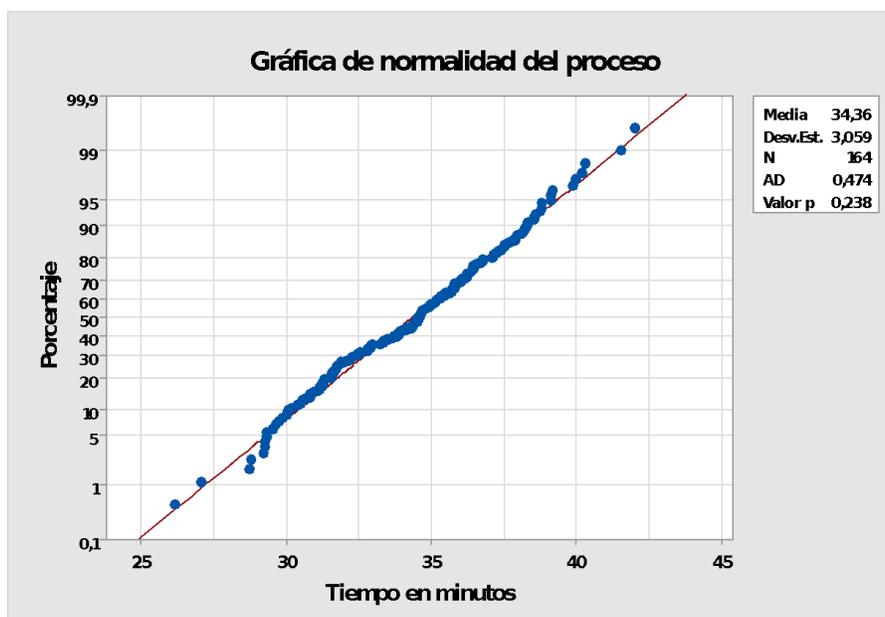
4.2.2.3. Prueba de normalidad

La prueba de normalidad se efectuó en el software estadístico MINITAB, el estudio se basa en el método estadístico Anderson-Darling. (LIND, 2012)

Para aprobar o rechazar la normalidad se establecen las siguientes hipótesis:

- Hipótesis Nula: El p valor es mayor o igual al nivel de significancia (0,05).
- Hipótesis Alternativa: El p valor es menor al nivel de significancia (0,05).

Figura 10: Prueba de normalidad de los tiempos de entrega de la lasagna



Nota. La figura se elaboró mediante el software estadístico Minitab. Fuente: Elaboración propia

En la figura 10 se observa que los datos recolectados se encuentran ajustados a la recta, además, el valor p es mayor a 0,05 lo cual indica que los datos siguen una distribución normal. También, permite obtener información con respecto a la media y desviación estándar del proceso que son iguales a 34,36 min y 3,059 min, respectivamente. Una vez se demostró la normalidad de los datos, se puede proseguir a analizar la capacidad del proceso de atención al cliente.

4.2.2.4. Capacidad de proceso:

Antes de realizar el análisis de capacidad del proceso, fue necesario establecer los límites específicos, para ello, como se mencionó anteriormente se tuvieron en cuenta las respuestas obtenidas a partir de la encuesta aplicada a los clientes del Restaurante Italiano entre los meses de agosto y octubre (ver anexo A). Como resultado se obtuvo que el 48% de los encuestados prefiere un tiempo de atención entre 30 y 35 minutos, tal como se ve en la Figura 11. A partir de esta información, el equipo estableció un límite estándar de atención de 30 minutos y un tiempo de atención máximo de 35 minutos.

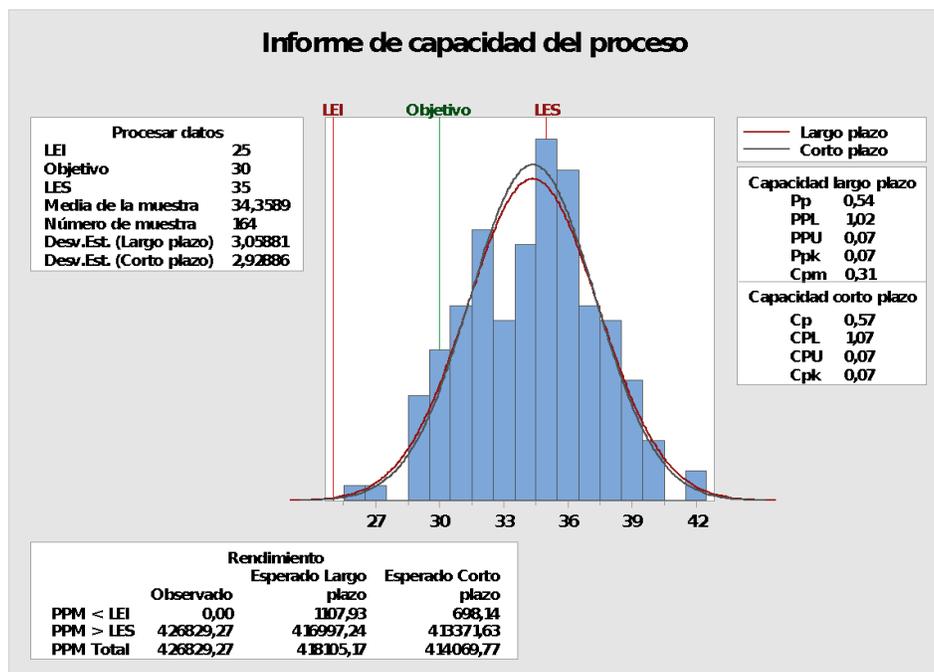
Figura 11: Respuestas pregunta 3 de la encuesta aplicada a los clientes del RI.



Nota. La figura se elaboró mediante el software estadístico Minitab. Fuente: Elaboración propia

Una vez definidos los límites del proceso se procedió a hacer el análisis de capacidad de proceso y análisis del nivel sigma. En la Figura 12, se muestran los resultados obtenidos sistemáticamente mediante el software Minitab.

Figura 12: Gráfica de capacidad del proceso



Nota. La figura se elaboró mediante el software estadístico Minitab. Fuente: Elaboración propia

Análisis gráfico:

La figura 12 muestra que tan solo el 57,32% de los tiempos de lasagna recolectados se encuentra dentro de los límites de especificación. Cabe resaltar que los límites de especificación se establecieron de acuerdo con los requerimientos del cliente, sin embargo, el límite inferior se establece con base al tiempo mínimo del proceso de preparación y cocción de la lasagna. Así mismo, se tiene en cuenta que si el proceso tarda un menor tiempo no se va a afectar la atención al cliente, siempre que no se perjudique la calidad del plato entregado al cliente.

Análisis de capacidad:

Para analizar el Cp del proceso se empleó la siguiente tabla:

Tabla 6: Interpretación cualitativa del índice Cp

Valor del Cp.	Clase de proceso	Decisión
$Cp. > 2$	Clase mundial	Tiene calidad seis sigma
$1.33 \leq Cp. \leq 2$	1	Mas que adecuado
$1 \leq Cp. < 1.33$	2	Adecuado para el trabajo, pero requiere de un control estricto conforme el Cp. se acerca a uno.
$0.67 \leq Cp. < 1$	3	No adecuado para el trabajo. Un análisis del proceso es necesario. Requiere modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria
$Cp. < 0.67$	4	No adecuado para el trabajo. Requiere de modificaciones serias.

Nota: En la Tabla 6 se muestra las clases de proceso según el CP obtenido del proceso. Tomado de: (Bryan Salazar López, 2019)

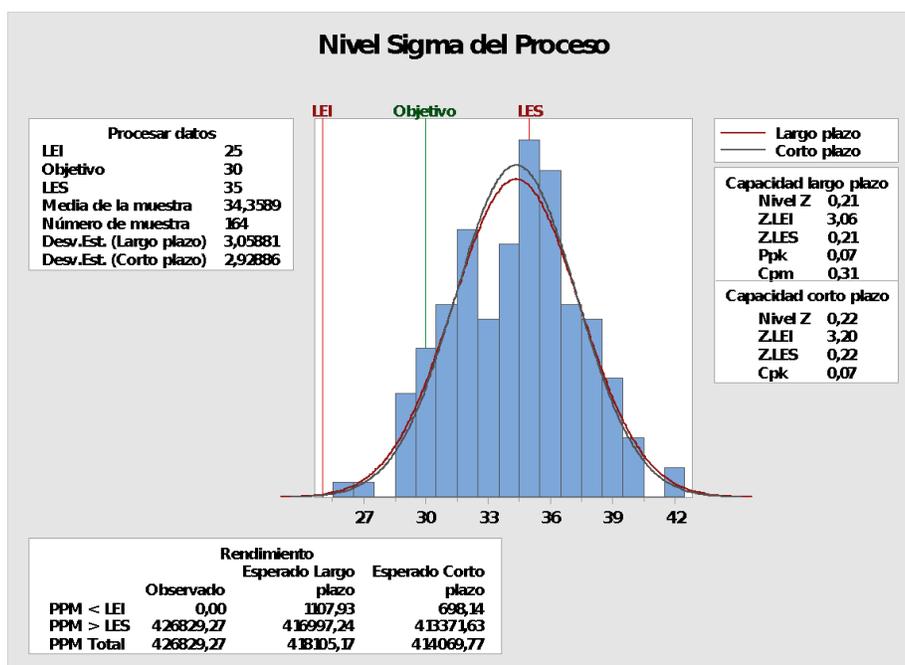
La capacidad del proceso estudiado es igual a 0,57 (ver figura 12), al ser este valor inferior a 0,67 el proceso se ubica dentro de la clase 4 (ver tabla 6), lo cual indica que el proceso de atención al cliente es deficiente y requiere de modificaciones serias. A su vez, al ser el Cp bajo indica que existe una alta variación en el proceso, lo que conlleva a que exista una alta probabilidad en el incumplimiento de los tiempos de atención al cliente. Por otro lado, se interpreta que el proceso no está centrado dado que el Cp y el Cpk son diferentes, 0,57 y 0,07 respectivamente.

El proceso está bajo control estadístico, puesto que el índice de rendimiento (Ppk) y el índice de capacidad (Cpk) son aproximadamente iguales, 0,07 y 0,07 respectivamente. A su vez, al ser bajo el valor de Cpk, indica que la media del proceso se encuentra sobre o por fuera del

límite de los límites de especificación, es decir, en este caso la media de los tiempos se encuentra desfasada hacia la derecha, sobre el límite de especificación superior.

4.2.2.5. Sigma del proceso:

Figura 13: Gráfica de nivel sigma del proceso



Nota: Algunos profesionales recomiendan adicionar 1,5 sigma al nivel Z calculado. Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo del nivel sigma se empleó el software estadístico Minitab, en el que se obtuvo un nivel sigma de 1,72. Este valor se obtiene al adicionar $1,5 \sigma$ al Nivel Z del proceso (ver figura 13). Lo anterior indica que el proceso tiene rendimiento equivalente a 57,32%, implicando la existencia de 426.829 defectos por millón de oportunidades (DPMO), es decir, en el 42,68% de las veces que se repita el proceso de atención al cliente no se va a cumplir con los requerimientos del cliente, puesto que, los tiempos van a ser superiores a 35 minutos.

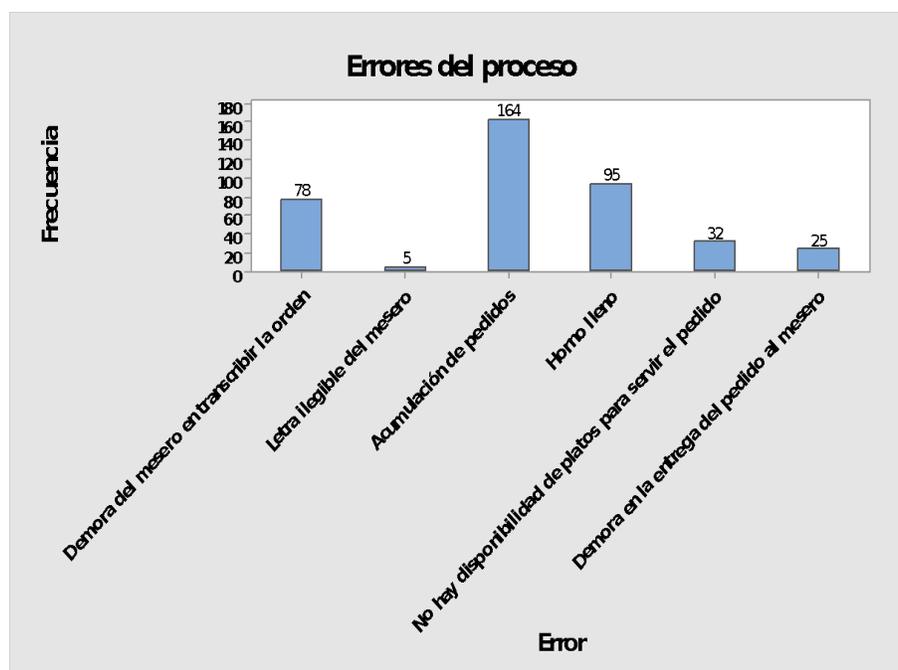
4.3. FASE ANALIZAR

En esta etapa se busca identificar qué está mal en el proceso, es decir, mediante herramientas de causa y efecto se determina las causas fundamentales que dan origen a los retrasos presentes en la preparación y entrega de pedidos en el Restaurante Italiano.

4.3.1. Diagrama de Barras

Para empezar, fue necesario identificar cuáles son los errores más recurrentes en el proceso. Para identificar los errores, el equipo de trabajo tomó nota de los problemas que se evidenciaban en cada uno de los tiempos medidos. En la figura 14 se muestra la frecuencia con que ocurren las fallas en el proceso observado.

Figura 14: Diagrama de barras: Errores en el proceso



Nota. La figura se elaboró mediante el software estadístico Minitab. Fuente: Elaboración propia

En la figura 14 se puede observar que el error que ocurre con mayor frecuencia es la acumulación de pedidos, es decir, la atención al cliente se ve afectada por el exceso de tiempo que debe esperar el pedido en la cola.

4.3.2. Cinco Por qué (5 W)

Para identificar la razón por la que se generan los errores previamente mencionados, se emplea la herramienta 5W, la cual permite conocer la causa raíz del problema. Por lo cual, se diseñó la siguiente matriz, donde se establece una pregunta central a partir de la voz del cliente. Posteriormente, esta se responde con las posibles causas que generan el problema. Este proceso de indagación se repite de manera horizontal hasta llegar a la causa raíz.

Tabla 7: Matriz 5W

Problema a estudiar	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué se presentan demoras en el servicio?	Porque el mesero debe escribir dos ordenes	Porque se debe entregar una orden en caja y otra en cocina	Porque está mal diseñado el proceso			
	Porque hubo confusión en el pedido	Porque la letra del mesero no es legible	Porque toma los pedidos con afán	Porque existen más clientes en la cola	Porque la capacidad de atención no es suficiente	Porque la infraestructura es pequeña
		Porque no se preparó el pedido por orden de llegada	Porque la cocinera no se percató	Porque existe desorden en el proceso	Porque no están estandarizados los procesos	

		Porque existen retrasos en el alistamiento	Porque el personal no está capacitado	Porque no está establecido un plan de capacitación	Porque no existe el área de recursos humanos	Porque no están estandarizados los procesos administrativos
	Porque se acumulan pedidos	Porque los equipos de cocina estaban funcionando a su máxima capacidad	Porque no son eficientes	Porque son de baja capacidad		
		Porque existe desorden en el desarrollo de las actividades	Porque no existe un estudio para la distribución de la planta	Porque los procesos no están estandarizados		
		Porque las cocineras están preparando otro pedido	Porque hay pedidos previos acumulados	Porque el personal no da abasto con la demanda	Porque falta recurso humano	Porque la infraestructura es pequeña
	Porque el mesero se demora en entregar el pedido	Porque no hay platos en cocina para servir la lasagna	Porque no hay conexión entre la cocina y la zona de lavado	Porque no hay una adecuada distribución de espacios		
		Porque no se ha llevado el pedido hasta la zona de entrega	Porque no hay conexión entre la cocina y la zona de entrega	Porque no hay una adecuada distribución de espacios		

Fuente: Elaboración propia

Según el estudio realizado en la tabla 7 las principales causas que afectan la problemática establecida se relacionan con el mal diseño del proceso, la mala distribución de espacios, falta de estandarización de procesos productivos y administrativos, entre otros, además, se observa que la capacidad de las instalaciones y la capacidad de atención no son acorde a la demanda. Por otro lado, la baja productividad del restaurante se debe a que no cuenta con equipos de trabajo eficientes.

Mediante la herramienta 5W se identificaron los factores que generan el incumplimiento de las entregas. Con base en lo anterior se realizó una matriz AMEF a fin de cuantificar las causas e identificar aquellas que tienen una mayor repercusión en el proceso. Para diligenciar la matriz el equipo de trabajo estudió las actividades que componen el proceso de atención al cliente y sus modos de falla, con el objetivo de determinar el impacto, la frecuencia y los controles que existen sobre cada causa.

4.3.3. Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF)

Tabla 8: Matriz AMEF

Ítem	Operación	Modo de Falla Potencial	Efecto(s) Potencial(es) de la Falla	Severidad	Causa(s) Potencial(es) de la Falla	Ocurrencia	Condiciones Existentes		
							Control Actual	Detección	RPN
1	Entrega de orden en cocina	Letra del mesero ilegible	Confusión de la orden	2	Falta de capacitación	2	No existe control	7	28
		Demora en la transcripción del pedido del cliente	Demora en la entrega del pedido	6	Mal diseño del proceso	8	No existe control	7	336

		Error en la ubicación de la orden	El cocinero prepara las ordenes sin importar la hora de llegada del pedido	2	Mal diseño del proceso	2	No existe control	6	24
		Mala comunicación	Choques entre el personal	4	Falta de capacitación	4	No existe control	4	64
		Confusión en la orden del cliente	El operario no se percata del pedido	3	Falta de capacitación	2	No existe control	4	24
		Cruces entre el personal	Demora en la entrega del pedido	3	Mal diseño del proceso	4	No existe control	4	48
2	Pedido en espera	Acumulación de pedidos	Incremento del tiempo de entrega del pedido	5	Baja capacidad del proceso	8	No existe control	8	320
		Desorden en el desarrollo de las actividades	Retraso en la preparación del pedido	2	Recetas no estandarizadas	4	No existe control	8	64
3	Mise en place	Demora en alistamiento	Retraso en la preparación del pedido	2	Recetas no estandarizadas	4	No existe control	8	64
		Materia prima agotada	Cancelar la orden del cliente	2	No hay control de inventario	2	No existe control	6	24
		Movimientos innecesarios	Retraso en la preparación del pedido	5	Mal diseño del proceso	5	No existe control	8	200
4	Preparación de lasagna	No hay procesos preestablecidos	Movimientos innecesarios y retraso en la preparación del pedido	4	Mal diseño del proceso	5	No existe control	6	120
		No existen cantidades definidas	Incremento del tiempo de preparación	4	Recetas no estandarizadas	3	No existe control	8	96

5	Cocción de lasagna	Horno lleno	Retraso en la entrega del pedido	4	Baja capacidad del equipo	7	No existe control	7	196
6	Entrega de orden	No hay disponibilidad de platos para servir la lasagna	Demora en servir el plato	3	No hay conexión entre la zona de lavado y la cocina	3	No existe control	7	63
		Demora en el traslado del pedido hasta la zona de entrega	Demora en la entrega del pedido al mesero	3	No hay conexión entre la cocina y la zona de entrega de pedido	3	No existe control	7	63

Adaptado de: (Clockwork Intitute, 2019)

La tabla 8 permite identificar que algunas de las actividades del proceso se ven afectadas por las misma causa como lo son: la demora en la transcripción del pedido, error en la ubicación de la orden y cruces entre personal, lo cual se genera debido al mal diseño del proceso. Por otro lado, se observa que muchas actividades no cuentan con controles adecuados, lo cual genera variabilidad en los tiempos de atención al cliente.

4.3.4. Clasificación ABC de causas por RPN

Una vez diligenciado el formato AMEF, se obtuvo un número de prioridad de riesgo (RPN), el cual permite identificar las causas prioritarias que afectan el proceso. En la Tabla 9 se agruparon las causas potenciales de falla.

Tabla 9: Priorización de causas

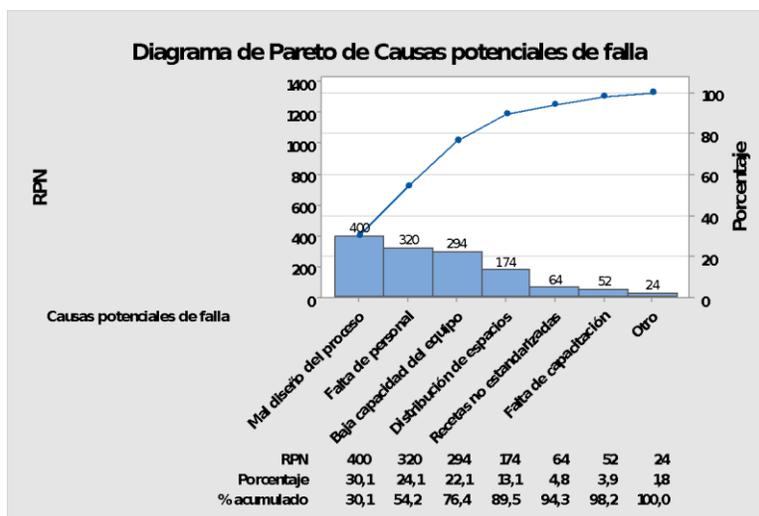
No	Causas Potenciales de Falla	RPN
1	Mal diseño del proceso	400
2	Falta de personal	320
3	Baja capacidad del equipo	294

4	Mala distribución de espacios	174
5	Recetas no estandarizadas	64
6	Falta de capacitación	52
7	Otro	24

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 9 se puede observar que las causas que obtuvieron una mayor ponderación son mal diseño del proceso, falta de personal, baja capacidad del equipo y mala distribución de espacios, con resultados de 400, 320, 294 y 174, respectivamente. A partir de la información de la tabla anterior se procedió a realizar un diagrama de clasificación ABC, para determinar los pocos vitales a mejorar.

Figura 15: Diagrama de Pareto: Causas de fallos potenciales



Nota. La figura fue realizada mediante el software estadístico MINITAB. Fuente: Elaboración Propia

En la figura 15 se identificó que el 80% de las causas son: el mal diseño del proceso, debido a que el mesero debe realizar dos órdenes de pedido, una para cocina y otra para el cajero, por otro

lado, se evidenció la baja capacidad del equipo y la falta de personal. A su vez, se observa que la falta de personal se debe a la pequeña infraestructura del restaurante y la mala distribución de los espacios. Por lo tanto, el equipo de trabajo debe enfocar sus esfuerzos en la búsqueda de mejoras potenciales que permitan eliminar o controlar las fallas identificadas en el diagrama de Pareto.

En la siguiente fase se desarrollan una serie de propuestas de mejora con las que se busca reducir los tiempos de entrega de pedidos al cliente. El impacto de dichas mejoras se evalúa a través de la simulación de procesos.

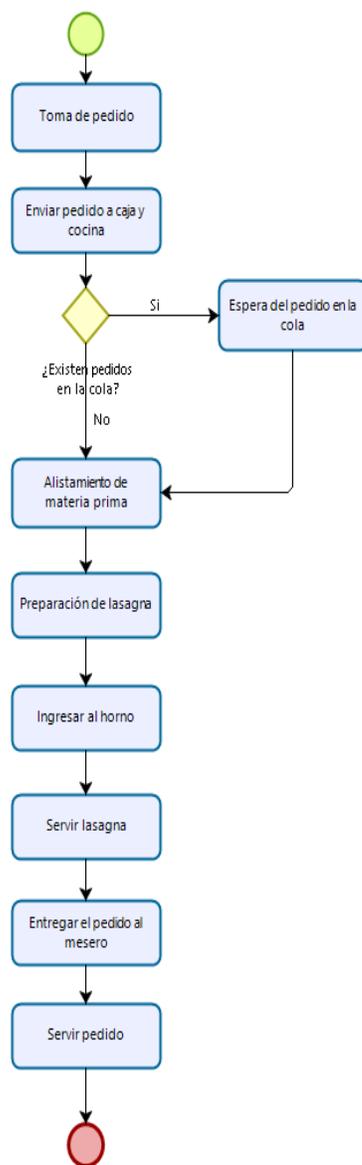
4.4. FASE DE MEJORA

Una vez cuantificadas las fallas que tienen un mayor impacto en el tiempo de entrega de pedido, se realizó un focus group. Los grupos focales son entrevistas de grupo, donde un moderador guía una entrevista colectiva durante la cual un pequeño grupo de personas discute en torno a las características y las dimensiones del tema propuesto para la discusión (Mella, 2000). Se designó a David Jiménez como moderador de grupo y Silvana Cabezas como asistente, quien se encargó de tomar apuntes de la reunión. El tema de discusión del equipo de trabajo se basó en la búsqueda de las posibles mejoras que podrían dar solución a la falta de personal, mal diseño del proceso y baja capacidad de los equipos. Los resultados de la discusión permitieron definir las siguientes mejoras:

Con el fin de dar solución al mal diseño de los procesos se propone la implementación de un software de apoyo a la gestión, que permita eliminar reprocesos (realización de doble orden) y problemas de comunicación entre las diferentes áreas. Por otro lado, permite llevar un control sobre el inventario y las ventas del restaurante. En cuanto al software para la gestión se propuso el

sistema Restbar, que funciona a través de tablets que deben ser usadas por los meseros para digitar los pedidos del cliente, una vez aceptada la orden esta se transfiere simultáneamente a una pantalla ubicada en cocina y en la caja. En la figura 16 se observa el diagrama de flujo del proceso con la mejora ya implementada.

Figura 16: Diagrama de Flujo Propuesto

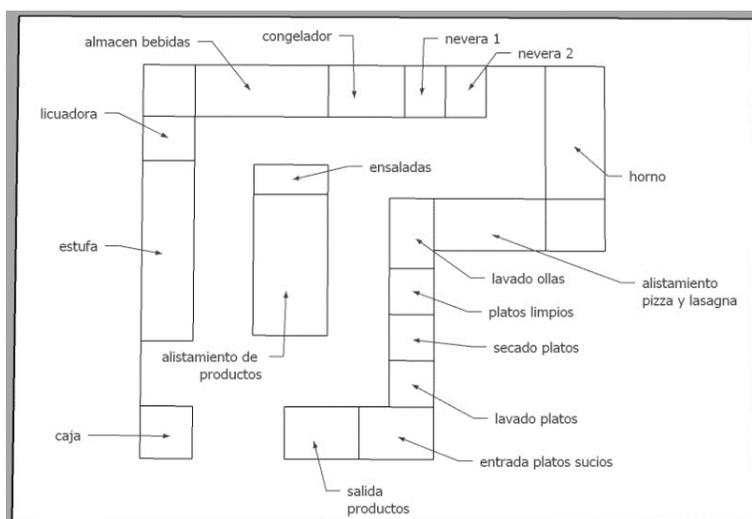


Nota. La figura fue realiza mediante el software Bizagi. Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, en respuesta a las fallas de falta de personal y baja capacidad del horno, se propone trabajar con un empleado adicional en cocina y la adquisición de un equipo adicional para la cocción de los alimentos (horno).

Adicionalmente, se propuso una redistribución de espacios en búsqueda del flujo continuo de los procesos. Para ello, se tuvieron en cuenta las familias de productos que tienen una mayor rotación, dado que son las actividades que se realizan con alta frecuencia (ver Figura 17). La redistribución de espacios permite que en la cocina exista un mayor flujo de información y materiales, lo cual permite la reducción de los tiempos de preparación de pedidos.

Figura 17: Plano de redistribución de espacios



Nota. La figura fue realizada mediante el software Sketchup. Fuente: Elaboración Propia

Una vez propuestas las mejoras potenciales fue necesario verificar la viabilidad de la ejecución de las mismas, por lo que, se empleó el Software FlexSim en su versión 2021 para simular el proceso actual de atención del restaurante y el estado futuro con las mejoras implementadas.

4.4.1. Simulación

A continuación, se desarrolla un modelo para estudiar el impacto de las mejoras planteadas en la fase anterior. Para iniciar con la simulación se recopiló información del restaurante estableciendo la situación operativa actual, las variables que afectan el sistema o actividades claves del servicio de atención, los parámetros (cantidad de mesas, cantidad de horno, etc.).

Situación operativa actual:

- 1 mesero
- 2 ayudante
- 2 cocineros
- 17 mesas con capacidad de 3 a 4 personas por mesa
- 1 horno con capacidad de 24 lasagnas

Variables del sistema

1. Tiempo del mesero en transcribir pedido
2. Tiempo de espera del pedido
3. Tiempo de Mise en place
4. Tiempo de preparación
5. Tiempo de espera por horno
6. Tiempo de cocción en horno
7. Tiempo de servir lasagna
8. Tiempo de espera en ventana
9. Tiempo del mesero en recibir pedido

10. Tiempo del mesero en entregar pedido

Parámetros

- Cantidad de meseros
- Cantidad de ayudantes
- Cantidad de cocineros
- Cantidad de mesas
- Cantidad de hornos

Fuentes de información

Para realizar la simulación de las mejoras propuestas se empleó como fuente primaria la información recolectada de los tiempos de entrega de lasagna al cliente. A partir de los cuales se determina la distribución estadística de cada grupo de datos relacionados con el tiempo en el que se desarrolla cada actividad en el ciclo productivo. Además, se llevó un registro de las llegadas de los clientes durante un lapso de 2 meses, con el objetivo de identificar la cantidad de clientes que llegan en los diferentes intervalos del día, en la Tabla 10 se observa el promedio de frecuencias de llegada de clientes por día de semana. Así mismo, la información recolectada de las ventas entre abril y septiembre, se empleó para tener determinar la posibilidad de venta de cada familia de productos. Finalmente, se recopiló información relacionada con la infraestructura del restaurante, con el fin de conocer las medidas de las diferentes áreas de trabajo. Del mismo modo, se tomaron mediciones del horno, para establecer la capacidad del mismo (ver tabla 11).

Tabla 10: Promedio de frecuencias de llegada por día de semana

Intervalo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
6pm - 7 pm	3	3	5	3	6	10	3
7pm - 8pm	6	13	15	10	18	15	7
8pm - 9pm	4	6	8	14	10	14	2
9pm - 10pm	0	5	3	7	8	13	0

Nota. La Tabla 10 se elaboró como resumen a partir del registro de llegadas de los clientes durante un lapso de 2 meses. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11: Medida de las diferentes áreas y equipos

Áreas y equipos	Medidas (metros)		
	Largo	Ancho	Altura
Primer Piso (completo)	14,00	11,00	NA
Segundo Piso (completo)	4,40	11,00	NA
Área de mesas primer piso	6,00	11,00	NA
Área de mesas segundo piso	4,40	11,00	NA
Área de recepción de pedidos	3,35	9,50	NA
Área de cocina	4,65	11,00	NA
Mesas para clientes	1,54	1,10	0,80
Estufas	1,22	0,70	0,90
Mesa de preparación principal	2,50	0,90	0,90
Mesa de preparación horno	2,00	0,90	0,90
Horno	1,90	0,90	1,70

Nota. La Tabla 11 se elaboró con los datos obtenidos en la planta. Fuente: Elaboración Propia

Análisis de entrada (distribuciones)

Con la finalidad de que la simulación refleje la realidad, se utilizan los registros del Anexo E: Observaciones registradas para la simulación, para encontrar las distribuciones asociadas a las variables del sistema, el proceso consiste en importar los registros en el software estadístico ExperFit que permite evaluar las distribuciones estadísticas según se ajustan a los registros importados.

La tabla 12 permite evidenciar el resultado de lo mencionado anteriormente, donde la columna descripción incluye las variables del sistema, la columna distribución hace referencia a la mejor distribución asociada para cada variable (escrita del modo como se interpreta en FlexSim) y la última columna incluye la evaluación o calificación dada por ExperFit; estas calificaciones pueden ser Good (buenas, cuando podrían usarse con justificación estadística), Indeterminate (indeterminadas, cuando se pueden usar pero solo en determinados casos con niveles de significancia menores del 90% o incluso del 80%) y Bad (cuando no debería usarse ya que no tiene justificación estadística, de modo que, si se realizan pruebas de ajuste de bondad se rechazaría la hipótesis nula de que la distribución asociada se parece a la distribución dada por los registros reales. (Liao et al., 2011)

Tabla 12: Distribuciones estadísticas

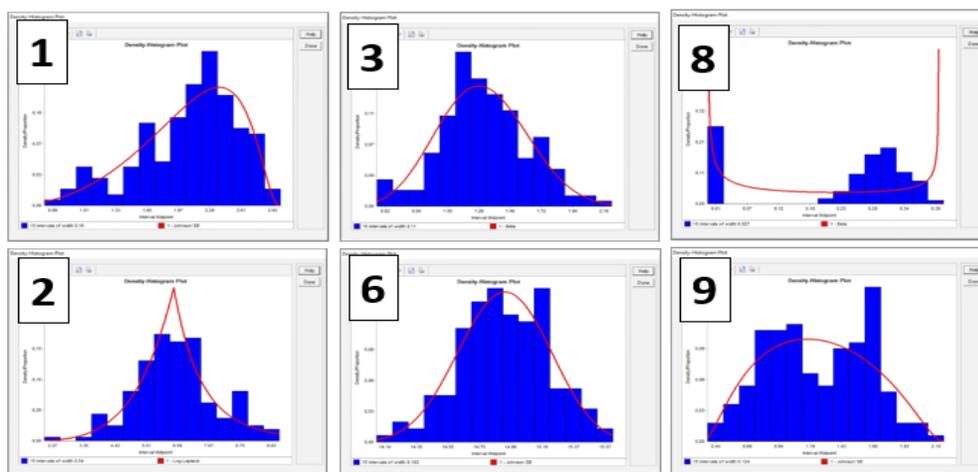
id	Descripción	Distribución	Calificación
1	Tiempo del mesero en transcribir el pedido	johnsonbounded (0,008740, 3,031698, -1,044581, 1,168847, getstream (current))	Good
2	Tiempo de espera del pedido	loglaplace (0.000000, 6.464998, 5.867343, getstream (current))	Good
3	Tiempo de Mise en place	beta (0.001074, 3.151554, 10.008981, 14.210969, getstream (current))	Good
4	Tiempo de preparación	loglogistic (0.000000, 4.988581, 36.931111, getstream (current))	Indeterminate
5	Tiempo de espera por horno	beta (0.051870, 4.554178, 1.234631, 2.139376, getstream (current))	Indeterminate
6	Tiempo de cocción en el horno	johnsonbounded (12.914733, 16.702080, -0.363721, 3.175812, getstream (current))	Good
7	Tiempo de servir la lasagna	beta (0.000000, 0.280351, 0.431857, 0.614865, getstream (Current))	Bad
8	Tiempo de espera del pedido en la ventana	beta (0.000000, 0.398574, 0.410427, 0.535808, getstream (current))	Good

9	Tiempo del mesero en recibir el pedido	johnsonbounded (0.316154, 2.271610, 0.126809, 0.991038, getstream (current))	Good
10	Tiempo del mesero en entregar el pedido	loglaplace (0.000000, 1.274990, 3.761939, getstream (current))	Bad

Nota. La Tabla 10 se elaboró en el Software estadístico EXPERFIT. Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con las evaluaciones de la tabla anterior, se utilizan las distribuciones estadísticas con calificación Good para la simulación, en la Figura 18: Comparación gráfica de distribuciones asociadas, se evidencia la comparación entre estas distribuciones con calificación Good (color rojo) y la distribución de los registros reales que está en color azul.

Figura 18: Comparación grafica de distribuciones asociadas



Nota. La Figura 18 se elaboró en el Software estadístico EXPERFIT. Fuente: Elaboración propia.

Las distribuciones asociadas a las variables del sistema 4, 5, 7 y 10 (que no obtuvieron buena calificación) se representan en la simulación mediante tablas de probabilidades empíricas, tal como se evidencia en las tablas 13 a 16.

Tabla 13: Probabilidades de tiempo de preparación

Probabilidad (%)	Tiempo (min)
0,00	4,00
1,83	4,19
1,83	4,39
0,61	4,58
7,93	1,78
34,15	4,97
35,98	5,16
12,2	5,36
1,83	5,55
1,83	5,75

Nota. La Tabla 13 se elaboró en el Software estadístico EXPERFIT. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14: Probabilidades de tiempo de espera por horno

Probabilidad (%)	Tiempo (min)
0,00	0,11
18,29	0,55
14,63	1,00
6,10	1,44
14,63	1,88
14,02	2,33
20,12	2,77
6,10	3,21
3,66	3,65
0,61	4,10

Nota. La Tabla 14 se elaboró en el Software estadístico EXPERFIT. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15: Probabilidades de tiempo de servir Lasagna

Probabilidad (%)	Tiempo (min)
0,00	0,00
28,05	0,04
0,00	0,07
0,00	0,11
1,22	0,14
17,68	0,18
28,05	0,21
19,51	0,25
5,49	0,28

Nota. La Tabla 15 se elaboró en el Software estadístico EXPERFIT. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16: Probabilidades de tiempo del mesero en entregar pedido

Tabla 14: Probabilidades de tiempo del mesero en entregar pedido

Probabilidad (%)	Tiempo (min)
0,00	0,08
3,05	0,27
4,27	0,46
2,44	0,65
0,61	0,84
4,27	1,03
28,66	1,22
24,39	1,41
20,73	1,60
7,32	1,79

Nota. La Tabla 14 se elaboró en el Software estadístico EXPERFIT. Fuente: Elaboración propia.

Las tablas 13, 14, 15 y 16 evidencian una probabilidad de ocurrencia empírica, la cual es determinada de forma aleatoria con base en la información previa registrada en el software, la cual se digita a partir de los tiempos recopilados en la fase medir. Por otra parte, las llegadas de los clientes se simulan mediante distribuciones exponenciales siguiendo las frecuencias que aparecen en la Tabla 10.

Diseño del modelo

El programa a utilizar en el modelamiento y simulación será FlexSim

Indicadores de salida

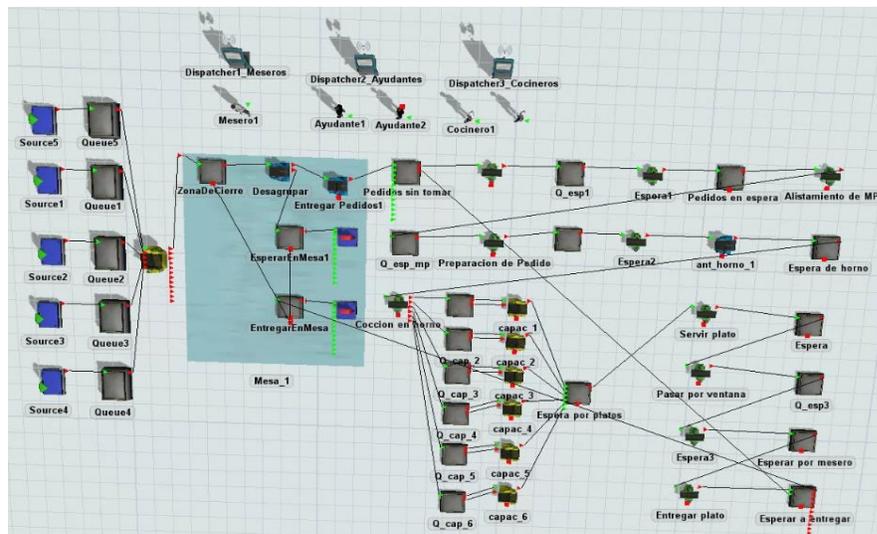
- Cantidad de platos de lasagna por día
- Tiempo de procesamiento por plato de lasagna
- Tiempo mínimo de procesamiento por plato de lasagna

- Mediana del tiempo de procesamiento por plato de lasagna
- Tiempo promedio de procesamiento por plato de lasagna
- Tiempo máximo de procesamiento por plato de lasagna

Locaciones

Representan lugares físicos fijos en el sistema donde ocurren los eventos. Por ejemplo: Los lugares donde se generan los clientes y pedidos, las zonas de almacenamiento donde esperan los pedidos en proceso y las áreas de trabajo donde se realiza cada proceso. Las locaciones utilizadas en este proceso se evidencian en la Figura 19: Locaciones en la simulación, se cuenta con 5 source que generan los clientes y pedidos, más de 20 queue entre los procesos para simular las esperas (3 por cada mesa simulada), 9 processor para cada actividad en los procesos de cocina, más de 20 separator (2 por cada mesa simulada), 7 combiner para agrupar los pedidos según corresponda y 2 sink (uno para clientes y el otro para pedidos).

Figura 19: Locaciones en la simulación

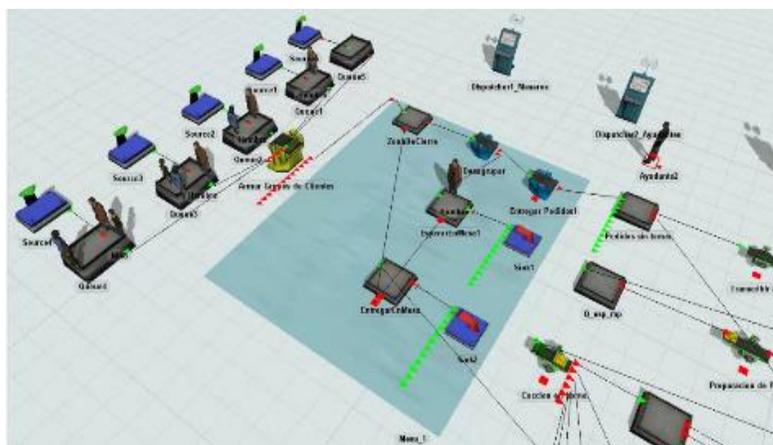


Nota. La Figura 19 se elaboró en el Software de simulación FLEXSIM. Fuente: Elaboración propia.

Entidades

Son aquellos elementos que fluyen a través del sistema. En este caso hay dos tipos de entidades (ver figura 20), las entidades que representan los clientes (que pueden agruparse en grupos de 1 a 4 personas) y las entidades que representan los platos pedidos por cada persona (esta entidad se representa con pallets de diferentes colores según el tipo de ítem), los tipos de pedidos se pueden observar en la tabla 16: tipos de pedidos para la simulación, hay 7 tipos, el tipo 0 corresponde a todos los pedidos de platos que no necesitan horno (y no hacen parte de la simulación general), los tipos 1, 2 y 3 corresponden a pizza en sus diferentes tamaños, el tipo 4 corresponde a los pedidos de lasagna (el plato en el que se enfoca la simulación), mientras que el tipo 5 y 6 corresponden a los pedidos de cannelonis y trucha respectivamente.

Figura 20: Entidades en la simulación



Nota. La Figura 20 se elaboró en el Software de simulación FLEXSIM. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17: Tipos de pedidos para la simulación

Tipos	Productos
0	Platos que no requieren horno
1	Pizza pequeña

2	Pizza mediana
3	Pizza grande
4	Lasagna
5	Canelonis
6	Trucha

Fuente: Elaboración propia.

Con el fin de que el software diferencie entre un producto y otro, se asignó un número a cada familia, dado que para cada producto el tiempo de cocción es diferente, asimismo la capacidad del horno aumenta o disminuye según el tamaño de los productos que contiene. Los tamaños solo difieren para las pizzas, mientras que los demás platos sólo se ofrecen en una presentación.

Proceso

A continuación, se describe el proceso:

1. Desde el Source5 se generan pallets que representan la llegada de un grupo de personas al restaurante
2. Mediante los Source1-4 se generan los 4 tipos de grupos de personas, que se refieren a la cantidad de integrantes por grupo, es decir, si el grupo es de 1, 2, 3 o 4 personas.
3. Todos los Source se conectan al Combiner que arma el grupo de acuerdo con una Variable almacenada en el pallet del Source5 que tiene las frecuencias de llegada de grupos según la cantidad de integrantes; en el 85% de los casos, llegan grupos de solo un integrante, mientras que pueden llegar dos, tres o cuatro integrantes en el 5% de los casos cada uno.

4. Cuando se arma el grupo, este es dirigido a una Queue llamada ZonaDeCierre donde se bloquea la entrada para ocupar la mesa
5. Luego se utiliza un Separator para separar las personas del grupo del Pallet que los contenía.
6. Posteriormente el Pallet pasa a otro Separator que divide el Pallet en la cantidad de personas del grupo al que hace referencia; esto se logra ya que cada entidad generada en los Source1-4 tiene un label que identifica la cantidad de personas del grupo según la entidad correspondiente.
7. De esta manera, el mesero se dirige hasta la mesa respectiva (EntregarPedidos1) y recoge los pallets para dejarlos en una Queue donde esperan el proceso de transcribir pedidos a caja y cocina.
8. Cuando el mesero deja los pedidos, realiza el proceso de transcribir en un Processor
9. Luego, el ayudante realiza el proceso de alistamiento de materia prima en un Processor
10. Posteriormente los cocineros preparan el pedido en un Processor
11. Los pedidos en proceso pasan a un Separator que los divide en cantidades que representan la cantidad de espacio que ocupa el tipo de pedido en el horno
12. Se realiza el proceso de cocción en un Processor con capacidad de 240 unidades
13. Luego se separan los pedidos divididos por tipo para ser unidos nuevamente mediante Combiners que trabajan según el tipo de pedido
14. Los cocineros realizan el proceso de servir plato en un Processor
15. Luego el ayudante pasa por la ventana del pedido

16. Y finalmente el mesero entrega el pedido a la mesa correspondiente
17. Lo anterior habilita las salidas para que el grupo que ocupaba la mesa pueda salir por un Sink al igual que los pedidos que ya llegaron a la mesa
18. También se habilitan las entradas en la Queue ZonaDeCierre permitiendo que puedan ingresar nuevos grupos de clientes a la mesa desocupada

Validación modelo

Se realiza una prueba t-student para verificar la exactitud del modelo simulado en comparación con los datos reales.

Hipótesis Nula: No existen diferencias significativas entre los tiempos reales del proceso y los tiempos simulados del proceso actual.

Hipótesis Alternativa: Existen diferencias significativas entre los tiempos reales del proceso y los tiempos simulados del proceso actual.

Tabla 18: Prueba t-student: Datos actuales vs Datos actuales simulados

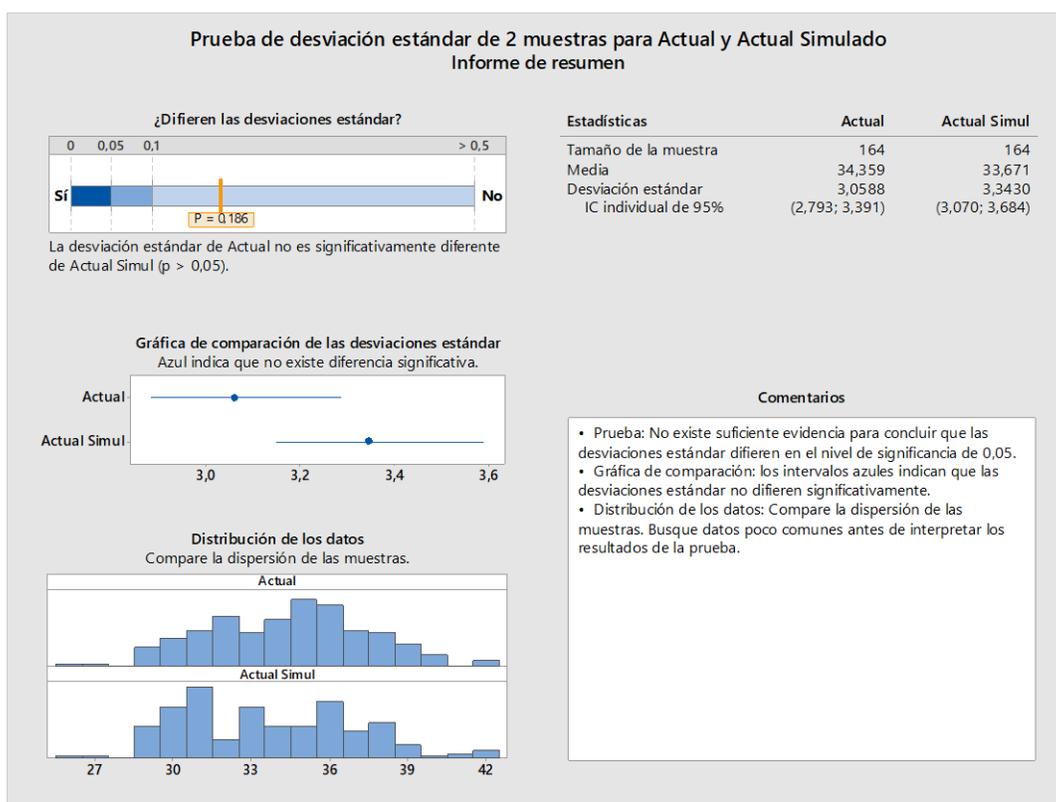
Valor T	GL	Valor p
1,95	323	0,053

Nota. La Tabla 18 se obtuvo en el Software estadístico MINITAB. Fuente: Elaboración propia.

Con base en el valor p, se aprueba la prueba de hipótesis nula, dado que este valor es mayor al nivel de significancia el cual se estableció como 0,05. Este resultado indica que la media de los datos arrojados por flexsim es igual a la de los datos reales del tiempo de atención y entrega de pedidos al cliente, por lo tanto, son equivalentes. Los datos empleados para el análisis de muestras en el Anexo F.

Para corroborar la información obtenida mediante la prueba t-student, se realizó un análisis de la desviación estándar de los dos grupos de información, es decir, se compara la desviación estándar de los datos actuales y de los datos actuales que se simulan mediante flexsim. Los resultados se muestran en la siguiente figura.

Figura 21: Comparación desviación estándar de 2 muestras



Nota. La Figura 21 se elaboró en el Software estadístico MINITAB. Fuente: Elaboración propia.

Bajo el mismo criterio de análisis del valor de p , se deduce que los datos actuales y los datos actuales simulados son estadísticamente iguales, por lo que se corrobora la equivalencia de la información.

Resultados de salida

La simulación se realiza durante un mes, donde los clientes pueden llegar cualquier día de la semana en los horarios de 6PM – 10PM siguiendo las frecuencias de la Tabla 10 mediante la opción de tasas periódicas. En la simulación se utiliza como herramientas las tablas globales para generar una tabla con los resultados de la simulación (cada registro representa cada plato entregado a un cliente), en la Tabla 19: Primeros resultados de simulación proceso actual, se pueden observar algunos registros obtenidos del producto 4 (lasagna); cada mes se pueden pedir alrededor de 130 lasagnas.

Tabla 19: Primeros resultados de simulación proceso actual

ID	Grupo	ReqHorno	Producto	Fecha inicio	Fecha Fin	Minutos
10004	2	1	4	1/03/2021 19:05	1/03/2021 19:34	28,83
40001	1	1	4	1/03/2021 19:31	1/03/2021 20:02	29,77
10006	2	1	4	1/03/2021 20:06	1/03/2021 20:36	39,47
30004	2	1	4	1/03/2021 20:13	1/03/2021 20:51	30,79
10013	3	1	4	2/03/2021 19:02	2/03/2021 19:30	34,20
20012	1	1	4	2/03/2021 19:35	2/03/2021 20:10	28,06
40005	1	1	4	2/03/2021 19:43	2/03/2021 20:19	28,55

Nota. La Tabla 19 se elaboró en el Software de simulación FLEXSIM. Fuente: Elaboración propia.

Mediante la Tabla 19 se puede evidenciar la mesa en donde se atendió a cada grupo de clientes, por ejemplo, el primer registro tiene un ID de 10004, lo que significa que se atendió en la mesa 1 y fue el cuarto grupo en atenderse en esa mesa. También se puede conocer la cantidad de personas en el grupo mediante la segunda columna, se conoce si el producto pedido requería o no de horneado mediante la tercera columna (el 1 representa un sí, el 0 representa un no).

Además de lo anterior, la Tabla 19, contiene el tiempo total de entrega del plato en la columna Minutos. La tabla contiene en la columna Fecha inicio y Fecha Fin los días en los que se realizó el servicio y la hora específica de inicio y fin.

Escenarios: Se consideran dos escenarios a evaluar, el primero es el escenario con la simulación del proceso actual (ver Figura 24) y el segundo es el escenario con la simulación del proceso mejorado (ver Figura 25). Las mejoras implementadas en el segundo escenario son:

- Sistema de facturación que evite reprocesos en transcribir
- Un nuevo trabajador en cocina que reduce tiempos de preparación y alistamiento
- Un nuevo horno que duplica la capacidad actual en el proceso de horneado
- Cambios en la distribución en planta para mayor eficiencia en el proceso

Figura 22: Simulación proceso actual



Nota. La Figura 22 se elaboró en el Software de simulación FLEXSIM. Fuente: Elaboración propia.

Figura 23: Simulación proceso mejorado

Nota. La Figura 23 se elaboró en el Software de simulación FLEXSIM. Fuente: Elaboración propia.

Los primeros resultados obtenidos mediante el segundo escenario se evidencian en la Tabla 20: Primeros resultados de simulación proceso mejorado; de la misma manera que con el primer escenario, el segundo escenario se simuló durante un mes y obtuvo más de 2.000 registros de todo tipo de productos, mientras que de lasagna alrededor de 260 registros.

Tabla 20: Primeros resultados de simulación proceso mejorado

ID	Grupo	ReqHorno	Producto	Fecha inicio	Fecha Fin	Minutos
20001	1	1	4	1/03/2021 18:34	1/03/2021 19:01	26,71
10003	3	1	4	1/03/2021 18:33	1/03/2021 19:06	29,47
10011	1	1	4	2/03/2021 18:28	2/03/2021 18:58	29,02
60002	4	1	4	2/03/2021 19:14	2/03/2021 19:40	24,92
40003	2	1	4	2/03/2021 19:20	2/03/2021 19:46	29,50
20010	1	1	4	2/03/2021 19:23	2/03/2021 19:50	27,85
50002	1	1	4	2/03/2021 19:31	2/03/2021 19:57	28,59
10020	1	1	4	2/03/2021 20:57	2/03/2021 21:25	27,63

Nota. La Tabla 20 se elaboró en el Software de simulación FLEXSIM. Fuente: Elaboración propia.

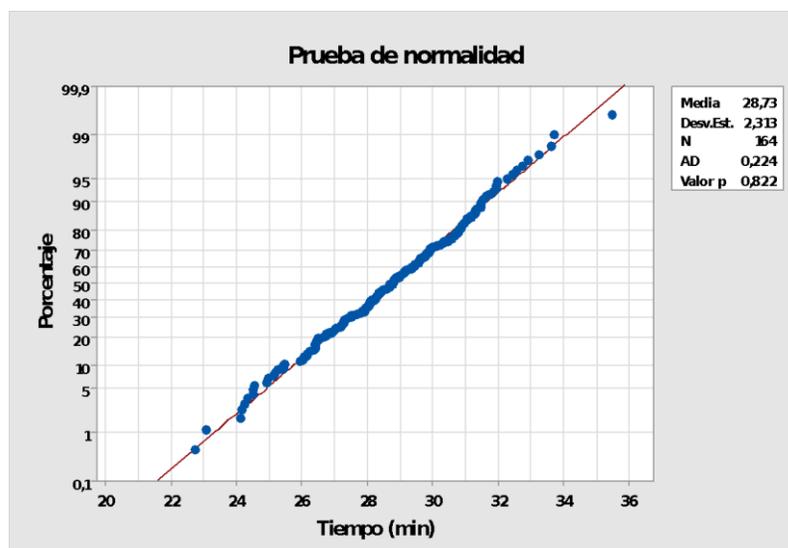
De acuerdo con los datos obtenidos en la evaluación de escenarios, el tiempo máximo de servicio disminuyó de 42 minutos a 35 minutos, contribuyendo significativamente con la reducción del promedio y la desviación estándar, los cuales pasaron de 34 a 28 minutos en el caso del tiempo de atención promedio y de 3 a 2 minutos en relación con la desviación estándar. Lo que se traduce en una mejora por disminución de tiempos de procesamiento por plato de 5 minutos.

4.4.1.1. Resultados de la simulación

Con respecto a la información obtenida de la tabla 20 se realiza una prueba de normalidad con el fin de determinar si los datos del proceso simulado con todas las mejoras siguen una distribución normal. Para aprobar o rechazar la normalidad se establecen las siguientes hipótesis:

- Hipótesis Nula: El p valor es mayor o igual al nivel de significancia (0,05).
- Hipótesis Alternativa: El p valor es menor al nivel de significancia (0,05).

Figura 24: Prueba de normalidad proceso mejorado

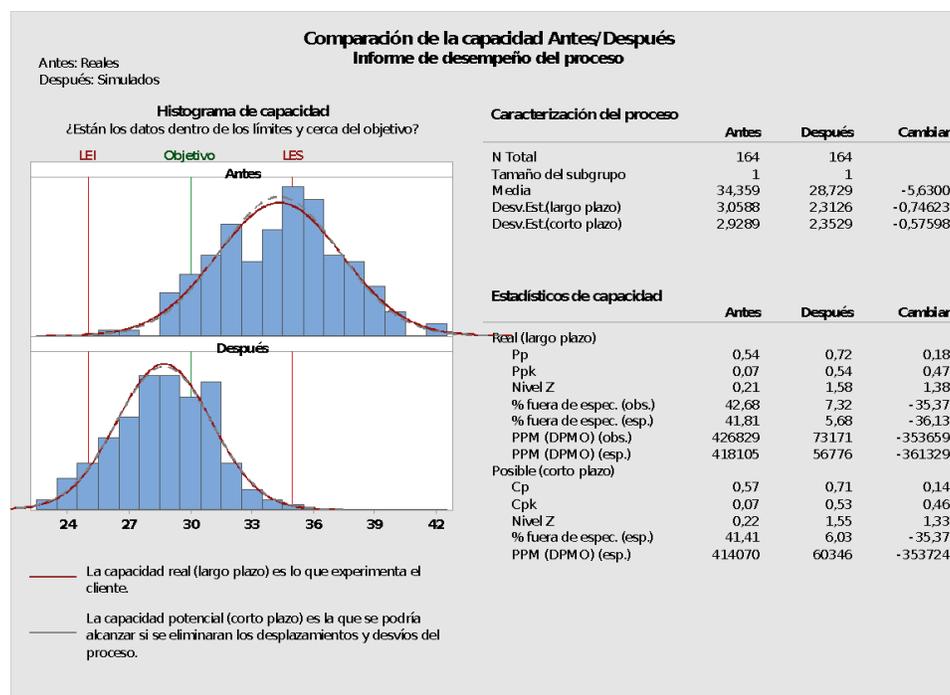


Nota. La Figura 24 se elaboró en el Software estadístico MINITAB. Fuente: Elaboración propia.

La prueba de normalidad se realiza con base en el método estadístico Anderson-Darling. En la figura 24 se observa que un valor p mayor a 0,05, por lo que se aprueba la hipótesis nula y se deduce que los datos siguen una distribución normal.

Una vez determinada la normalidad de los datos se procede a realizar una comparación de la capacidad del proceso actual versus la capacidad del proceso simulado, con el fin de evidenciar las mejoras en el proceso. El análisis se realiza mediante el software estadístico MINITAB. (Ver Figura 25)

Figura 25: Informe de desempeño del proceso Antes y Después



Nota. La Figura 25 se elaboró en el Software estadístico MINITAB. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 25 se observa que el modelo futuro ajusta la gráfica y la desplaza hacia la izquierda, agrupando los datos dentro de los límites específicos establecidos por el cliente. El

porcentaje de datos por fuera de los límites de especificación a largo plazo se redujo en 86%, a su vez se ve un incremento del nivel sigma equivalente a 1,38, lo cual representa una reducción de 361.329 defectos por millón de oportunidades (DPMO).

El Ppk indica la capacidad real a largo plazo que podría alcanzar el proceso si estuviera centrado. Por lo general, los valores de Ppk más altos indican un proceso más capaz. Los valores de Ppk más bajos indican que el proceso necesita mejoras. Para evaluar si el indicador Ppk es alto o bajo, muchas empresas han establecido un valor de referencia equivalente a 1,33. En la figura 25, se observa un incremento en la capacidad real a largo plazo de 0,47, sin embargo, el resultado obtenido sigue siendo inferior al valor de referencia, lo que indica que en el proceso se deben seguir realizando mejoras. Respecto al valor de Pp equivalente a 0.77, se observa un incremento de 0.18, evidenciando que el proceso sigue sin estar centrado. (Minitab, 2019)

En relación al Cp (capacidad del proceso a corto plazo) se observa un incremento de 0,57 a 0,71, posicionando el proceso dentro de la categoría 3, según la Tabla 6, lo cual indica una mejora del rendimiento, sin embargo, se deduce que el proceso no es el adecuado para el trabajo y aún requiere modificaciones serias.

4.4.2. Análisis de rentabilidad

Con el propósito de evaluar la viabilidad financiera de las mejoras propuestas se realizó un análisis de la inversión a partir del cálculo de los indicadores financieros TIR y VAN. Inicialmente, se investigó el valor de cada una de las mejoras propuestas. En la siguiente tabla se puede observar los costos de adquisición.

Tabla 21: Total inversión para el primer año

	Unidad	Cantidad	Total
Monitor capacitivo	\$ 1.008.555	1	\$ 1.008.555
Tablet Lenovo V7 6.9 6505y	\$ 709.900	3	\$ 2.129.700
Horno 3 cámaras automatizado	\$ 9.300.000	1	\$ 9.300.000
Salario del trabajador	\$ 1.382.285	12	\$ 16.587.420
Licencia Restbar Plus	\$ 2.409.326	1	\$ 2.409.326
Redistribución de espacios	\$ 5.000.000	1	\$ 5.000.000
Total Inversión			\$ 36.435.001

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 21 se evidencia una inversión total en el primer año de \$ 36.435.001, que corresponden a la compra de un monitor, tres tablets, un horno de mayor capacidad, la licencia del software Restbar Plus, la contratación de una nueva persona para apoyar las labores en la cocina y la redistribución de espacios.

Tabla 22: Rentabilidad producción de lasagna

Rentabilidad de lasagna	Sin mejoras	Con mejoras
Precio de venta	\$ 30.500	\$ 30.500
Rentabilidad	40%	40%
Rentabilidad por unidad	\$ 12.200	\$ 12.200
Producción mensual	130	260
Rentabilidad mensual	\$ 1.586.000	\$ 3.172.000
Rentabilidad anual	\$ 19.032.000	\$ 38.064.000

Fuente: Elaboración Propia

El Restaurante Italiano tiene establecido un precio de venta de lasagna de \$30.500 y un margen de utilidad del 40% por unidad vendida, lo cual corresponde a \$12.200. Por otro lado, con base en los resultados obtenidos en la simulación, se determinó que actualmente la capacidad productiva del restaurante es equivalente a 130 lasagnas mensuales. Una vez implementadas las

mejoras se incrementa en un 100% la producción, es decir, 260 lasagnas mensuales. Lo anterior indica que la rentabilidad anual se duplica de \$19.032.000 a \$38.064.000. (Ver tabla 22)

Tabla 23: Proyección Flujo de Caja

	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Inversión	- 36.435.001					
Ingresos		\$ 95.160.000	\$ 98.109.960	\$ 101.151.369	\$ 104.287.061	\$ 107.519.960
Costos y gastos		-\$ 57.096.000	-\$ 75.463.647	-\$ 77.288.492	-\$ 79.169.908	-\$ 81.109.647
Utilidad Operativa	- \$ 36.435.001	\$ 38.064.000	\$ 22.646.313	\$ 23.862.876	\$ 25.117.153	\$ 26.410.313
Impuestos Operativos	\$ -	\$ 12.561.120	\$ 7.473.283	\$ 7.874.749	\$ 8.288.661	\$ 8.715.403
Utilidad después de impuestos	-\$ 36.435.001	\$ 25.502.880	\$ 15.173.030	\$ 15.988.127	\$ 16.828.493	\$ 17.694.910
WACC	25%	80%	64%	51%	41%	33%
VP Flujo de caja libre	\$ 50.990.183	\$ 20.402.304	\$ 9.710.739	\$ 8.185.921	\$ 6.892.951	\$ 5.798.268

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 23 se observa la proyección del flujo de caja en relación a la inversión, ingresos, costos y gastos generados para la producción de la lasagna. Para la proyección de los ingresos se tuvo en cuenta un promedio de la inflación de los últimos 5 años, equivalente al 3,1%, a su vez, para el cálculo del incremento del salario del trabajador se realizó la misma ponderación, determinando un aumento del salario igual a 6,18%. Siguiendo con lo establecido en la tabla 23, se asume que la inversión se realiza el 31 de diciembre del año 2021, por ende, a la fecha de inversión no hay ingresos, ni costos y gastos establecidos.

En relación con la utilidad neta se observan resultados positivos tanto para el primer año de inversión como para los años siguientes, con lo cual, a simple vista se prevé que el proyecto es rentable, (para la estimación de la utilidad neta se tuvo en cuenta el porcentaje de impuestos

establecido por el gobierno nacional de Colombia, el cual es del 33%). Si bien, la utilidad operativa después de impuestos permite tener una idea inicial de la rentabilidad del proyecto, se realizó la verificación de dicha hipótesis a través del cálculo de los indicadores financieros TIR y VPN. (Actualícese, 2019)

Para el cálculo de los indicadores previamente mencionados, se estableció un WACC del 25%, teniendo en cuenta que el accionista o inversionista del proyecto es la misma propietaria del restaurante. Quien, a su vez, tiene la autonomía de incrementar o disminuir dicho valor bajo su beneficio, siempre y cuando la TIR indique que el negocio es rentable. Además, se calculó el WACC para los siguientes años con el fin de evaluar la desvalorización de la moneda a lo largo del tiempo, obteniendo un porcentaje inicial y final de 80% y 33% respectivamente.

Luego, a partir de los resultados obtenidos del WACC y de la utilidad después de impuestos, se calculó el valor presente del flujo de caja libre le cual equivale a la ganancia total de la inversión a lo largo de los 5 años, equivalente a \$ 50.990.183. Con base en lo anterior, se realizó la cuantificación de los indicadores financieros VPN y TIR.

Tabla 24: Cálculo indicadores financieros

VPN	TIR
\$ 14.555.182	45%

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados obtenidos de la tabla anterior indican que el proyecto es rentable a lo largo de 5 años, dado que el VPN (valor presente neto) calculado fue de \$ 14.555.182, cifra que es superior a \$0. A su vez, se corroboró la información constatando que el indicador TIR (tasa de retorno de inversión) equivalente al 45% es superior al WACC 25%.

5. CONCLUSIONES

Mediante la aplicación de la metodología DMAIC se propuso un plan de mejora para disminuir los tiempos de atención al cliente en el Restaurante Italiano, el cual, fue evaluado a partir del diseño de un modelo simulación del proceso actual y el proceso futuro en el software FlexSim 2021. Los resultados obtenidos de la propuesta de mejora permiten lograr una mejora potencial del 16% del tiempo promedio de atención al cliente, lo cual es un aspecto muy positivo para el restaurante italiano, dado que dicha mejora equivale a una reducción de 5,63 minutos en el tiempo promedio de entrega, permitiendo de esta manera que el tiempo de entrega de pedidos de lasagna se encuentre dos minutos por debajo de la meta establecida por el equipo de trabajo la cual fue de 30 minutos.

Con base en la información recopilada de la plataforma TripAdvisor y mediante la aplicación de la herramienta VOC se determinó que el 33% de las quejas recibidas en el restaurante italiano corresponden a demoras en el servicio, por lo que se definió como la variable crítica de estudio. Con la mejora potencial evidenciada se observa la reducción del 86% de los incumplimientos en el tiempo de atención al cliente, con lo que se espera disminuir las quejas relacionadas con el tiempo y por ende incrementar la satisfacción del cliente, dado que en la encuesta realizada se observó que el tiempo de atención es una prioridad para el mismo.

En la fase medir se determinó que el número de observaciones a recolectar equivale a 164 tiempos de preparación de lasagna. Los datos recopilados fueron evaluados mediante el software Minitab, el cual estableció que el restaurante cuenta con una capacidad del proceso igual a 0,57, dicho resultado determinó que, el servicio de la empresa es deficiente y requiere de modificaciones serias; según lo establece la tabla de interpretación cualitativa del índice Cp a nivel mundial.

Durante la recolección de datos, se contaron los errores más recurrentes en el desarrollo de las actividades relacionadas con la atención y entrega de pedidos al cliente, lo cual permitió aplicar la herramienta 5 por qué, con el objetivo de definir las principales causas que afectan estos errores. Luego, a través del Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF) se determinó la relación de causalidad entre las causas identificadas y los defectos presentes en el proceso, definiendo las mejoras que eliminen los problemas relacionados con el mal diseño del proceso, la falta de personal y la baja capacidad del equipo, con un RPN de 400, 320 y 294 respectivamente, siendo estas las fallas potenciales que afectan el tiempo de entrega de lasagna en el restaurante.

Con base en las mejoras planteadas, se empleó el software FlexSim 2021 con el fin de simular la situación futura del restaurante. Los resultados obtenidos indican que el restaurante tendría una mejora significativa en relación con la capacidad del proceso a largo plazo (Ppk). Inicialmente el Ppk fue de 0,07 y con las mejoras se incrementó a 0,58, evidenciando una mejora de 0,47. Lo cual representa un incremento del nivel Z equivalente a 1,38, reduciendo el número de defectos por millón de oportunidades (DPMO) en un 36,13%.

Finalmente, las mejoras planteadas implican la adquisición de un software de apoyo a la gestión, tres tablets, un monitor, un horno de mayor capacidad, la contratación de una persona de apoyo en cocina y la redistribución de espacios. Lo anterior se cotizó con un costo correspondiente a \$36.435.000, para evaluar la rentabilidad de la inversión se realizó el cálculo de los indicadores financieros TIR y VPN en un lapso de 5 años posteriores a la implementación de las mejoras. Los resultados obtenidos indicaron que el proyecto es viable al obtener un VPN por un valor de \$14.555.182 y una TIR del 45%.

6. RECOMENDACIONES

A partir del análisis de rentabilidad del proyecto se evidenció que es viable realizar la inversión, sin embargo, debido a la recesión económica generada por la pandemia y la crisis social que afronta Colombia se debe evaluar el riesgo que conlleva realizar dicha inversión.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de la matriz AMEF que posteriormente fueron evaluados en un diagrama de Pareto se evidenció que las principales causas de falla son: el mal diseño del proceso, la falta de personal y la baja capacidad del equipo. Las mejoras propuestas se enfocaron en dar solución a los anteriores problemas y adicionalmente, el equipo de trabajo vio la necesidad de abarcar la redistribución de espacios. Por lo que, la organización debe decidir si desea incluir esta última propuesta de mejora.

La investigación se enfocó en dar solución al requerimiento crítico del cliente, es decir, el tiempo de entrega de pedido. Sin embargo, el ciclo DMAIC es un proceso de mejora continua por lo que se debe trabajar en la búsqueda de soluciones para todas las inconformidades del cliente.

7. REFERENCIAS

¿Qué es Cpk? | Measure Control. (s. f.). Recuperado 8 de mayo de 2020, de <http://www.measurecontrol.com/que-es-cpk/>

¿Qué es DPU, DPO y DPMO? - Minitab. (s. f.). Recuperado 8 de mayo de 2020, de <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/19/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/capability-analysis/supporting-topics/capability-metrics/what-are-dpu-dpo-and-dpmo/#what-is-defects-per-million-opportunities-dpmo>

ACTUALICESE. (2015). Definición de indicadores financieros. Ciencia. <https://actualicese.com/definicion-de-indicadores-financieros/>

Actualícese. (2019). Tarifa en renta del 32 % para personas jurídicas. Actualicese.com. <https://actualicese.com/tarifa-general-del-impuesto-de-renta-para-personas-juridicas-sera-del-33-para-el-ano-gravable-2019/>

Ahmed, S. (2019). Integrating DMAIC approach of Lean Six Sigma and theory of constraints toward quality improvement in healthcare. *Reviews on Environmental Health*, 9. <https://doi.org/10.1515/reveh-2019-0003>

Alcaldía Municipal de Popayán | Popayán tuvo más de 22.000 visitantes durante la Semana Santa. (s. f.). Recuperado 13 de mayo de 2021, de <http://www.popayan.gov.co/ciudadanos/sala-de-prensa/noticias/Popayán-tuvo-más-de-22.000-visitantes-durante-la-Semana-Santa>

Alderete, V. P., Colombo, A. L., Di Stéfano, V., & Wade, P. (2003). SIX SIGMA «0 de cómo las pinzas y martillos se tornan tecnología de punta». XXVI Congreso del Instituto Argentino de

Profesores Universitarios de Costos, 21. <http://200.16.86.50/digital/33/revistas/cse/sixsigma-six.pdf>

Amitrano, F. G., Estorilio, C. C. A., De Oliveira Franzosi Bessa, L., & Hatakeyama, K. (2016). Six Sigma application in small enterprise. *Concurrent Engineering Research and Applications*, 24(1), 69-82. <https://doi.org/10.1177/1063293X15594212>

Arellano Díaz, H. (2017). La calidad en el servicio como ventaja competitiva. *Dominio de las Ciencias*, 3(3), 72-83.

Asociación Española para la Calidad. (s. f.). AEC - Diagrama SIPOC. Recuperado 17 de enero de 2021, de <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/diagrama-sipoc>

Bernardo, K., & Paredes, J. (2016). Aplicación de la metodología Six Sigma para mejorar el proceso de registro de matrícula, en la Universidad Autónoma del Perú. 277. <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/80093>

Bryan Salazar López. (2019). Capacidad de procesos | Ingeniería Industrial Online. Capacidad de procesos. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-calidad/capacidad-de-procesos/>

Cruz, D. (2019). Aplicación de lean six sigma para la reducción de costos operativos en la industria restaurantera. 7.

CTQ - Definición - Caletec. (s. f.). Recuperado 17 de enero de 2021, de <https://www.caletec.com/glosarios/ctq/>

- Desai, D. A., Kotadiya, P., Makwana, N., & Patel, S. (2015). Curbing variations in packaging process through six sigma way in a large-scale food-processing industry. *Journal of Industrial Engineering International*, 11(1), 119-129. <https://doi.org/10.1007/s40092-014-0082-6>
- Diagrama Causa-Efecto (Diagrama Ishikawa) - Progress Lean. (s. f.). Recuperado 8 de mayo de 2020, de <https://www.progresslean.com/diagrama-causa-efecto-diagrama-ishikawa/>
- Diaz, M., Zárate, R., & Román, R. (2018). Simulación FlexSim, una nueva alternativa para la ingeniería hacia la toma de decisiones en la operación de un sistema de múltiples estaciones de prueba. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/614/61458109002/html/index.html>
- Elementos básicos de un diagrama de Pareto - Minitab. (s. f.). Recuperado 8 de mayo de 2020, de <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/19/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/quality-tools/supporting-topics/pareto-chart-basics/>
- Elizabeth, T., López, H., & Sánchez, L. C. (2016). Perfil del cliente gastronómico del cantón Mocha . *Canton gastronomic tourist Mocha profile*. 3, 497-506.
- Enciclopedia Económica. (2018). Proceso productivo - ¿Qué es?, características, etapas y tipos. <https://enciclopediaeconomica.com/proceso-productivo/>
- Facho, G. E., Asesor, R., Bernardo, K., Paredes, J., & Felipa-alejos, J. (2016). Mejora de procesos en una empresa textil exportadora mediante la metodología Six Sigma. 277. <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/80093>
- Felipa-alejos, J. (2014). ENTIDADES BANCARIAS Jeff Felipa-Alejos.

Gastrolab. (2020). ▷ SAI: Qué es, para qué sirve y que tipos hay en el mercado.

<https://www.gastrolabweb.com/especiales/2020/6/19/emplatado-que-es-para-que-sirve-que-tipos-hay-570.html>

Guillermo Westreicher. (s. f.). Histograma - Qué es, definición y concepto | Economipedia.

Recuperado 17 de enero de 2021, de <https://economipedia.com/definiciones/histograma.html>

Gutiérrez Humberto, D. la V. R. (2013). Control estadístico de la calidad y Seis Sigma (Tercera).

Inc., M. L. A. & A. (2007). Simulation Modeling and Analysis. McGraw-Hill.

J., A. F. (2007). Ingeniería de sistemas: un enfoque interdisciplinario. AlfaOmega.

J., B., S., C. J., L., N. B., & M., N. D. (2005). Discrete-Event System Simulation. Prentice Hall.

Kiziryan, M. (2018). Flujo de caja - Qué es, definición y concepto. Economipedia.

<https://economipedia.com/definiciones/flujo-de-caja.html>

L., W. W. (2005). Investigación de operaciones aplicación y algoritmos. Thomson Learning.

López. (2019). Capacidad de procesos | Ingeniería Industrial Online. Capacidad de procesos.

<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-calidad/capacidad-de-procesos/>

Liao, H., Science, C., Arbor, A., Zhou, H., Engineering, O., & Lafortune, S. (2011). Proceedings of the 2011 Winter Simulation Conference S. Jain, R. R. Creasey, J. Himmelspach., 703-715.

Lisboa, R. (2019). ¿Qué es un focus group o grupo focal y para qué sirve?

<https://rockcontent.com/es/blog/focus-group/>

M., B., G., G. A., E., L., & W., N. (2012). Applied Simulation Modeling and Analysis using FlexSim. FlexSim Software Products, Inc.

Martínez, A. M. (2004). Tips Bioestadísticos. Redalyc, 7(1), 121-123.

Mata, María Cristina; Macassi, Sandro; 1997 Cómo elaborar muestras para los sondeos de audiencias. Cuadernos de investigación No 5. ALER, Quito.

Mejía, J. (2000). El muestreo en la investigación cualitativa.

Mella, O. (2000). Técnica De Grupos Focales (“ Focus Groups ”). Cide, 3, 1-27.

Mejora Continua del Servicio al Cliente Mediante ServQual y Red de Petri en un Restaurante de Santa Marta, Colombia. (s. f.). Recuperado 16 de febrero de 2020, de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642019000200073&script=sci_arttext&tlng=n#B21

Minitab Inc. (s. f.). Historia corporativa de Minitab. Recuperado 16 de enero de 2021, de <https://web.archive.org/web/20060411075625/http://www.minitab.com/company/about/background.aspx>

Myriam Quiroa. (2018). Cliente - Qué es, definición y concepto | Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/cliente.html>

Nivel Sigma y DPMO | Ingeniería Industrial Online. (s. f.). Recuperado 9 de abril de 2021, de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-calidad/nivel-sigma-y-dpmo/>

Obregón Álvarez, N. J., Brieva Muñoz, S., & Manjarrés Ramírez, D. L. (2019). Diseño de un

modelo de simulación, análisis y selección de alternativas para la mejora de procesos en un restaurante bar.

Peiro, A. (2016). WACC – Coste medio ponderado del capital - Qué es, definición y concepto | Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/coste-medio-ponderado-del-capital-wacc.html>

ProColombia. (2018). Balance del turismo gastronómico en Colombia en 2018. <https://www.dinero.com/edicion-impres/negocios/articulo/balance-del-turismo-gastronomico-en-colombia-en-2018/263490>

Rao, G. V. S. S. P. S. (2014). ORIGINAL RESEARCH A DMAIC approach for process capability improvement an engine crankshaft manufacturing process. <https://doi.org/10.1007/s40092-014-0065-7>

Rendón Gil, P., & O`byrne Lozano, M. (2017). Diseño de un modelo para la reducción del tiempo de ciclo en la atención al cliente del plato Alas X6 en el restaurante bar ROUTE 66. Trabajo de Grado; Biblioteca Digital Universidad de San Buenaventura de Colombia., 1-69. <https://ezproxy.unav.es/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,url&db=edsbas&AN=edsbas.8F1D4B3A&lang=es&site=eds-live&scope=site>

Roldan, P. (2017, febrero 4). Utilidad neta - Qué es, definición y concepto | 2021 | Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/utilidad-neta.html>

Rojas-Ríos, L. F., López-Lezama, J. M., & Muñoz-Galeano, N. (2016). Asignación Óptima de Presupuesto para Mejoramiento de la Calidad del Servicio en Sistemas de Distribución

usando Algoritmo Genético No-Dominado II (NSGA-II) y un Algoritmo Memético. *Informacion Tecnologica*, 27(1), 115-126. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642016000100013>

Sabir, R.I., Ghafoor, O., Hafeez, I., Akhtar, N. & R. (2014). Factors Affecting Customers Satisfaction in Restaurants Industry in Pakistan. *International Review of Management and Business*, 3, 869-876.

Schmal, R. F., & Olave, T. Y. (2014). Optimización del Proceso de Atención al Cliente en un Restaurante durante Períodos de Alta Demanda. *Informacion Tecnologica*, 25(4), 27-34. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642014000400005>

Simanová, E., Sujová, A., & Gejdoš, P. (2019). Improving the Performance and Quality of Processes by Applying and Implementing Six Sigma Methodology in Furniture Manufacturing Process. *Poboljšanje izvedbe i kvalitete procesa proizvodnje namještaja primjenom metodologije Six Sigma. Drvna industrija*, 70(2), 193-202. <https://doi.org/10.5552/drvind.2019.1768>

Tech Blog. (2020, abril 1). Proceso de servicio al cliente: ¿Qué es y por qué lo necesita tu empresa? <https://www.gb-advisors.com/es/proceso-de-servicio-al-cliente-que-es-y-por-que-lo-necesita-tu-empresa/>

Terryann, H. (2013). WAIT TIMES AND CUSTOMER SATISFACTION. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689-1699.

Tibaquirá, N., & Tibaquirá, J. (2018). Reducción De Tiempos De Entrega De Concreto Con La

Metodología Lean Six Sigma En La Empresa Cemex S.A. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 146.
<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/13911/1/TibaquiraGutierrezNelsonStiven2018.pdf>

Velayos, V. (2014). Valor actual neto (VAN) - Qué es, definición y significado | 2021 | Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/valor-actual-neto.html>

VOC - Definición - Caletec. (s. f.). Recuperado 17 de enero de 2021, de <https://www.caletec.com/glosarios/voc/>

Voehl, F., Harrington, H. J., Mignosa, C., & Charron, R. (2013). The Lean Six Sigma Black Belt Handbook. The Lean Six Sigma Black Belt Handbook. <https://doi.org/10.1201/b15163>

W., K. D., P., S. R., & T., S. D. (2008). Simulación con Software Arena. McGraw Hill.

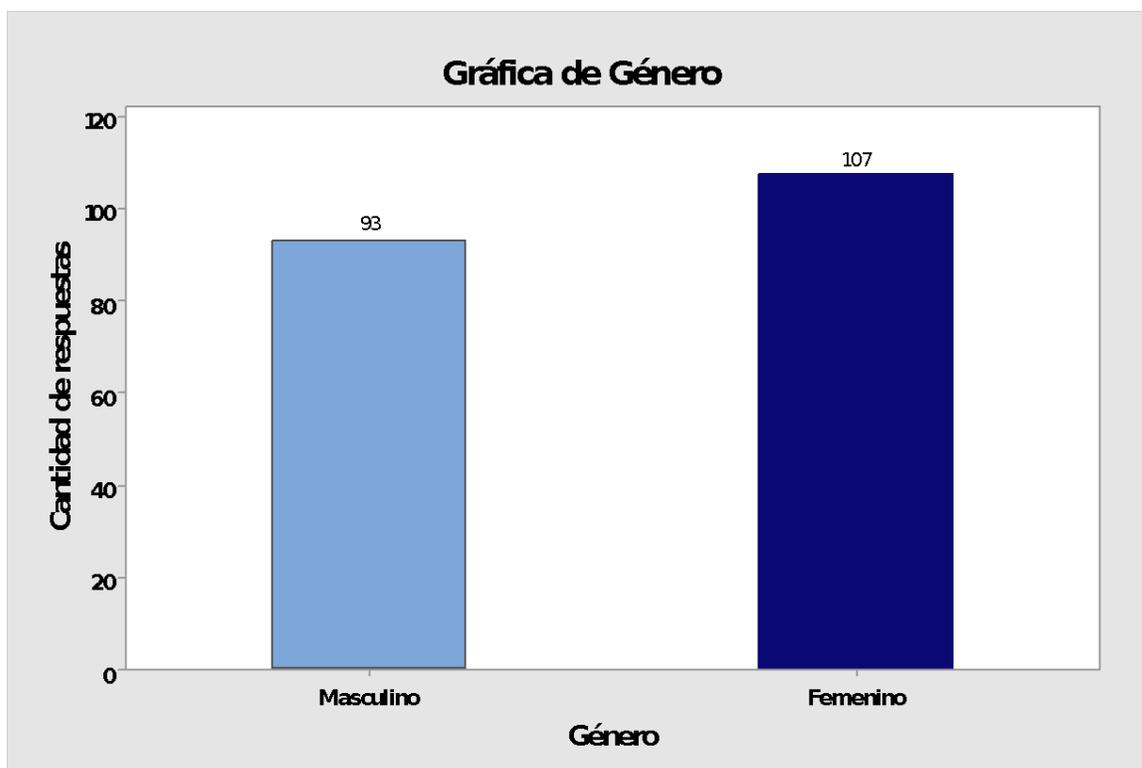
8. ANEXOS

Anexo A: Encuesta realizada a los clientes del Restaurante Italiano

Queremos brindarle un servicio de calidad y su opinión es muy importante para la mejora continua de nuestro negocio, por este motivo le pedimos que nos regale un minuto de su tiempo para responder una corta encuesta.

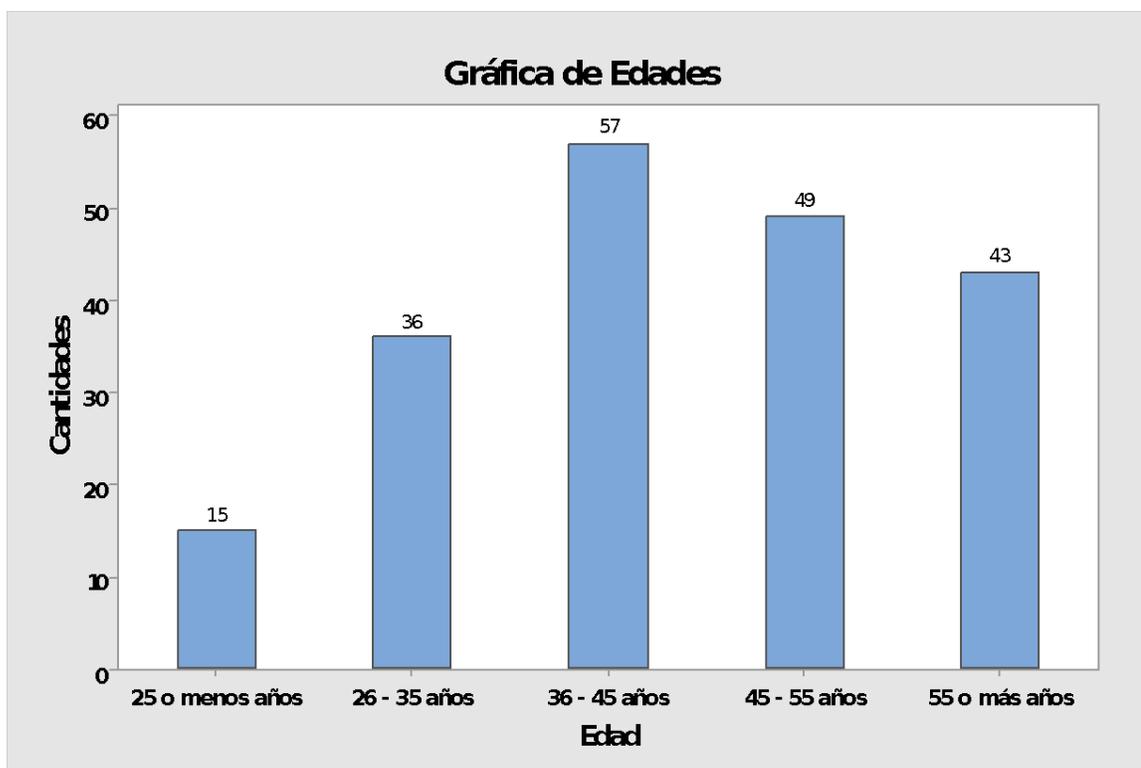
¿Cuál es su género?

- Femenino
- Masculino



1. Escoja el rango en el que se encuentra su edad

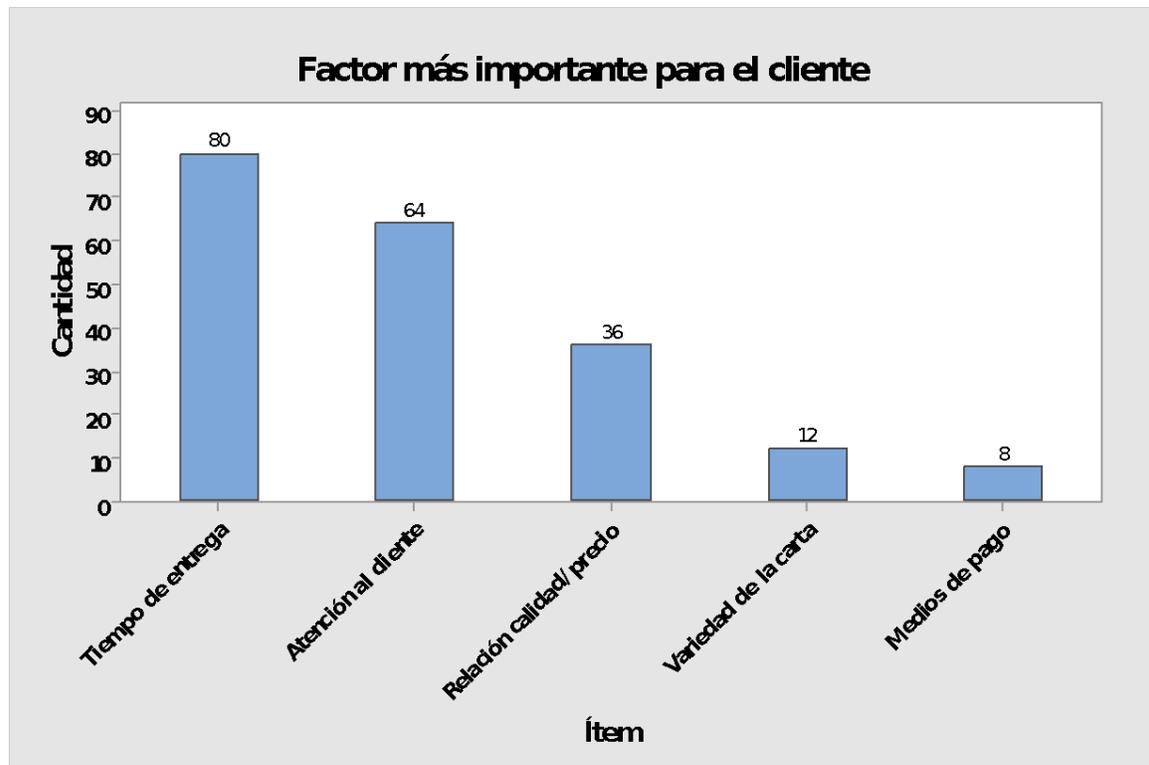
- 25 o menos años
- 26 – 35 años
- 36 – 45 años
- 46 – 55 años
- 55 años o más



2. Seleccione cuál de estos aspectos es más importante para usted

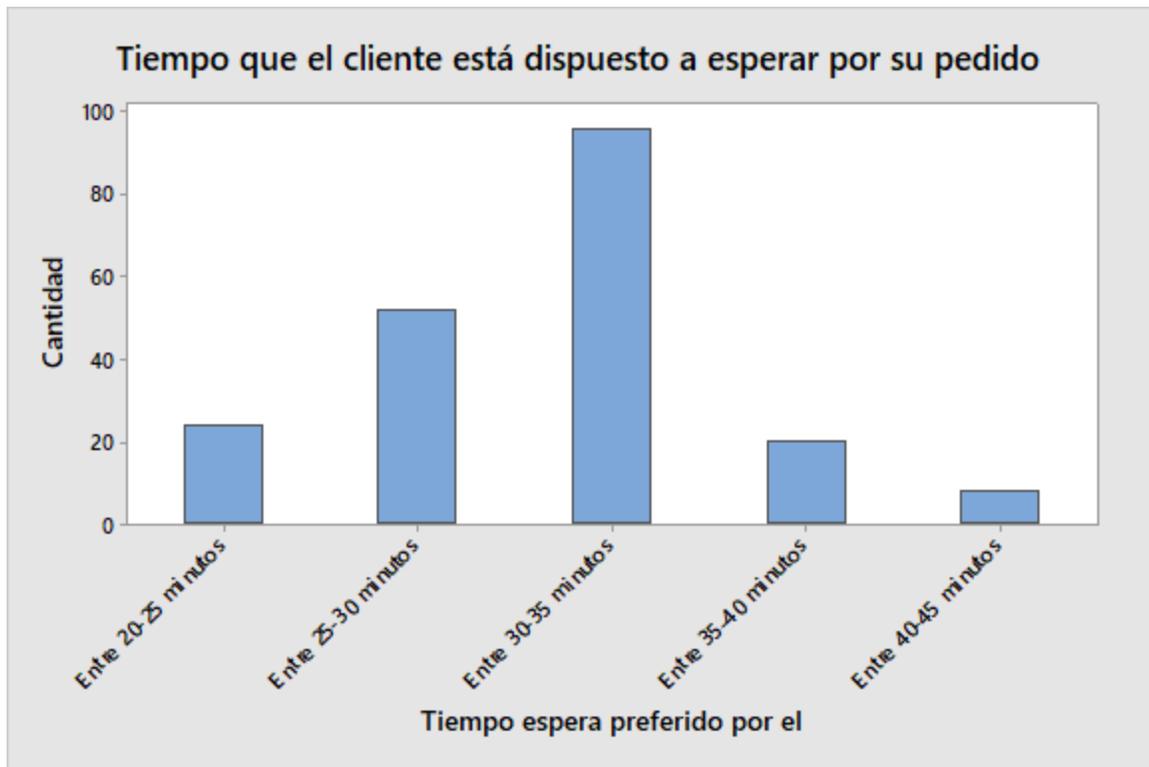
- Tiempo de entrega
- Atención al cliente
- Relación calidad/precio
- Variedad de la carta

- Medios de pago



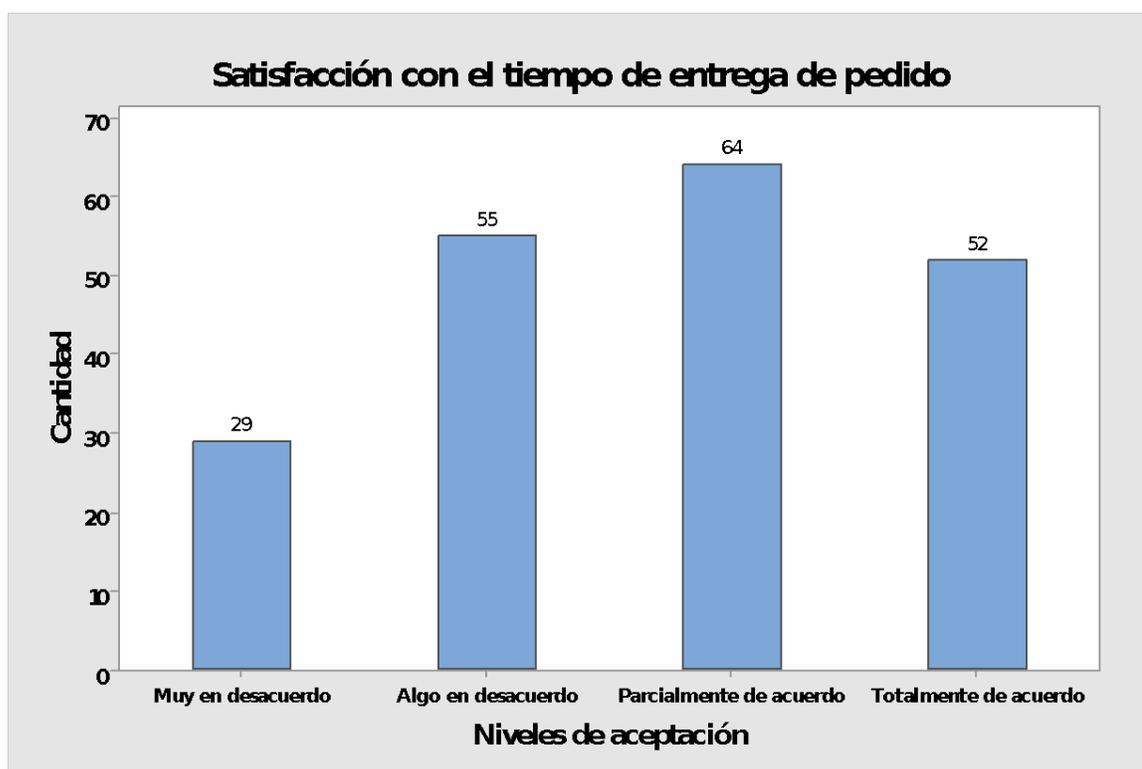
3. Seleccione el tiempo máximo que usted está dispuesto a esperar por su pedido

- Entre 20 – 25 minutos
- Entre 25 – 30 minutos
- Entre 30 – 35 minutos
- Entre 35 – 40 minutos
- Entre 40 – 45 minutos



4. Al recibir su pedido, ¿cree que el tiempo de atención fue prudente?

- Muy en desacuerdo
- Algo en desacuerdo
- Parcialmente de acuerdo
- Totalmente de acuerdo



Anexo B: Plan de recolección de datos

¿Qué se va a medir?		¿Cómo se va a medir?			¿Quién va a medir?	Plan de muestreo			
Mensurando	Tipo de mensurando	Método de medición	Etiquetas de datos necesarias para estratificar los datos	Método de recolección de datos	Personal asignado	¿Qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Cuánto?
Demanda de platos ofertados	Datos discretos	Datos históricos	Ventas	Manual	David Jiménez	Cantidad de platos vendidos por familia de productos	Restaurante Italiano	*abril a septiembre de 2019 *Abril a septiembre de 2020	Total, de ventas
Tiempo de servicio desde que se toma el pedido, hasta que se entrega al cliente.	Datos continuos	Estudio de tiempos con cronómetro.	Tiempos	Manual	David Jiménez	Tiempo de servicio desde que se toma el pedido, hasta que se entrega al cliente.	Restaurante Italiano	Octubre y Noviembre	Según formula de muestreo

Anexo C: Formato registro de tiempos del proceso

MEJORAMIENTO CONTINUO		FORMATO: HOJA DE ANALISIS DE PROCESOS		CODIGO:							
Proceso: TIEMPO DE OCUPACION DE MESA EN EL RESTAURANTE				HOJA No: 1							
Tema de Analisis: Tiempo de entrega de la lasagna desde que el cliente realiza el pedido hasta que recibe la orden en la mesa.		TIEMPO, minutos <input type="radio"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> CT	0,00	ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/>						
			<input type="checkbox"/> T	0,00	SUCERIDO <input type="checkbox"/>						
			<input type="checkbox"/> A	0,00	DISTANCIA: 0,0						
			<input type="checkbox"/> V	0,00							
			<input type="checkbox"/> OT	0,00	TIEMPO: 0,00						
Analista: David Jiménez Sección: COMEDOR Fecha: 01 de octubre de 2020 - 30 de noviembre de 2020		Cargo: Ventas Tipo: CO. Abastecimiento T: Transporte. CT: Tiempo de Ciclo OT: Otros tiempos. V: Verificación. A: Acumulación (Inventario)		TIEMPO 0,00							
Nº	ACTIVIDAD	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tiempo Original (min)	Distancia metros	Tipo	OBSERVACIONES	Tiempo Mejorado
1	Tiempo en que el mesero se desplaza y transcribe la orden para entregarla en caja y en cocina								T		
2	Tiempo en espera del pedido								OT		
3	Tiempo de mise en place								CT		
4	Tiempo de preparación								CT		
5	Tiempo que espera el pedido para entrar al horno								OT		
6	Tiempo de cocción								CT		
7	Tiempo de servir la lasagna								OT		
8	Tiempo que espera el pedido en la ventana								OT		
9	Tiempo que tarda el mesero en recibir el pedido								T		
10	Tiempo de entrega de orden a la mesa								T		
TOTAL							0,00				
Observaciones:		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		COMENTARIOS AL GRAFICO:							

Anexo D: Observaciones actuales registradas en la toma de tiempos

26,14	31,88	34,59	36,44
27,07	31,89	34,59	36,44
28,68	31,98	34,62	36,51
28,78	32,15	34,63	36,67
29,20	32,18	34,66	36,72
29,22	32,23	34,67	36,74
29,26	32,42	34,74	36,77
29,27	32,47	34,86	37,07
29,29	32,49	34,90	37,11
29,51	32,52	34,93	37,14
29,59	32,75	34,98	37,21
29,71	32,76	34,98	37,30
29,85	32,76	35,10	37,39
30,01	32,86	35,14	37,48
30,01	32,87	35,16	37,49
30,06	32,97	35,19	37,61
30,15	33,22	35,29	37,69
30,37	33,32	35,31	37,86
30,45	33,33	35,42	37,88
30,51	33,41	35,44	37,91
30,61	33,49	35,48	38,09
30,81	33,63	35,60	38,12
30,81	33,68	35,67	38,20
30,90	33,79	35,67	38,27
31,08	33,84	35,73	38,29
31,10	33,84	35,77	38,30
31,10	33,92	35,78	38,49
31,23	33,94	35,79	38,52
31,24	34,10	35,79	38,55
31,30	34,13	35,89	38,73
31,30	34,29	36,00	38,79
31,47	34,33	36,02	38,81
31,54	34,36	36,06	39,09
31,55	34,36	36,09	39,11
31,57	34,39	36,19	39,18
31,59	34,46	36,20	39,87
31,59	34,47	36,22	39,99
31,64	34,47	36,32	40,18
31,72	34,52	36,37	40,31

31,73	34,54	36,40	41,53
31,75	34,55	36,41	42,02

Anexo E: Observaciones obtenidas de la simulación actual

26,20	31,11	33,38	36,22
26,63	31,11	33,41	36,27
28,65	31,14	33,46	36,34
28,71	31,15	33,74	36,36
28,72	31,16	33,83	36,44
28,74	31,16	33,86	36,44
28,77	31,19	33,99	36,47
29,16	31,19	34,03	36,50
29,21	31,25	34,08	36,53
29,21	31,28	34,09	36,63
29,22	31,29	34,16	36,84
29,22	31,39	34,20	36,96
29,29	31,40	34,27	36,98
29,29	31,46	34,35	37,21
29,58	31,46	34,39	37,35
29,62	31,47	34,67	37,42
29,63	31,48	34,75	37,50
29,63	31,50	34,84	37,50
29,68	31,52	35,00	37,68
29,69	31,56	35,12	37,76
29,71	31,57	35,19	37,80
29,74	31,69	35,19	37,80
29,76	31,74	35,23	37,82
30,01	31,85	35,23	38,03
30,01	31,85	35,24	38,09
30,02	32,69	35,34	38,13
30,05	32,71	35,42	38,16
30,18	32,71	35,53	38,20
30,22	32,78	35,62	38,38
30,24	32,85	35,62	38,42
30,31	32,95	35,63	38,69
30,41	32,97	35,65	38,78
30,50	32,99	35,74	38,89
30,51	33,03	35,98	38,89

30,58	33,06	35,99	38,89
30,67	33,16	36,04	39,94
30,69	33,26	36,05	41,16
30,69	33,30	36,09	41,44
30,74	33,31	36,15	41,51
30,76	33,35	36,19	41,58
31,08	33,36	36,21	41,88

Anexo F: Observaciones obtenidas de la simulación con escenarios de mejora

22,70	27,21	28,79	30,56
23,07	27,24	28,79	30,56
24,10	27,26	28,81	30,64
24,16	27,27	28,82	30,64
24,24	27,29	28,90	30,73
24,33	27,37	28,97	30,76
24,47	27,46	28,98	30,77
24,49	27,47	29,03	30,79
24,55	27,54	29,05	30,81
24,90	27,67	29,08	30,86
24,94	27,77	29,14	30,87
25,11	27,80	29,14	30,92
25,17	27,90	29,18	30,95
25,24	27,91	29,30	31,03
25,39	27,92	29,35	31,03
25,41	27,97	29,36	31,14
25,45	27,99	29,41	31,15
25,91	28,01	29,43	31,24
26,01	28,05	29,43	31,28
26,05	28,07	29,54	31,28
26,13	28,07	29,57	31,31
26,14	28,08	29,57	31,44
26,24	28,10	29,61	31,44
26,36	28,21	29,61	31,45
26,37	28,23	29,67	31,50
26,37	28,23	29,72	31,53
26,38	28,30	29,74	31,63
26,39	28,30	29,78	31,70
26,41	28,31	29,82	31,82
26,47	28,32	29,83	31,92

26,47	28,39	29,88	31,93
26,63	28,42	29,88	31,97
26,71	28,45	29,91	32,24
26,71	28,46	29,93	32,43
26,83	28,58	29,98	32,54
26,88	28,65	30,12	32,73
26,92	28,68	30,24	32,89
26,99	28,68	30,29	33,23
27,02	28,68	30,30	33,61
27,13	28,75	30,45	33,68
27,18	28,77	30,45	35,47