



Trabajo de grado en modalidad de aplicación

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

Nelson José Álvarez Obregón<sup>1 a,c</sup> , Stephanie Brieva Muñoz <sup>2 a,c</sup> , Diana Lucia  
Manjarrés Ramírez <sup>3 a,c</sup> ,  
Felipe Barreto<sup>b,c</sup>

<sup>a</sup>Estudiante de Ingeniería Industrial

<sup>b</sup>Profesor, Director del Proyecto de Grado, Departamento de Ingeniería Industrial

<sup>c</sup>Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia

---

**Resumen**

The design prototype of the simulation of the best alternative, selected by a multicriteria technique, exposes a solution for the improvement of the operative process of the restaurant-bar Manhattan, including performance variables. The approach of the improvement alternatives for the operative process starts from the application of the engineering technical tools, later, through a hierarchical analysis process, the prioritization of the 17 alternatives is performed, the three most relevant ones are validly derived: inclusion of an additional waiter for the operation of the establishment, the construction of an additional service bar and the design of a mobile gondola as a new source of attention (sales). The validation of these alternatives is done by simulating them, however, the opportunity to develop the implementation of the mobile gondola. As a result of this implementation, an increase in sales of the business is evidenced, approximately 25% of the total sales during the first month of the gondola's operation came from this alternative. Once the first two alternatives have been simulated and the third has been implemented, the financial analysis will be carried out for each one in order to obtain the key indicators for the development of the second Hierarchical Analysis (NPV, IRR) that allows us to identify that the construction of an additional service bar in Manhattan is the best alternative taking into account the following criteria: NPV, IRR, income and implementation times.

## 1. **Justificación y planteamiento del problema**

Según un estudio realizado por Aidin Namin, la calidad del servicio (lo cual hace referencia, entre otras cosas, al tiempo de atención) es uno de los factores decisivos en la satisfacción de los clientes y esto a su vez influye en el incremento de las ventas (Namin, 2017). De acuerdo a un artículo publicado por la revista La Barra, dentro de los principales errores cometidos en este tipo de negocios están la elección de personal no calificado, el establecimiento de horarios erróneos de trabajo, la realización de un plan de gestión inadecuado, la falta de innovación y el desconocimiento del sector (Salazar, 2017).

Según Héctor Vásquez, investigador de la Escuela Nacional Sindical (ENS), el empleo generado en el año 2014 en la ciudad de Medellín, se dio principalmente en sectores como el comercio y servicios “El 70% del empleo en el sector se generó en bares y restaurantes, que en su mayoría son informales” (Vásquez, 2014). Según el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, “En el trimestre de septiembre a noviembre de 2016, el sector con mayor participación en la ocupación nacional fue el conformado por el comercio, los hoteles y los restaurantes (27,5%)” (MinCIT, 2017). Además, según ASOBARES, “la industria de los Bares vende alrededor de 1.400 millones de pesos al día, solo en Bogotá, lo cual se traduce en un aporte importante al PIB y así mismo al recaudo de impuestos para la nación” (Garzón, 2015).

Adicionalmente, el censo económico realizado por el DANE en el año 2014 muestra que en Bogotá hay alrededor de 10.200 bares de los cuales 5.500 son negocios formales. Según Carlos Simanca, Ex-Secretario Distrital de Desarrollo, el sector de Bares y Discotecas generó en el año 2013 ventas por \$516.000 millones y 75 de cada 10.000 personas de la ciudad trabajan en el sector mencionado. Por otra parte, se estima que en Colombia hay alrededor de 90.000 restaurantes y que solo en Bogotá hay 22.000 establecimientos registrados de este tipo. Según Claudia Barreto González, presidente ejecutiva nacional de Acodres, “la gastronomía aporta aproximadamente el 3,6 % del aporte total del turismo al PIB” (Garzón, 2015).

BRISAS es una cadena de restaurante-bar dedicada a la comercialización de alimentos y bebidas alcohólicas y no alcohólicas. Actualmente cuenta con tres sedes (Miami, Marruecos y Manhattan) y cuatro bodegas (la bodega principal que provee a todos los establecimientos y una bodega interna dentro de cada restaurante-bar de la marca), que se encuentran ubicadas en el departamento de La Guajira. A partir de una entrevista, realizada al Gerente General se logró concluir que existen una serie de problemas en los diversos procesos que se llevan a cabo en cada establecimiento y estos se derivan de la alta ejecución de labores de forma netamente empíricas, en donde no se ha desarrollado una correcta planeación y evaluación de las mismas.

A continuación se presenta un diagrama de barras en el cual se muestra el ingreso de cada uno de los establecimientos (Miami, Marruecos y Manhattan) durante el último trimestre del año 2017, en este se hace evidente que Manhattan es la mayor fuente de ingresos promedio (\$12.377.336 mensual) para la cadena de restaurantes-bar BRISAS, sin embargo dichos ingresos podrían mejorar ya que el gerente general ha observado constantes fallas relacionadas con retrasos en los pedidos, falta de estandarización en los procesos, servicio lento y saturación de los clientes. Debido a la importancia del establecimiento Manhattan para la empresa Brisas, ésta sede se tomará como base para la realización del presente proyecto.

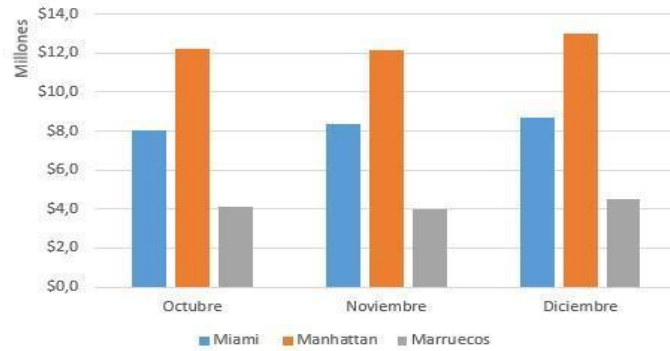


Ilustración 1. Ingresos de cada restaurante-bar en el último trimestre de 2017 (en millones de pesos).

Fuente: Construcción de los autores – Información proveniente de Brisas.

Para corroborar lo afirmado por el gerente, se realizó una encuesta a los empleados de dicho restaurante-bar en donde se cuestionó acerca del tipo de problemas que se presentan en cada área, se pudo observar que la mayor cantidad de los mismos se presentan en el área operativa (ver Ilustración 2). Para todas las áreas se detectaron un total de 16 problemas, 8 de los cuales recaen en el área operativa, es decir, que el 50% de los problemas existentes se presentan en el desarrollo de las actividades operativas.

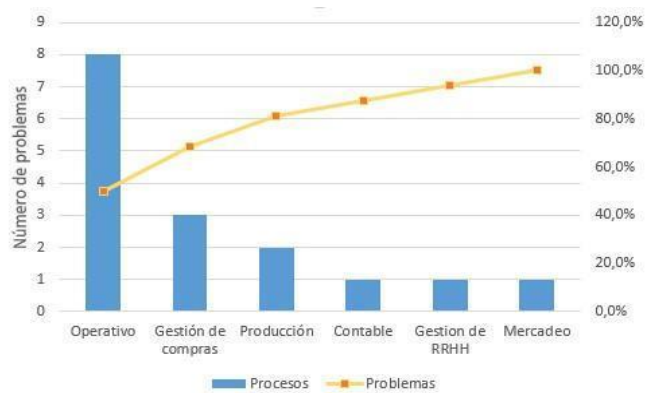


Ilustración 2 Diagrama Pareto – Cantidad de problemas por área.

Fuente: Construcción de los autores (Restaurante-bar Manhattan)

Además, el proceso operativo es el que contiene un mayor número de actividades, tal y como se muestra en la Ilustración 3. Se puede observar que el 29% del total de las actividades que se desarrollan en Manhattan hacen parte de este proceso. Teniendo en cuenta esto y la revisión de la cantidad de problemas en cada área, el estudio se enfocará en el mejoramiento de procesos, a partir de las actividades operativas, en donde se proponen alternativas de mejora con el propósito de generar un mayor impacto económico para el establecimiento.



Ilustración 3 Diagrama circular del Porcentaje Total de Actividades en cada proceso.

Fuente: Construcción de los autores (Restaurante-bar Manhattan)

Por otra parte, se obtuvo información acerca de la utilidad del establecimiento durante el último trimestre del año 2017. Lo que se busca es hacer una comparación entre las utilidades provenientes del segmento del restaurante y del bar. Resulta evidente que las ventas correspondientes al bar generan en promedio el 64% de los ingresos totales (ver Ilustración 4).



Ilustración 4 Ingresos mensuales por tipo de servicio ofrecido (en millones de pesos).

Fuente: Construcción de los autores (Restaurante-bar Manhattan)

Teniendo claro que el bar es el segmento más importante del negocio, de éste se analizan también los ingresos por ventas de cada producto, promediando la información del último trimestre del 2017; en donde se obtiene que la cerveza genera un poco más del 50% del total de los ingresos, seguida por el trago corto, pasantes y por último, los mecatos (ver Ilustración 5).

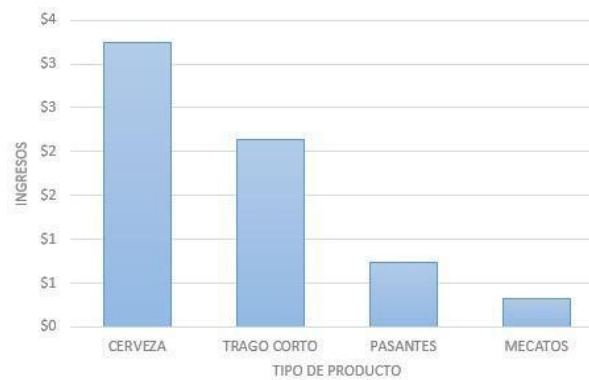


Ilustración 5 Diagrama de barras de las ventas provenientes del bar (en millones de pesos).

Fuente: Construcción de los autores (Restaurante-bar Manhattan)

En ese sentido, para el desarrollo de este proyecto se pretende mejorar el proceso operativo de la venta de cerveza a la mesa en el restaurante-bar Manhattan de acuerdo a lo detectado en los diagramas mostrados anteriormente, con el fin de aumentar la rentabilidad y a su vez, incentivar su crecimiento, lo cual se traduce en un mayor aporte al PIB, generación de empleo y reducción de la informalidad de este negocio.

Debido a que el área operativa del restaurante es donde se detectaron más problemas y la cerveza es el producto que más se vende en el restaurante-bar Manhattan, lo que se desea es aplicar algunas herramientas de Lean Six Sigma, para abordar problemas en donde se quiere reducir el número de defectos o mejorar los indicadores de servicio, en este caso el tiempo de atención (por ejemplo, los diagramas de causa-efecto o los diagramas Pareto). Por otro lado, se pueden utilizar herramientas que disminuyan el desperdicio presentado en un proceso, que para este caso sería el tiempo de operación; el cual se podría reducir por medio de herramientas pertenecientes a Lean Manufacturing tales como: los estudios de tiempos y movimientos, los diagramas de recorrido y los diagramas VSM. Adicionalmente se pueden crear y analizar alternativas para mejorar los procesos con ayuda de la experiencia del personal de la empresa y de expertos sobre el tema en cuestión con técnicas como: la Lluvia de Ideas, Panel de Expertos y Círculos de Calidad.

Al utilizar estas metodologías, se pueden generar varias alternativas de las que solo se pueden seleccionar aquellas que cumplan con los requisitos económicos y del tiempo de implementación establecidos por la empresa. Así, por medio de la técnica de análisis multicriterio Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ), se determina cuál o cuáles de estas realmente se podrían aplicar para mejorar el proceso, para posteriormente evaluarlas mediante un modelo de simulación y analizar el impacto económico de dichas alternativas en la organización. Luego, de realizar las actividades descritas anteriormente para determinar la decisión a tomar se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿cómo determinar cuál(es) de las alternativas, con base a las necesidades de la organización, se pueden implementar? Para poder responder a esta pregunta utilizamos por segunda vez la técnica de Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ); pero con el propósito de relacionar los resultados de la simulación con los criterios financieros y de tiempos de implementación de cada alternativa, o conjunto de alternativas.

Finalmente, al observar el contexto de Restaurantes-Bar en el país y la literatura asociada a los procesos en estos establecimientos, surge el interrogante de ¿Cómo mejorar el proceso operativo del restaurante-bar Manhattan teniendo en cuenta medidas de desempeño de las variables financieras, operativas, de servicio al cliente y de tiempos de implementación?

## **2. Antecedentes**

A continuación, se realizará una revisión de antecedentes relacionada con herramientas de ingeniería, entre las cuales se encuentran: Six Sigma, Lean Manufacturing y PAJ. Esto con el fin de revisar la aplicación de dichas herramientas en contextos similares y conocer sus resultados, previo a la aplicación de las mismas en el presente proyecto.

Lean Manufacturing hace referencia a las técnicas que buscan mejorar los procesos operativos de una compañía. La principal meta de esta metodología es reducir y si es posible eliminar el desperdicio de la operación, ya sea de inventarios, tiempos, transporte, almacenajes, maquinaria y hasta personas (Padilla, 2010). Relacionando esta metodología con el alcance del proyecto, esta podría ser útil para mejorar los tiempos de proceso (Disminuir tiempos de proceso que sean innecesarios, por ejemplo, disminuyendo recorridos que sean innecesarios).

Six Sigma es una metodología que por medio de una estrategia sistemática genera productos y servicios cada vez más eficientes, atacando factores como los tiempos de atención, calidad del servicio o producto, la variabilidad y la productividad de las organizaciones que la aplican. El propósito principal de Six Sigma es evaluar los procesos en busca de satisfacer al cliente tomando como base datos y herramientas estadísticas que permitan disminuir los defectos ya sea en un producto y/o servicio para así aumentar los ingresos de la

empresa donde está siendo aplicada (Garza, González, Rodríguez, Hernández, 2016). Esta técnica podría ser útil para disminuir los tiempos de atención en el restaurante-bar; y así mejorar la calidad del servicio prestado.

En el año 2014 se analizan las causas de la insatisfacción de los clientes del restaurante El Cholita, debido a los largos tiempos de atención en épocas de alta demanda. Se presenta una metodología para modificar la estrategia de negocio del restaurante en donde se utilizó el modelo BMC (Business Model Canvas) y BPMN (Business Process Modeling Notation) y el diagrama SIPOC (Supplier, Input, Process, Output, Customer). El análisis de los modelos permitió emprender las acciones de mejora en el rendimiento del proceso de atención al cliente en tiempos de alta demanda, que posibilitaron una disminución de un 20% en el tiempo de espera. La propuesta de mejora seleccionada ha permitido aumentar la cantidad de clientes que el restaurante puede atender, lo que ha traído consigo un aumento en las ventas y en la rentabilidad del negocio (Schmal, Olave, 2014).

Para el año 2016, se estudió por medio de las metodologías Six Sigma, DMAIC y herramientas estadísticas las causas raíces que están generando un alto tiempo de ciclo en la atención al cliente de uno de los platos ofrecidos por el restaurante-bar ROUTE 66, el plato Alas x6, uno de los platos más pedidos por sus clientes, con el fin de implementar las mejoras que permitan reducir dicho tiempo, y así poder atender más pedidos. Por medio de las herramientas Lean Six sigma se procede a mejorar y estructurar los procesos donde se encuentran los puntos críticos, con el fin de mejorar los niveles de servicio y cumplir satisfactoriamente con el requerimiento de los clientes. Como objetivo principal se quiere reducir el tiempo de ciclo del plato Alas x 6, teniendo en cuenta que para el año 2016 el tiempo de atención para este producto fue de 32 min. La meta promedio propuesta para el año 2017 es de 15 min por medio de la metodología DMAIC (O'byrne, Rendón, 2017).

Por otro lado, se seleccionó un restaurante local en Kuching (Malasia) el cual presentaba como problema principal un servicio al cliente lento. En busca de mejorar las condiciones del restaurante se utilizó la Función de Calidad (QFD), y la Gestión de Calidad Total (TQM). De acuerdo con Heizer y Render (2010) TQM destaca todos los aspectos de los productos y servicios que son importantes para el cliente. En los conceptos de Taguchi, los restaurantes solo necesitan enfocarse en los conceptos de la Función de Pérdida de Calidad (QLF) que identifica todos los costos relacionados con la mala calidad y cómo estos costos aumentan a medida que la calidad del producto se mueve de lo que quiere el cliente cuanto menor sea la pérdida de la calidad, el producto será más deseable.

Aunque hasta ahora se han mencionado trabajos relacionados con restaurantes de diversos tipos, existen estudios similares en otros sectores de servicios. Según H. Shamima, C. Sandeep (2015), "XYZ Co. Ltd una Unidad Provedora de Salud Multi Especial dedicada a alcanzar nuevas alternativas en el cuidado de la salud proporcionando un servicio de clase mundial a pacientes y clientes de salud. La organización solicitó la certificación bajo la NABH (Consejo Nacional de Acreditación de Hospitales y Atención Sanitaria Proveedores) para establecer sus estándares de calidad en todos los servicios prestados por el hospital. Con el objetivo de implementar los principios Lean, el hospital se centró en la reducción de desperdicios usando 5S como la herramienta Lean".

El método de análisis multicriterio, Proceso Analítico Jerárquico (PAJ), se ha convertido en una técnica muy eficiente para la toma de decisiones. El PAJ ofrece un marco racional para estructurar el problema relacionado con la toma de decisiones, sobre todo en representar y medir los criterios de la misma, para así poder evaluar de forma efectiva las alternativas de solución. Este método busca la opción que mejor se acople a las necesidades y a la compresión de la organización (Rodríguez, Aldana, 2012).

Mediante los modelos de simulación se han validado proyectos relacionados con el rediseño de procesos en los restaurantes. Kokkinou (2010) desarrolló un modelo de simulación para estimar el efecto de la implementación de la técnica SST (self-service technology) en los niveles de servicio para las diferentes condiciones de oferta y demanda. Adicionalmente, el mismo autor menciona que los resultados del estudio de simulación muestran que, bajo las condiciones de demanda y de suministro supuestas, el SST proporciona niveles de servicio satisfactorios a un menor costo operativo.

Los autores González, Garza y Pérez (2014) utilizaron la simulación de eventos discretos con el fin de rediseñar un restaurante de comida típica que presentaba problemas relacionados con las demoras en la atención a los clientes. Las alternativas fueron evaluadas por medio de un modelo de simulación, luego seleccionadas y ordenadas por medio del método de análisis multicriterio desarrollado por Thomas Saaty: Proceso Analítico Jerárquico (PAJ).

Título	Metodología y/o herramientas utilizadas.	Caso de estudio	¿Hubo simulación?
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.	Lean Manufacturing, Six Sigma <b>DMAIC</b> , SMED, Visual control.	Demoras en la orden de los clientes, los cuales presentaban constantes quejas en relación al tiempo de servicio.	No.
Un método de prueba emparejamiento para verificar la mejora de la velocidad del servicio en el enfoque de Six Sigma: el caso de estudio de un restaurante.	Six Sigma y <b>DMAIC</b> .	Identificación y evaluación de las mejoras en los tiempos de servicios antes y después de la aplicación del método propuesto y los procesos Six Sigma en el restaurante de un campus universitario.	No.
Factores que afectan la elección y la imagen de los restaurantes étnicos en Serbia.	Proceso Analítico Jerárquico (PAJ) y modelo de ecuaciones estructurales.	Identificar los factores claves de la elección de un restaurante de temática étnica en particular, así como los factores que tienen un impacto en la imagen percibida de un restaurante étnico.	No.
Evaluación comparativa de la calidad del servicio de franquicias de restaurantes de comida rápida en los Estados Unidos.	Proceso Analítico Jerárquico (PAJ) y Análisis de Brecha Competitiva.	Medir el rendimiento del servicio de las franquicias de restaurantes de comida rápida en los Estados Unidos, teniendo en cuenta factores que influyen directamente en el desempeño del servicio de comida rápida.	No.
Simulación de las operaciones de un restaurante de servicio rápido steak house.	Simulación de Sistemas de Propósito General (GPSS).	Se estudian Las operaciones de un restaurante de steak-house en St. Ann en búsqueda reducir la pérdida de clientes eliminando las largas filas de espera.	Si.

Enfoque híbrido de la simulación-proceso analítico jerárquico: caso de estudio del rediseño de un restaurante.	Simulación proceso analítico jerárquico (PAJ).	Demoras en la atención a los clientes, aumento de los tiempos de espera para sentarse y disminución en las ventas en el último período.	Si.
ACE: una herramienta de decisión para los directores de restaurantes	Simulación - Arena y Lotus 123.	Desarrollo de una herramienta de decisión para el restaurante KFC donde el gerente pudiera tomar decisiones específicas para su funcionamiento, ejecutar el modelo y ver los resultados de manera oportuna. La decisión principal que se tomará sería la cantidad de personal de restaurante que se requiere para alcanzar un determinado nivel de servicio para los clientes.	Si.

Tabla 1: Tabla Resumen Artículos Académicos Referentes.  
Fuente: Construcción de los autores.

### 3. Objetivos

*Diseñar alternativas de mejora para el proceso operativo del restaurante-bar Manhattan, mediante el uso de herramientas de ingeniería.*

1. Generar diferentes alternativas de mejora por medio de la aplicación de herramientas pertenecientes a metodologías como Six Sigma y Lean Manufacturing.
2. Realizar un análisis multicriterio para seleccionar la alternativa o el conjunto de alternativas más viables en términos de costos y tiempo de implementación como variables de decisión.
3. Diseñar un modelo de simulación para evaluar el impacto operativo de las diferentes alternativas propuestas para la mejora del proceso.
4. Analizar el impacto económico de las alternativas en la organización.
5. Realizar un análisis multicriterio teniendo en cuenta todas las variables de desempeño calculadas en el objetivo 3, las proyecciones financieras del objetivo 4 y los tiempos de implementación para ratificar que alternativa o conjunto de alternativas serán escogidas.

### 4. Metodología

En la primera fase se pudo realizar una limitación del problema que se está abordando en el presente estudio. Mediante la ayuda 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 pudo identificar el problema que será abordado a lo largo del proyecto. Dicho problema proviene de las actividades operativas y la baja calidad que se presenta en dichas operaciones. Es importante comprender el término de calidad, que según Montgomery (2013), es una relación inversamente proporcional a la variabilidad dentro de las características del producto o servicio que se ofrece. Por esta razón se decidió incluir herramientas pertenecientes a dichas metodologías, pues estas están enfocadas hacia la reducción de la variabilidad y los errores, fuentes de baja calidad en el producto o servicio. Tal como se resume en la siguiente definición: “*Seis Sigma en una metodología de mejora continua de procesos para la excelencia que nace en los requerimientos del cliente y busca reducir la variabilidad de un proceso que se traduce en errores o defectos en las unidades de salida, durante su implementación se hace uso de una gran cantidad de herramientas estadísticas*” Leguizamón (2013).



Es importante aclarar que para implementar estas metodologías se deben seguir algunos pasos fundamentales, en los cuales se hará uso de algunas herramientas estadísticas. Estos pasos son ilustrados en la siguiente gráfica:



Ilustración 6 Diagrama pasos metodología six sigma

Fuente de elaboración: Leguizamón (2013)

Durante la etapa de definición, se pretende encontrar las causas de la problemática que se pudo evidenciar mediante el diagrama de espina de pescado, el cual se presenta a continuación:

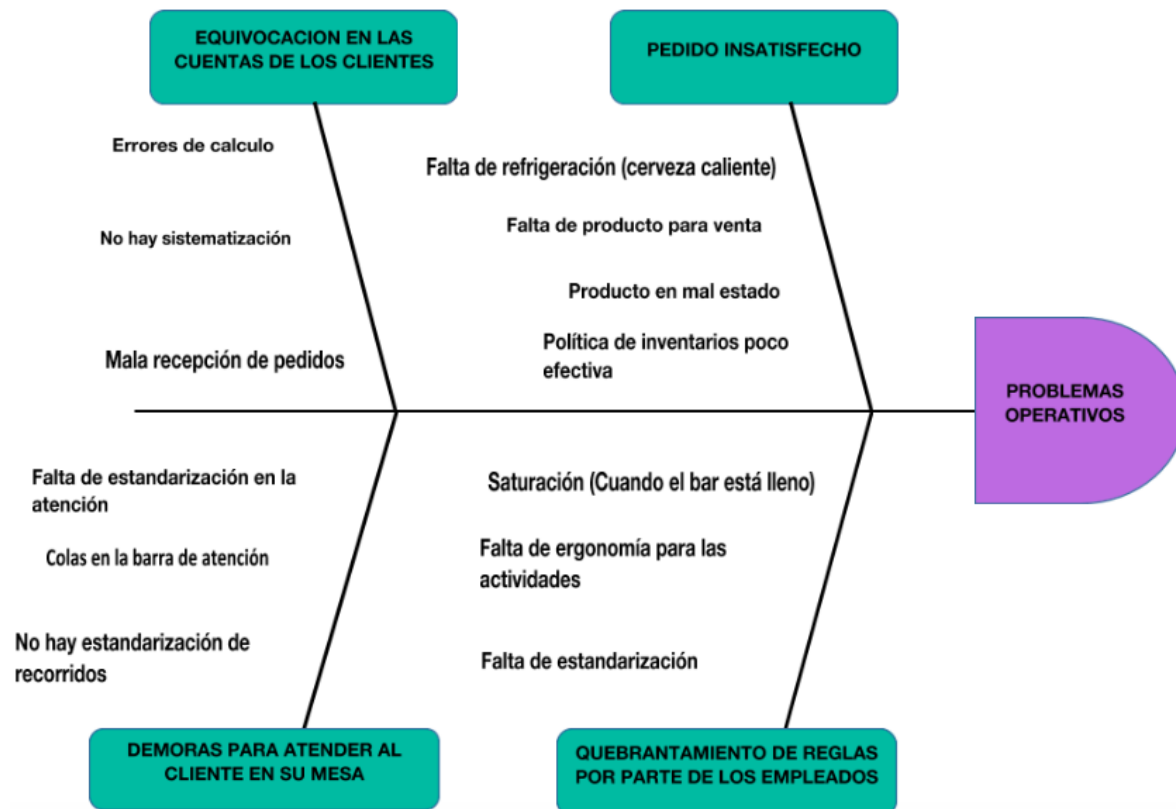


Ilustración 7 Diagrama de espina de pescado

Fuente elaboración propia

En el diagrama de pescado, se presenta en la parte derecha el problema que aqueja a la organización, y en cada una de las espinas o ramas del diagrama (cuadros en verde), se presentan algunas de las causas probables sobre dicha problemática, estas pueden ser provocadas por factores tales como las máquinas, el recurso humano, el entorno, el material, los métodos o las medidas. Adicional, en cada una de las ramificaciones se especifica cual es la causa que genera el mal funcionamiento desde la perspectiva de los factores mencionados anteriormente. Por ejemplo, la tardanza en el servicio se puede clasificar como un problema cuyo factor es de método, pues la realización de los productos ofrecidos no es la óptima o el desplazamiento de los empleados no se hace de manera óptima.

Por otra parte, la información proveniente de los empleados y del equipo directivo, fue fundamental para clasificar los problemas existentes en cada proceso. La regla 80-20 fue relevante al momento de definir el foco del presente proyecto, ya que resulta evidente que la mejora del proceso operativo generaría mayor impacto para el negocio, tal como se muestra en la ilustración 2.

Una vez realizados los pasos anteriores y la generación de alternativas a través de múltiples herramientas de ingeniería, se procede a la priorización de las mismas mediante un proceso de análisis jerárquico. Este análisis permite realizar una ponderación de los criterios seleccionados y luego, una ponderación de las alternativas frente a cada uno de estos criterios, mediante la comparación pareada de las mismas.

Para realizar la validación de las primeras tres alternativas que resultan del AHP se opta por simular, mediante eventos discretos, aquellas alternativas para las cuales no es posible lograr una implementación. Bajo esta simulación, se busca entender las diferentes dinámicas existentes dentro de cada una de las alternativas propuestas para solucionar la problemática en cuestión. Al momento de realizar las simulaciones es importante realizar un análisis estadístico que permita conocer el comportamiento de las principales variables involucradas dentro del sistema, estas serán descritas mediante distribuciones de probabilidad. Se toma una muestra de tiempos para cada actividad del proceso para posteriormente introducirlo en un software que permitirá identificar cual es el comportamiento de estos tiempos (distribuciones).

Una vez realizadas las simulaciones es importante establecer sus características básicas en términos del impacto económico, tales como la utilidad, los costos y gastos, periodo de duración de cada una de estas, etc. Con estos parámetros es posible realizar un análisis financiero conocido como flujo de caja libre, el cual permite conocer la liquidez que ofrece cada una de las alternativas o soluciones frente al problema encontrado en etapas anteriores. Por otra parte, es importante conocer el costo de oportunidad al cual está sujeto la empresa, pues con dicho parámetro es posible saber que tan rentables son dichas alternativas desde el punto de vista financiero. El costo de oportunidad se estimará mediante el WACC (Weighted Average Cost of Capital), para ello es necesario usar la estructura de capital que posee la empresa, es decir, conocer las fuentes de financiación de la compañía y utilizar el siguiente modelo:

$$\text{costo oportunidad} = \frac{E}{E + D} r_E + \frac{D}{D + E} r_D$$

$$E = \text{Equity} \quad D = \text{Deuda} \quad r_D = \text{costo de la deuda} \quad r_E = \text{costo del equity}$$

Una vez estimado el costo de oportunidad se procede a hallar e identificar los indicadores de bondad financiera. Para este caso se usarán los cuatro más conocidos: VPN, TIR, payback y relación beneficio-costos. Algunos de estos parámetros serán utilizados como punto de partida para la realización del último análisis jerárquico, que permitirá conocer la priorización de las tres alternativas pre-seleccionadas, para desarrollar un plan de acción que, a futuro, represente un aumento significativo en la rentabilidad del negocio.

## 5. Componente de Diseño en ingeniería.

### 5.1. Declaración de Diseño

Con el fin de cumplir los objetivos presentados anteriormente y como se mencionó en la metodología, se implementará un modelo de simulación que permita entender las dinámicas existentes dentro del restaurante-bar Manhattan y de esta forma poder escoger la alternativa más conveniente para solucionar la problemática identificada en la etapa de definición. Para el desarrollo de este, es importante conocer el comportamiento histórico de la demanda dentro del establecimiento, así como el histórico de tiempos de atención y servicio, datos que se podrán obtener en la etapa de definición y medición de la metodología Six sigma, además que se describirán mediante una distribución de probabilidad apropiada. Por otra parte, la distribución de probabilidad de arribos, tiempo preparación pedido, tiempo toma pedido, tiempo entre pedidos, se pudieron establecer mediante varias pruebas de bondad de ajuste, que se aplicaron a datos tomados en varias visitas que se realizaron al establecimiento. A continuación, se presentan los resultados:

	Distribución de probabilidad
Llegadas (Personas/Segundos)	Exponencial (0,600)
Número de personas	Uniforme (2,5)
Tiempo entre pedidos (Segundos)	Exponencial (0,1800)
Toma de pedido (Segundos)	Gamma (0.0,30,1) Beta
Preparación de pedido (Segundos)	(1.74,5.65,1.22807,7.04505)

Tabla 2 Parámetros de entrada para las simulaciones

### 5.2. Proceso de Diseño

El modelo de simulación se llevó a cabo mediante el software flexsim basado en las buenas prácticas para la realización de un modelo de simulación propuestas por el autor Jerry Banks, las cuales se presentan a continuación: formular el problema, establecer objetivos, conceptualizar modelo, recolectar información, diseñar el modelo, verificar la estructura del modelo, validar que el modelo refleje el sistema real y analizar los resultados.

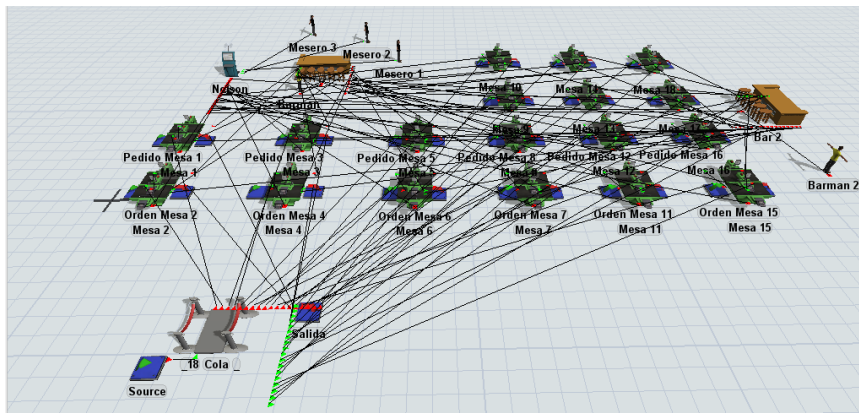
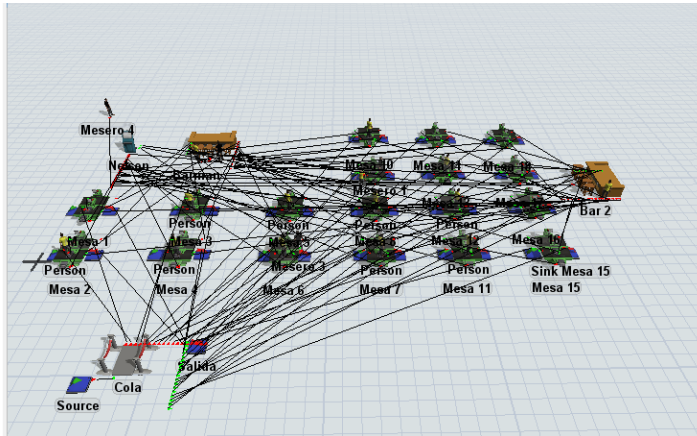


Ilustración 8 Modelo de simulación



*Ilustración 9 Modelo de simulación*

En las anteriores ilustraciones se presentan algunas de las alternativas obtenidas para la reducción de tiempos dentro del restaurante-bar Manhattan. La ruta del cliente dentro del establecimiento consiste en que el usuario entra al bar por la puerta principal y ocupa una mesa al azar, luego es abordado por alguno de los 3 meseros disponibles en el bar para tomar su orden. Una vez tomada la orden, el usuario espera a que el mesero se dirija a la barra y vuelva a la mesa con su pedido. Cada vez que el usuario requiera un nuevo pedido, el mesero se acerca para satisfacerlo (la simulación cuenta con un elemento que lleva el conteo de los pedidos realizados por este cliente). Luego de un tiempo de estancia en el establecimiento, el usuario paga la cuenta y sale del bar. Al aplicar la alternativa 4 (incluir un mesero adicional) el usuario probablemente deba esperar menos tiempo para hacer su pedido, debido a que ahora tendrá cuatro posibles meseros para ser atendido dependiendo de la disponibilidad de los mismos. Por otro lado, al aplicar la alternativa 9 (incluir una barra adicional), el mesero que está atendiendo al usuario podrá contar con dos barras de servicio para escoger a cual dirigirse en busca del pedido, es decir, el usuario probablemente deba esperar menos para recibir su pedido, debido a que se disminuirán las colas en las barras de preparación de pedido.

Todas las alternativas cuentan con 18 mesas dentro de la simulación, en donde cada una estará compuesta por dos Procesadores, un Sink y un Source, de igual manera, el establecimiento contará con una o dos barras dependiendo de la alternativa simulada. El Procesador 1 se encargará de procesar personas que llegan a cada mesa, simulando el tiempo que dichas personas pueden durar en el bar; mientras que el Sink generará la orden y la enviará al Procesador 2 para que el mesero la tome y la lleve a la barra. Solo se pueden generar órdenes si en el Procesador 1 hay personas, de lo contrario significa que la mesa está vacía. Una vez el mesero recibe la orden la lleva hasta la barra, la cual está compuesta por un procesador (Procesador 3 o Procesador 4, dependiendo la alternativa simulada) y es atendida por un operario (barman). El mesero esperará hasta que el barman procese su orden y una vez la reciba, se dirigirá al Source de la mesa donde le realizaron el pedido para entregarlo.

Las personas que llegan al bar serán generadas por un Sink y estas podrán sentarse en cualquier mesa vacía del bar con una misma probabilidad. De igual manera la simulación contará con un Source que se encargará de contar las personas que salen del sistema provenientes del procesador 2 de cada mesa. Es importante resaltar que todos los procedimientos mencionados anteriormente contarán con una distribución de probabilidad, y que, además las cervezas serán contabilizadas en unidades de cerveza y se tomará un precio promedio en Pesos Colombianos para calcular las ventas de las mismas, de igual manera el número de meseros también variará (3 o 4) según la alternativa simulada.

Las simulaciones dentro de este proyecto contarán con las mismas distribuciones de la situación inicial para todas las alternativas; ya que, dependiendo de cuál sea la alternativa, dicha simulación solo variará en la cantidad de meseros y el número de barras. Es así que las diferentes tasas y distribuciones de probabilidad necesarias para la simulación serán encontradas por medio de estudios de tiempos realizados en el restaurante-Bar Manhattan. Cabe resaltar que las distribuciones de los tiempos tomados en restaurante bar, serán calculados con ayuda de la herramienta ExpertFit en FlexSim.

El modelo se correrá en segundos, durante lo equivalente a 8 horas (28,800 segundos) mostrando como resultado datos necesarios para el cálculo de indicadores definidos dentro de este proyecto, estos resultados de la simulación serán arrojados por medio de Dashboards.

### 5.3. Requerimientos de desempeño

Es importante que el equipo en el cual se pretenda analizar la simulación tenga mínimo 4 GB de memoria RAM, y un sistema operativo ideal de 64-bits.

Como se comentó en la etapa de análisis de six sigma habrá varios indicadores de desempeño de las alternativas que se propondrán. Dichos indicadores serán tanto financieros tal como el VPN y operativos tal como el tiempo de demora en la atención. Con dichos indicadores se evaluará tanto la factibilidad económica como logística. Otros indicadores que permitirán evaluar el desempeño de las alternativas serán, como se mencionó, el número de unidades y tiempo promedio dentro del sistema. Pues como se logró identificar mediante la primera etapa de six sigma el problema proviene en el largo tiempo de servicio, por lo que se quiere minimizar este.

### 5.4. Pruebas de rendimiento

Con el fin de comprobar que el diseño cumpla con los requerimientos de desempeño, se utilizará la simulación y algunas herramientas de valoración financiera, como se ha mencionado con anterioridad. Dichos indicadores permitirán dar una idea del estado actual del sistema además de las alternativas propuestas, como se mostrará más adelante, se hará usos de dichos indicadores y de su interpretación.

### 5.5. Restricciones

El desarrollo del proyecto debe considerar algunas restricciones de diversos tipos, dentro de los más relevantes son los siguientes:

1. Calidad de la información obtenida: este factor se presenta como una restricción en el desarrollo del proyecto, pues en ocasiones la información proporcionada por la entidad debe ser depurada para poderla tratar y formular los modelos adecuadamente.
2. Capacidad de procesamiento del computador en el que se desarrollará el modelo: Es una limitante para el desarrollo del proyecto, pues al realizar las simulaciones se puede contar con un modelo robusto, es decir, un modelo que no simplifique la realidad. Lo que tiene como consecuencia el manejo de mucha información y un costo de tiempo al realizar la simulación
3. Económico: Dado que no se tiene un presupuesto ilimitado para poder contratar más empleados o modificar algunas partes del establecimiento para la mejora de las actividades. Por otra parte, vale la pena mencionar la inversión que se tiene destinada a realizar para el proyecto. Como se muestra en los anexos de Excel, el total de la inversión destinada será de treinta millones de pesos, de los cuales un 40% provendrán de Equity (socios) y el 60% restante será financiado vía deuda

### 5.6. Cumplimiento del estándar

Con el fin de garantizar que el diseño final cumpla con el estándar, se siguen los pasos que propone tanto la metodología six sigma para poder garantizar un nivel de calidad superior y poder eliminar aquellos procesos que hacen ineficiente la aparición del restaurante-bar, se debe comprender que esta metodología es a largo plazo y de mejora continua, es decir, siempre se está desarrollando para poder perfeccionar. Por otra parte, el diseño y la etapa de análisis se desarrolló bajo las buenas prácticas que recomienda el autor Jerry Banks.

## 6. Resultados

Como parte de las herramientas utilizadas para la generación de alternativas, se llevó a cabo un panel de expertos contando con el apoyo del equipo directivo del negocio y conocidos del sector, la información que resulta de este ejercicio se resume en la siguiente matriz,

<b>FORTALEZAS</b> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ SURTIDO DE MERCANCIA</li><li>✓ EXCELENTE UBICACION</li><li>✓ POSICIONAMIENTO</li></ul>	<b>DEBILIDADES</b> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ DEMORAS EN EL PROCESO</li><li>✓ POCA AUTOMATIZACION (HERRAMIENTAS TECNOLOGICAS)</li></ul>
<b>OPORTUNIDADES</b> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ NUEVOS ESTABLECIMIENTOS</li><li>✓ NUEVOS PRODUCTOS</li><li>✓ NUEVOS MODELOS DE SERVICIO</li></ul>	<b>AMENAZAS</b> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ OTROS BARES – COMPETENCIA</li><li>✓ PERDIDA DE CLIENTES</li><li>✓ ESCASEZ DE PERSONAL</li><li>✓ POCOS PROVEEDORES</li></ul>

Tabla 3 Matriz DOFA para la generación de alternativas

De la aplicación de esta herramienta, surgen entonces tres alternativas. **Alternativa:** Asignar a cada mesero una zona fija a atender dentro de bar, estableciendo el número máximo de mesas que puede atender. **Alternativa:** Desarrollar una sistematización de datos que permita pronosticar las demandas y el stock de seguridad, estableciendo que cantidad de cerveza por marca se espera vender al día y así poder contar con la cantidad de producto necesario para satisfacer la demanda. **Alternativa:** Hacer otra barra adicional para que se disminuya la cola de meseros en la barra principal y reducir los recorridos de los meseros en relación a algunos puntos del bar.

Por otro lado, se realizó un círculo de calidad con el apoyo de los empleados de Manhattan y otro ejercicio en simultáneo con el equipo directivo, las siguientes alternativas con la información provienen de esta ejecución. **Alternativa:** Permitir que algunos meseros puedan entrar a la barra a buscar su pedido personalmente, para así reducir los tiempos de espera en la cola de la barra. **Alternativa:** Agregar un mesero adicional, con el fin de disminuir los tiempos de servicio.

En un apartado anterior (Ilustración 7), se presenta el diagrama causa-efecto, partiendo del análisis del mismo es posible extraer las siguientes alternativas de mejora. **Alternativa:** Agregar equipo de enfriamiento adicional dentro de la barra principal para mantener más producto frío. **Alternativa:** Establecer una ubicación fija a los elementos de trabajo dentro y fuera de la barra de operaciones. **Alternativa:** Realizar entrevistas a profundidad a algunos de los clientes de Manhattan de determinar por medio de TextAnalyzer cuáles son las palabras y frases con las que los clientes más relacionan el bar y su cerveza.

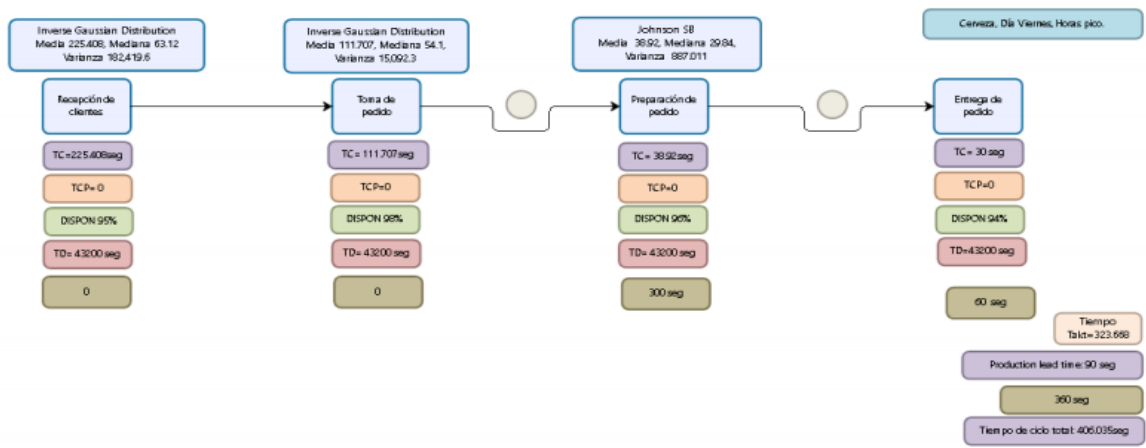


Ilustración 10 Diagrama VSM para analizar cuellos de botella

Del anterior diagrama se pueden apreciar claramente las diferentes actividades involucradas en el desarrollo de actividades del restaurante-bar, además de ello, se puede reconocer el tiempo que cada una de estas conlleva para poder realizarse. Con dicha información, fácilmente se pueden identificar la estación o actividad cuello de botella en el proceso (como se verá más adelante) y las siguientes alternativas que pueden significar mejoras en el mismo. **Alternativa:** Ubicar los equipos de enfriamiento de tal manera que reduzcan los recorridos por parte del personal al interior de la barra. **Alternativa:** Manejar cubetas para pedidos grandes, aumentando la capacidad de transporte de producto.

Partiendo del análisis de tiempos y movimientos y de la revisión de literatura realizada, surgen las propuestas mencionadas a continuación. **Alternativa:** Establecer qué cantidad y marcas de cerveza debe ir en cada equipo de refrigeración, teniendo en cuenta el flujo de caja de cada marca y los recorridos. **Alternativa:** Determinar si el número de meseros disponibles es suficiente para la cantidad promedio de mesas a atender cada uno de los días a analizar. **Alternativa:** Crear una góndola móvil para exhibir productos, que se pueda ubicar en diferentes puntos de bar durante la noche (según la demanda de cerveza). **Alternativa:** Realizar encuestas para analizar qué tan satisfechos están los clientes de Manhattan con el servicio de venta de cerveza. **Alternativa:** Entregar a cada mesero su propio destapador para que sea el mesero quien abra las cervezas y la persona que está detrás de la barra solo se limite a pasarle el pedido (no a prepararlo).

**Alternativa:** Realizar una lista de chequeo que permita al supervisor verificar que todos los tipos de cerveza están disponible, los equipos de enfriamiento en su máxima capacidad y enfriando bien, los trabajadores cuentan con sus implementos de trabajo, el orden y limpieza es el establecido, entre otros. **Alternativa:** Implementar el software E-resto para llevar las cuentas de consumo de cada mesa y así reducir los tiempos relacionados con sacar las cuentas de cada cliente. Las dos alternativas anteriores surgen del análisis de los diagramas de operaciones, en la búsqueda de modificar el ciclo de actividades pertenecientes al proceso.

Se presentan, entonces, un total de 17 alternativas provenientes de las distintas herramientas mencionadas. La siguiente tabla presenta el resumen de las mismas con la notación numérica que se utiliza a lo largo del documento.

NUM ALTERNATIVA	DESCRIPCION ALTERNATIVA	HERRAMIENTA FUENTE
Alternativa 1	Asignar a cada mesero una zona fija a atender dentro de bar, estableciendo el número máximo de mesas que puede atender.	Panel de expertos
Alternativa 2	Permitir que algunos meseros puedan entrar a la barra a buscar su pedido personalmente (para así reducir los tiempos de espera en la cola de la barra).	Círculo de calidad
Alternativa 3	Agregar equipo de enfriamiento adicional dentro de la barra principal para mantener más producto frío.	Diagrama causa - efecto
Alternativa 4	Agregar un mesero adicional, con el fin de disminuir los tiempos de servicio	Círculo de calidad



<b>Alternativa 5</b>	Ubicar los equipos de enfriamiento de tal manera que reduzcan los recorridos por parte del personal al interior de la barra.	VSM
<b>Alternativa 6</b>	Desarrollar una sistematización de datos que permita pronosticar las demandas y el stock de seguridad, estableciendo que cantidad de cerveza por marca se espera vender al día y así poder contar con la cantidad de producto necesario para satisfacer la demanda.	Panel de expertos
<b>Alternativa 7</b>	Establecer que cantidad y marcas de cerveza debe ir en cada equipo de refrigeración, teniendo en cuenta el flujo de caja de cada marca y los recorridos.	Tiempos y Movimientos
<b>Alternativa 8</b>	Establecer una ubicación fija a los elementos de trabajo dentro y fuera de la barra de operaciones.	Diagrama causa - efecto
<b>Alternativa 9</b>	Hacer otra barra adicional para que se disminuya la cola de meseros en la barra principal y reducir los recorridos de los meseros en relación a algunos puntos del bar.	Panel de expertos
<b>Alternativa 10</b>	Crear una góndola móvil para exhibir productos, que se pueda ubicar en diferentes puntos de bar durante la noche (según la demanda de cerveza).	Lluvia de ideas
<b>Alternativa 11</b>	Realzar una lista de chequeo que permita al supervisor verificar que todos los tipos de cerveza están disponible, los equipos de enfriamiento en su máxima capacidad y enfriando bien, los trabajadores cuentan con sus implementos de trabajo, el orden y limpieza es el establecido, entre otros.	Diagrama de Operación
<b>Alternativa 12</b>	Determinar si el número de meseros disponibles es suficiente para la cantidad promedio de mesas a atender cada uno de los días a analizar.	Tiempos y Movimientos
<b>Alternativa 13</b>	Realizar encuestas para analizar qué tan satisfechos están los clientes de Manhattan con el servicio de venta de cerveza.	Lluvia de ideas
<b>Alternativa 14</b>	Realizar entrevistas a profundidad a algunos de los clientes de Manhattan de determinar por medio de TEXTANALYZER cuáles son las palabras y frases con las que los clientes más relacionan el bar y su cerveza.	Diagrama causa - efecto
<b>Alternativa 15</b>	Implementar el software E-resto para llevar las cuentas de consumo de cada mesa y así reducir los tiempos relacionados con sacar las cuentas de cada cliente.	Diagrama de Operación
<b>Alternativa 16</b>	Entregar a cada mesero su propio destapador para que sea el mesero quien abra las cervezas y la persona que está detrás de la barra solo se limite a pasarle el pedido (no a prepararlo).	Tiempos y Movimientos
<b>Alternativa 17</b>	Manejar cubetas para pedidos grandes, aumentando la capacidad de transporte de producto.	VSM

*Tabla 4. Resumen de alternativas propuestas*

Este conjunto de alternativas son priorizadas mediante un primer análisis jerárquico considerando como criterios costos de implementación, tiempos de implementación e impacto en las ventas; estos criterios surgen debido a que están alineados con la estrategia del negocio que es el aumento de la rentabilidad del mismo.

	COSTOS	TIEMPO IMPLEMENTACIÓN	IMPACTO VENTAS
COSTOS	1/1	3/1	1/5
TIEMPO IMPLEMENTACIÓN	1/3	1/1	1/9
IMPACTO VENTAS	5/1	9/1	1/1
MATRIZ NORMALIZADA			RESULTADO
0,16	0,23	0,15	0,1804
0,05	0,08	0,08	0,0714
0,79	0,69	0,76	0,7482

*Ilustración 11. Ponderación de Criterios*



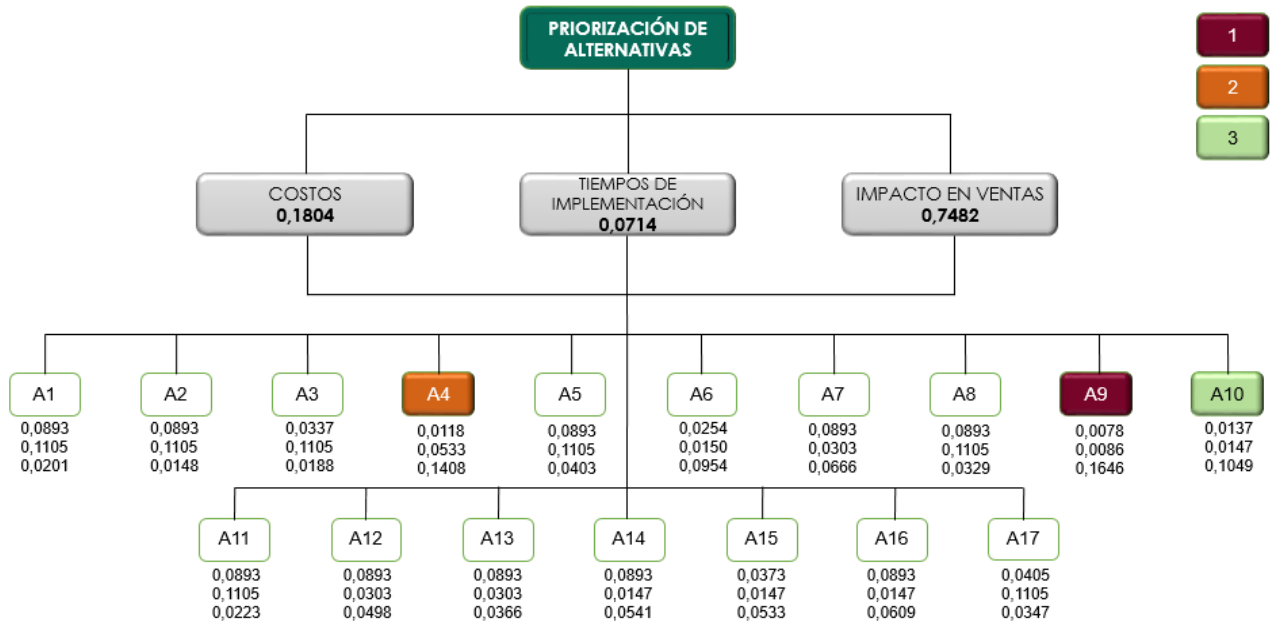


Ilustración 12 Alternativas generadas mediante el análisis jerárquico

Producto del anterior análisis, se preseleccionan las siguientes alternativas, siendo evidente que el criterio con mayor relevancia es el impacto en ventas y el de menor relevancia es el tiempo de implementación.

**Alternativa 9:** Hacer otra barra adicional para que se disminuya la cola de meseros en la barra principal y reducir los recorridos de los meseros en relación a algunos puntos del bar. **Alternativa 4:** Agregar un mesero adicional, con el fin de disminuir los tiempos de servicio. **Alternativa 10:** Crear una góndola móvil para exhibir productos, que se pueda ubicar en diferentes puntos de bar durante la noche (según la demanda de cerveza).

Para la obtención de los indicadores de desempeño, se procede a la simulación de estas alternativas, sin embargo, surge la oportunidad de implementar una de ellas (alternativa 10), motivo por el cual esta no es simulada.

	Situación actual	Alternativa 4	Alternativa 9	Alternativas 4-9
Indicador 1: Utilidad bruta acumulada en miles de pesos diaria de la cerveza los días viernes y sábado.	\$ 450,026	\$ 499,964	\$ 999,919	\$ 999,994
Indicador 2: Horas hombre promedio dispuestas para realizar un servicio completo en promedio en minutos.	0.76527	0.76509	0.38299	0.38281
Indicador 3: Varianza de horas hombre por servicio completado minutos.	0.02145	0.02145	0.00536	0.00536
Indicador 4: Tiempo completo de servicio promedio, sin incluir el cobro en minutos.	0.76309	0.76291	0.38082	0.38063
Indicador 5: Varianza del tiempo completo de servicio promedio, sin incluir el cobro.	0.02145	0.02145	0.00536	0.00536

Tabla 5 Indicadores planteados al inicio del proyecto

El resultado de estos indicadores permite evidenciar que la alternativa 9 tiene un mejor desempeño, dado que tiene un menor tiempo promedio de servicio, además su varianza es baja lo que indicaría que los tiempos de atención no son muy distantes y por lo tanto, no hay cambios bruscos en el tiempo que se tardan en atender y

dar un pedido. Por otra parte, se puede verificar que la utilidad percibida es la segunda mejor, por debajo de las alternativas 4 y 9 en conjunto.

A pesar de que cada una de las alternativas expuestas representa claramente un cambio dentro del sistema que permite aumentar el número de servidores y de esta forma minimizar la utilización de los mismos. Sin embargo, algunas de estas no son rentables a nivel financiero, como se explicará de forma detallada a continuación.

Para realizar en análisis financiero sobre cada una de las situaciones presentadas, se supuso un año (12 meses) de operaciones, durante el cual se observó el comportamiento de las ventas, pues estas se consideran como una variable aleatoria que se describe más adelante, todo esto con el fin de determinar los flujos de caja libre que promete cada alternativa. También es importante mencionar que se consideraron los demás rubros operativos para el funcionamiento del negocio. Por otra parte, cabe mencionar que para valorar el proyecto es importante establecer la tasa de descuento apropiada con la cual se justificará la creación o destrucción de valor que cada alternativa puede ofrecer. Para ello es necesario usar la estructura de capital que posee la empresa, es decir conocer las fuentes de financiación de esta. Para este caso se cuenta con una deuda de aproximadamente 12 millones con una tasa de interés del 0.57% efectiva mensual. Por otra parte, el proyecto cuenta con una inversión de 18 millones de capital propio (Equity) cuyo rendimiento mensual es de aproximadamente 0.41% efectiva mensual. También es importante considerar que se está bajo un escenario con impuestos, cuya tasa en Colombia equivale al 33%.

Con estos datos, el costo de oportunidad se puede estimar mediante el WACC, el cual se describe a continuación:

$$\text{costo oportunidad} = \frac{E}{E + D} r_E + \frac{D}{D + E} r_D$$

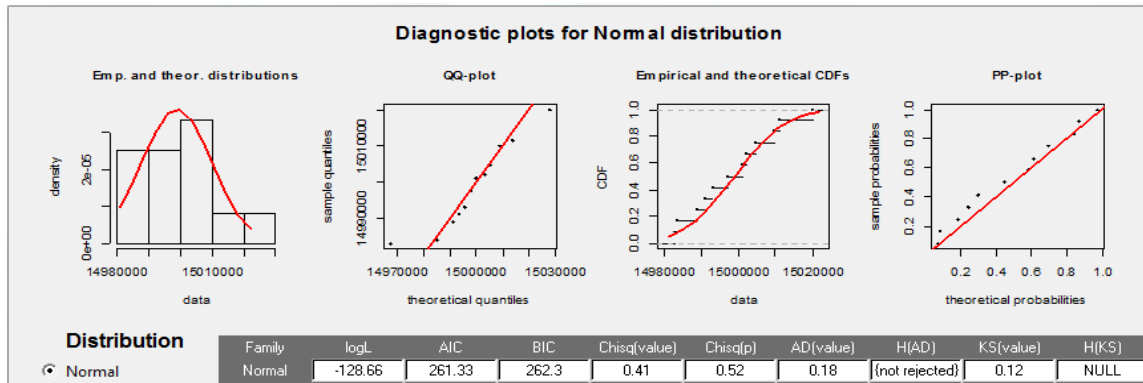
$$r_D = \text{costo de la deuda} = 0.7\%(1 - 33\%) = 0.57\% \quad r_E = \text{costo del equity} = 0.5\%$$

Finalmente se obtiene que:

$$\text{costo oportunidad} = 0.47\% \text{ efectivo mensual}$$

Se entenderá que los gastos operacionales (salarios) corresponden a un salario mínimo, por otra parte, los costos de ventas (compra de materias primas) es de aproximadamente \$7.500.000 COP y que, por facilidad en la valoración, los activos tendrán una depreciación mediante el método de línea recta. Como se mencionó, los flujos de caja que promete cada situación dependen de los ingresos que se obtienen, además se puede entender que estos son de naturaleza aleatoria y que se pudieron establecer mediante las simulaciones. Los valores que se aprecian como ingresos en cada una de las alternativas corresponde a una proyección sobre los ingresos históricos de la demanda en unidades de cerveza, como se conoce el precio de estas el ingreso neto esperado será el producto de estas dos cantidades, además se debe resaltar que dichos ingresos (miles de COP) se consideraron de manera diaria y cada mes se consideró de 30 días. Adicional para conocer el comportamiento de esta variable se realizaron pruebas de bondad de ajuste para cada una de las situaciones, a continuación se presenta el ejemplo para la situación 2

## **Situación 2 (Alternativa 4)**



Chosen continuous distribution is: Normal (norm)  
 Fitted parameters are:  
 mean                      sd  
 14998924.25              10970.48

Ilustración 13 Distribución de probabilidad ingresos en la situación 2 de un año (Miles de pesos)

Tanto en los gráficos anteriores, como en los gráficos resultantes en las pruebas de cada situación, se puede establecer que los ingresos tienen una distribución de probabilidad normal con los parámetros mostrados.

En la siguiente tabla se describen cada uno de los indicadores de bondad financiera para cada situación:

	Alternativa 4	Alternativa 9	Alternativa 4 y 9
<b>Valor presente neto</b>	-\$ 6.369.020	\$ 52.365.586,00	\$ 52.120.301,00
<b>Relacion beneficio/Costo</b>	0,79	2,75	2,75
<b>TIR</b>	-3,07%	19,67%	17,48%
<b>Payback(meses)</b>	11,00	4,31	5,38
<b>Meseros</b>	4	3	4
<b>Barman</b>	1	1	1

Tabla 6 Indicadores de bondad financiera para las alternativas

La alternativa 4 es poco favorable comparada contra la alternativa 9, pues como se observa en la anterior tabla, el VPN de la primera es menor a cero, es decir destruye valor para los inversionistas, mientras que la alternativa 9 tiene un VPN evidentemente favorable, es decir, que crea valor para los inversionistas. Por otra parte, se observa un payback para la alternativa 4 de aproximadamente 11 meses, es decir bajo las condiciones de esta alternativa, la inversión se podrá recuperar en el horizonte de planeación. Adicionalmente, la alternativa 9 promete recuperar lo invertido en aproximadamente cuatro meses y medio. Al observar la TIR, la alternativa 4 promete una rentabilidad del -3.07% lo cual es mucho más bajo que el costo de oportunidad estimado (0.47%), mientras que la TIR de la alternativa 9 es del 19.67%, ofrece una mayor rentabilidad. La relación beneficio costo indica que con la alternativa 4 se generará \$0.82 por cada peso invertido, mientras que para la alternativa 9 se generará aproximadamente \$2.75 por cada peso invertido, generando así una mayor liquidez para el establecimiento.



Ilustración 14 Gondola móvil

Como se mencionó anteriormente, la alternativa 10 (creación de una góndola móvil) pudo ser implementada, el prototipo final se puede observar en la imagen anterior. Con los ingresos provenientes del primer mes de funcionamiento de la góndola, se pueden obtener los indicadores financieros expuestos a continuación,

Indicadores	Alternativa 10
Valor presente neto	\$ 17,807,819
Relación beneficio/Costo	33.07
TIR	245.51%
Payback	0.70

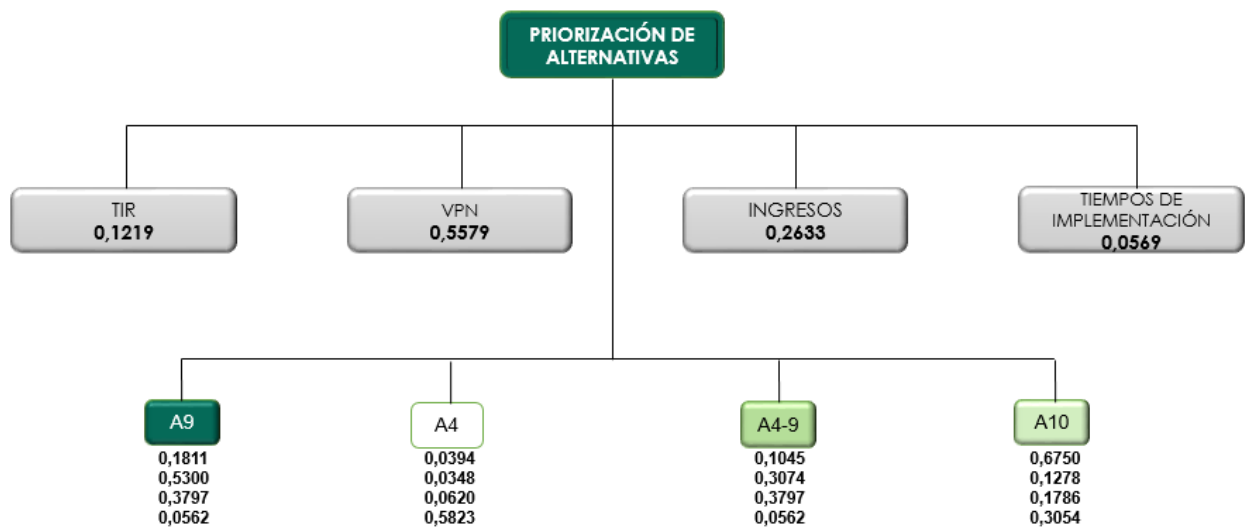
Tabla 7 Indicadores de bondad financiera para la opción de la góndola móvil.

Como se observa, claramente esta alternativa es rentable, pues tiene un valor presente neto claramente positivo, además que la TIR es altamente mayor a su costo de oportunidad (0.41%). por esta razón se implementará esta opción, como se muestra en los anexos, se encuentran las imágenes del desarrollo de esta alternativa.

Finalmente, se realiza la priorización de alternativas mediante un segundo análisis multicriterio, considerando los indicadores financieros. Dentro de los criterios a mostrar se encuentran la TIR, VPN, ingresos y tiempos de implementación.

	TIR	VPN	INGRESOS	TIEMPO IMPLEMENTACIÓN
TIR	1	1/5	1/3	3
VPN	5	1	3	7
INGRESOS	3	1/3	1	5
TIEMPO IMPLEMENTACIÓN	1/3	1/7	1/5	1
MATRIZ NORMALIZADA				RESULTADO
0,11	0,12	0,07	0,19	0,1219
0,54	0,60	0,66	0,44	0,5579
0,32	0,20	0,22	0,31	0,2633
0,04	0,09	0,04	0,06	0,0569

Ilustración 15. Ponderación de Criterios AHP 2



*Ilustración 15 Alternativas escogidas por medio de un análisis multicriterio por medio de indicadores financieros*

En el anterior análisis resulta evidente que el VPN es el criterio que representa una mayor relevancia, mientras que el tiempo de implementación, nuevamente, resulta ser el menos relevante. Además, se calcula la relación de consistencia, la cual nos permite comprobar que la ponderación es razonable. Esta relación de consistencia se calcula mediante la división entre el índice de consistencia y la consistencia aleatoria, cuando este resultado es menor a 0,1 se concluye que la ponderación es correcta. Para el presente caso se obtiene una relación de consistencia de 0,059 (Anexo 27).

Como resultado de esta priorización se obtiene el siguiente orden, según el cual el equipo directivo del negocio debería considerar la construcción de una barra adicional y la posterior contratación de un mesero adicional,

- 1) Construcción de una barra de servicio adicional.
- 2) Construcción de una barra de servicio adicional y contratación de un mesero adicional.
- 3) Diseño de la góndola móvil.

## 7. Conclusiones y recomendaciones.

De todo lo anterior se pueden obtener algunas recomendaciones y conclusiones:

1. Se logró cumplir con los objetivos propuestos durante el plazo acordado. Generación de alternativas, primer análisis jerárquico, simulaciones, análisis financiero, segundo análisis jerárquico.
2. Algunas de las alternativas no resultaron preseleccionadas en el AHP debido a que su impacto no es tan relevante frente a otras, sin embargo, considerando el costo reducido de las mismas, se podrían implementar y representarían mejoras para el proceso.
3. Gracias a algunas herramientas de ingeniería industrial, se logró identificar la problemática que aqueja actualmente al restaurante-bar. Es importante considerar que dichas herramientas son de constante desarrollo, es decir, estas deben estar siendo aplicadas y monitoreadas, siguiendo el esquema mostrado por la metodología six sigma.

4. Resulta válido mencionar que algunas de las herramientas utilizadas durante el desarrollo de este proyecto son de fácil implementación y que permiten comprender las dinámicas existentes dentro del establecimiento. Por ejemplo, el diagrama de espina de pescado permite un análisis cualitativo sobre alguna problemática, poder identificar sus causas y así poder actuar sobre estas.
5. Con la ayuda del análisis multicriterio, se pudo establecer con facilidad cual indicador prevalecía sobre los demás. Bajo estas condiciones, el VPN fue el criterio de selección más importante dentro de las alternativas, pues explica la creación o destrucción de valor por parte de estas.
6. Como se pudo observar en el desarrollo del proyecto y bajo las condiciones que se presentaron, se propone llevar a cabo la alternativa 9, pues es viable financieramente según los indicadores analizados, y logísticamente, pues aumenta la utilización de los recursos.
7. Como se logró apreciar dentro del diagrama VSM, aquella actividad que puede considerarse como cuello de botella dentro de las operaciones que se desarrollan, es la revisión de inventarios. Para poder solucionar y mejorar la productividad dentro de esta estación se recomienda poder implementar un sistema de revisión continuo (Q, R) o periódico (S, T) según se adapten las condiciones que prevalecen en el sistema. Esto también con el fin de poder optimizar otros aspectos como el número de unidades faltantes que puede tener el restaurante-bar y de esta manera minimizar este tipo de costo.

## 8. Glosario

VSM: Value Stream Mapping o en español mapas de flujo de valor.

PIB: Producto interno bruto.

LM: (Lean Manufacturing), en español producción ajustada, manufactura esbelta, producción limpia.

LSS: Lean Six sigma o seis sigma.

COP: Pesos colombianos.

PAJ: Proceso de análisis jerárquico.

BPMN: Business Process Model and Notation, en español Modelo y Notación de Procesos de Negocio.

DMAIC: Acrónimo de los pasos de la metodología Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.

QFD: Quality Function Deployment o en español El despliegue de la función de calidad.

TQM: Total Quality Management o en español La Gestión de Calidad Total.

WACC (Weighted Average Cost of Capital): también denominado coste promedio ponderado del capital.

TIR: Tasa interna de retorno.

VPN: Valor presente neto.

PayBack: Plazo de recuperación.

RBC: Relación Beneficio-Costo

## 9. Tabla de Anexos o Apéndices

Anexo 1: Análisis multicriterio 1
Anexo 2. Análisis multicriterio 2
Anexo 3: Análisis financiero alternativa 10 ( Góndola)
Anexo 4: Alternativas inicialmente propuestas
Anexo 5: Flujo de operaciones - Cierre
Anexo 6: Flujo de operaciones - Apertura
Anexo 7: Flujo de operaciones - Operación
Anexo 8: Plano Manhattan

Anexo 9: Resumen técnicas multicriterio
Anexo 10: Análisis financiero de las simulaciones
Anexo 11: Proceso operativo del restaurante (Vsm)
Anexo 12: Modelos de Flexsim
Anexo 13: DOFA panel de expertos
Anexo 14: Simulación situación actual de Manhattan.
Anexo 15: Simulación de la situación 2 equivalente a la alternativa 4.
Anexo 16: Simulación de la situación 3 equivalente a la alternativa 9.
Anexo 17: Simulación de la situación 4, con la alternativa 4 y 9 en conjunto.
Anexo 18: Diagrama espina de pescado del proceso operativo
Anexo 19: Análisis Cuatrimestre de la Cerveza
Anexo 20: Análisis Cerveza Abril
Anexo 21: Análisis Cerveza Mayo
Anexo 22: Análisis Cerveza Junio
Anexo 23: Análisis Cerveza Julio
Anexo 24: Tiempos de las actividades actuales en Manhattan
Anexo 25: Imágenes de la góndola móvil y círculo de calidad
Anexo 26: Relación de consistencia 1
Anexo 27: Relación de consistencia 2
Anexo 28: Vídeo de la góndola móvil

Tabla 8 Anexos

## Bibliografía

Chen, H., & Chen, K. (2015). A paired-test method to verify service speed improvement in the Six Sigma approach: a restaurant's case study. *Total Quality Management & Business Excellence*, 27(11-12), 1277-1297. <http://dx.doi.org/10.1080/14783363.2015.1074522>

El Omnívoro. (2014). Los 25 errores más perjudiciales para los restaurantes. Paraguay: El Omnívoro; gastronomía y buen gusto. Recuperado de [www.elomnivor.com](http://www.elomnivor.com)

Garza Ríos, R.,C., González Sánchez, C.,N., Rodríguez González, E.,L., & Hernández Asco, C.,M. (2016). Aplicación de la metodología DMAIC de seis sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio. *Revista De Métodos Cuantitativos Para La Economía y La Empresa*, 22, 19-35. Recuperado de <https://search.proquest.com/docview/1908414250?accountid=13250>

Garzón, D. (2015). El sector gastronómico creció 22% en el último año con 90.000 restaurantes. Colombia: La República. Recuperado de [www.larepublica.co](http://www.larepublica.co)

González Sánchez, C., Pérez Malo, E. (2014). Enfoque híbrido simulación-proceso analítico jerárquico: Caso de estudio del rediseño de un restaurante. *Revista De Métodos Cuantitativos Para La Economía y La Empresa*, 17, 23-41. Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/1908767300?accountid=13250>

Journal,7(1). Recuperado el 03 de Marzo de 2018 de <https://search-proquestcom.ezproxy.javeriana.edu.co/docview/1733196657/26E73A6AEE564D83PQ/1?accountid=13250>.

Kokkinou, A. (2010). *Using simulation to estimate the impact of self-service technology implementation on customer waiting times and system operating costs*(Unpublished master's thesis). The Pennsylvania State University. Recuperado el 03 de Marzo de 2018 de <https://search-proquest-com.ezproxy.javeriana.edu.co/docview/1460753404/3A2BF9FE3B46462BPQ/1?accountid=13250>

Leguizamón, L. (2013). Análisis del sistema de distribución intra-hospitalaria de medicamentos a los servicios de hospitalización del hospital universitario clínica San Rafael mediante el uso de la metodología seis sigmas. Biblioteca Universidad de los Andes, Bogotá.

Min, H., & Min, H. (2011). Benchmarking the service quality of fast-food restaurant franchises in the USA. *Benchmarking*, 18(2), 282-300. doi:<http://dx.doi.org/10.1108/1463577111121711>

MincIT. (2017). Informe de Gestión 2016 Sector Comercio, Industria y Turismo. Colombia: Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. Recuperado de [www.mincit.gov.co](http://www.mincit.gov.co)

Montgomery, D. (2013). *Introduction to statistical quality control* (7th ed. ed.). Hoboken, NJ: Wiley.

Namin, A. (2017). Revisiting customers' perception of service quality in fast food restaurants. *Journal of Retailing and Consumer Services*. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jretconser.2016.09.008>

O'byrne, M., & Rendón, P. (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*.(Unpublished master's thesis). Santiago de Cali. Recuperado el 03 de Marzo de 2018 de [http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/4655/1/Modelo\\_Reduccin\\_Teimpo\\_Rendon\\_2017.pdf](http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/4655/1/Modelo_Reduccin_Teimpo_Rendon_2017.pdf)

Padilla, L. (2010). Lean Manufacturing manufactura esbelta/ágil. *Revista Ingeniería Primero*. Recuperado el 03 de Marzo de 2018 de <http://files.udesprocesos.webnode.es/200000028-6743f683e7/manufactura esbelta toyota.pdf>

Rodríguez, R., & Aldana, F. (2012). Selección de una plataforma de inteligencia de negocios: Un análisis multicriterio. *Revista Ciencias Estratégicas*. Retrieved March 03, 2018, from <https://search-proquestcom.ezproxy.javeriana.edu.co/docview/1373220182/E95F981C35F44EADPQ/5?accountid=13250>



Salazar, A. (2017). 10 errores comunes en la gestión de un restaurante. Colombia: Revista La Barra. Recuperado de [revistalabarra.com](http://revistalabarra.com)

Schmal, R. F., & Olave, T. Y. (2014, April 10). Optimización del Proceso de Atención al Cliente en un Restaurante durante Períodos de Alta Demanda. *Artículos Gestión Industrial*. Recuperado el 03 de Marzo de 2018 de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642014000400005&script=sci\\_arttext](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642014000400005&script=sci_arttext)

Serrano L. (2007). Análisis de la aplicabilidad de la técnica Value Stream Mapping en el rediseño de sistemas productivos. Recuperado de <https://dugi-doc.udg.edu/handle/10256/4516>

Shamima, H., & Sandeep, C. R. (2015). Framework of Training for Lean Service. *Drishtikon: A Management*

Vásquez, H. (2014). Periódico El Tiempo. Colombia: El Tiempo. Recuperado de [www.eltiempo.com](http://www.eltiempo.com)

Veljko Marinkovic, Vladimir Senic, Predrag Mimovic, (2015) "Factors affecting choice and image of ethnic restaurants in Serbia", *British Food Journal*, Vol. 117 Issue: 7, pp.1903-1920, <https://doi.org/10.1108/BFJ-09-2014-0313>

Toskano Hurtado, Gerard Burno. "Proceso de Analisis Jerarquico (AHP)". Recuperado de [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/basic/toskano\\_hg/cap3.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/basic/toskano_hg/cap3.pdf)