

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

Diseño de un Método de Cálculo de Personal en una Tienda Minorista

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingenieros Industriales

Presentado por:

Daniela Adriana Guerrero Castro

John Fernando Mora Carrillo

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2021

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, quienes me han apoyado a lo largo de mi vida académica, a mis hermanos por estar dispuestos a ayudarme y animarme cuando más lo necesitaba, a mi gran amiga y compañera de tesis quien además de mi colega se ha convertido en una hermana que jamás esperé.

Y, dedico este trabajo a mi amor Michelle, quien me acompañó incondicionalmente a lo largo de este duro camino.

¡Lo logré!

John Mora

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres y hermanos quienes me han apoyado y me han brindado palabras de aliento constantemente para alcanzar mis anhelos, al amor de mi vida Gabriel ya que gracias a sus consejos y su ayuda incondicional mi paso por la universidad fue más amena, y a mi gran amigo y compañero de tesis por toda la paciencia y enseñanzas que me ha brindado.

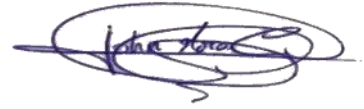
Daniela Guerrero

DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Daniela Adriana Guerrero Castro* y *John Fernando Mora Carrillo* damos nuestro consentimiento para que la ESPOC realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



Daniela Adriana
Guerrero Castro



John Fernando Mora
Carrillo

EVALUADORES

.....
Jorge Abad M., Ph.D.

PROFESOR DE LA MATERIA

.....
María Laura Retamales G., M.Sc.

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

La planificación de personal es un proceso crucial que permite que las empresas logren cumplir sus metas con el recurso humano necesario. El presente proyecto fue realizado en una empresa dedicada a la importación, distribución y comercialización de productos para el hogar, salud, útiles escolares, calzado, cuidado personal, etc. El objetivo del proyecto fue desarrollar un método que calcule el número de mercaderistas y cajeros necesarios al mes, ya que la empresa realizaba este cálculo en base a la percepción, habilidad del usuario y considerando como único criterio la operación estándar de los empleados. Esto daba como resultado una solución poco precisa la cual afecta el cumplimiento de las actividades en las tiendas.

Para la generación de las propuestas de diseño se aplicó la metodología Diseño Para Seis Sigma la cual permitió diseñar un método que calcula los mercaderistas requeridos considerando tres criterios: operación estándar del operador, cobertura de la tienda, y el nivel de servicio que se desea brindar. También, se propuso un modelo de Teoría de Colas para determinar los cajeros necesarios en cada franja horaria. Además, se utilizó un modelo de programación lineal de Turnos de Trabajo para planificar al personal semanalmente.

A través de los métodos propuestos se logró incrementar en un 22% el cumplimiento mensual de la demanda de productos a perchar, y se redujo el tiempo de espera en cola de 4.06 minutos a 1.65 minutos.

En conclusión, el proyecto generó un incremento del 46.5% en los ingresos por ventas, y permitió a las tiendas contar con el personal adecuado para satisfacer la demanda y al mismo tiempo brindar el nivel de servicio esperado.

Palabras Clave: Diseño para Seis Sigma, Teoría de Colas, Cajeros, Mercaderistas.

ABSTRACT

Personnel planning is a crucial process that allows companies to achieve their goals with the necessary human resources. This project was carried out in a company dedicated to the import, distribution, and commercialization of products for home, health school supplies, footwear, personal care, and so on. The objective of this project was to develop a method that calculates the number of stockers and cashiers needed per month, since the company carried out this calculation based on the perception and skill of the user and considering the standard operation of the employees as the only criterion. This resulted in an imprecise solution which affects the compliance of the activities in the store.

For the generation of the design proposals, the Design for Six Sigma methodology was applied, which allowed the design of a method that calculates the required stockers considering three criteria: operator's standard operation, store coverage, and the level of service to be provided. Also, a Queue Theory model was proposed to determine the necessary cashiers in each time slot. In addition, a Shift Linear Scheduling Model was used to plan personnel on a weekly basis.

Through the proposed methods, it was possible to increase the monthly compliance of the demand for products to be placed by 22%, and the queue waiting time was reduced from 4.06 minutes to 1.65 minutes.

In conclusion, the project generates an increase of 46.5% in sales income, and allowed the stores to have the appropriate personnel to satisfy the demand and at the same time provide the level of service expected.

Key Words: *Design for Six Sigma, Queue Theory, Cashiers, stockers.*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS.....	V
SIMBOLOGÍA	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
CAPÍTULO 1.....	1
1. Introducción	1
1.1 Descripción del problema	1
1.2 Justificación del problema	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3
1.4 Marco teórico.....	3
1.4.1 Diseñar para Seis Sigma	4
1.4.2 Teoría de Colas	6
1.4.3 Modelo de Programación lineal	7
1.4.4 Indicadores de la tienda minorista	8
CAPÍTULO 2.....	9
2. Metodología	9
2.1 Definición.....	9
2.1.1 Equipo de Trabajo.....	9
2.1.2 Requerimientos del Cliente.....	9
2.2 Medición	13

2.3	Análisis	15
2.4	Diseño	18
2.4.1	Método Multicriterio.....	18
2.4.2	Teoría de Colas	20
2.4.3	Modelo de Turnos de trabajo	22
CAPÍTULO 3.....		25
3.	Resultados y analisis	25
CAPÍTULO 4.....		33
4.	Conclusiones Y Recomendaciones	33
4.1	Conclusiones	33
4.2	Recomendaciones.....	33
BIBLIOGRAFÍA		

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
DPSS	Diseño para Seis Sigma
SIPOC	Supplier, Inputs, Process, Outputs, Customers
DMAIC	Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar
QFD	Quality Function Deployment
CTQ	Critical to Quality
VOC	Voice of Customer
LP	Linear Programming
GAMS	General Algebraic Modeling Language
FIFO	First in, First out
LIFO	Last in, First out

SIMBOLOGÍA

min	minutos
m	Metro
u	Unidad
m^2	Metro cuadrado
ρ	Factor de utilización del sistema
λ	Tasa de arribo
μ	Tasa de servicio

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1.1 Diagrama SIPOC del proceso. Elaboración propia.	3
Ilustración 2.1 CTQ Tree. Elaboración propia.....	12
Ilustración 2.2 Quality Function Deployment. Elaboración propia.....	13
Ilustración 2.3 Algoritmo para cálculo ajustado de mercaderistas. Elaboración Propia.	20
Ilustración 3.1 Cumplimiento de productos perchados vs Número de mercaderistas. Elaboración propia.....	29
Ilustración 3.2 Comparación del tiempo de espera en cola.	30
Ilustración 3.3 Comparación del porcentaje de utilización de las cajas.	31
Ilustración 3.4 Comparación de la apertura de cajas por franja horaria.	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Voz del Cliente del Gerente Regional de Tiendas.	10
Tabla 2.2 Voz del Cliente del Administrador de la Tienda.	10
Tabla 2.3 Voz del Cliente del Operador Multifuncional. Elaboración propia.	11
Tabla 2.4 Plan de Recolección de Datos.....	14
Tabla 2.5 Matriz Pugh.	16
Tabla 2.6 Análisis de Opciones de Interfaz	17
Tabla 2.7 Parámetros de desempeño de tienda.....	18
Tabla 2.8 Parámetros de desempeño de operadores	19
Tabla 2.9 Parámetros de inicialización de teoría de colas.....	21
Tabla 2.10 Métricas de desempeño del sistema de cajas	22
Tabla 3.1 Parámetros de entrada y datos de inicialización.....	25
Tabla 3.2 Resultados de cálculo multicriterio - extracto meses Enero a Marzo.....	26
Tabla 3.3 Resultados de método actual de cálculo de mercaderistas.....	28
Tabla 3.4 Resultados del método multicriterio del cálculo de mercaderistas.	29

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

La planificación de personal es considerada el núcleo de todas las planificaciones, debido a que esta incluye el recurso humano, el cual es una parte fundamental en todas las empresas. Dicha planificación está enfocada en asignar el personal requerido con la meta de que la organización logre cumplir sus objetivos. Sin embargo, ¿qué ocurre cuando no se realiza una planificación de personal adecuada? En referencia específica a las tiendas minoristas, también conocidas como tiendas retail, la consecuencia más grave es la caída del nivel de servicio que depende de varios factores para lograr el nivel esperado.

La empresa objeto de este estudio es una tienda retail de origen nacional, fundada hace más de 50 años la cual se dedica a la importación, distribución y comercialización de productos para el hogar, salud, cuidado personal, útiles escolares y calzado. Cuenta con 15 tiendas a nivel nacional, distribuidas en las regiones Costa y Sierra. En Guayaquil donde su presencia es mayor, cuenta con un centro de distribución, su tienda matriz y 7 sucursales distribuidas en áreas altamente comerciales.

Por lo anterior expuesto, es importante que la empresa, mediante una planificación efectiva, determine el número adecuado de personas con las habilidades y experiencias adecuadas en el lugar correcto y en el momento correcto, de lo contrario es posible que la competitividad de la empresa se vea afectada ya que se estarían incurriendo en costos más altos, déficit de personal y un mal ambiente laboral (Birch et al., 2007).

1.1 Descripción del problema

La planificación del personal en una organización es considerada una actividad con cierto grado de complejidad el cual aumenta conforme se incrementa el número de empleados. Actualmente en la tienda Sur de la compañía, la planificación de personal tanto para los cajeros como mercaderistas se realiza únicamente en base a la demanda mensual pronosticada, por lo que al no considerar otros aspectos se está comprometiendo el nivel deseado de servicio al cliente.

1.2 Justificación del problema

A menudo en las empresas, la planificación de personal se realiza mediante listas o cronogramas que requieren de mucho tiempo y esfuerzo por ser elaboradas a mano. Además de la pérdida de tiempo, este enfoque manual puede conllevar a soluciones de baja calidad basadas en la intuición, subjetividad y habilidad de la persona encargada de dicha planificación, y a pesar de que dicha planificación se realice relativamente a corto plazo, en el momento en el que se presentan eventos inesperados como falta de personal será necesario generar una nueva planificación, lo que conlleva a un retrabajo que podría automatizarse. Con la propuesta de estas tesis el planificador podrá beneficiarse con un método automatizado que considere varios criterios de operación dentro de una tienda y que pueda actualizarse rápidamente las veces que sea necesario (Zanda, 2019).

SIPOC

El proceso en la tienda retail comienza cuando el sistema de ventas entrega el pronóstico de ventas para el próximo mes al gerente de tiendas, quien utiliza dichos datos para calcular el número de personal requerido al mes para satisfacer la demanda operativa de la tienda sur. Luego, el gerente de tiendas proporciona el personal mensual requerido al administrador de Tienda, quien lo utiliza para planificar las actividades semanales y las rotaciones diarias considerando los días de descanso. Posteriormente, el Supervisor de Piso se encarga de monitorear las actividades del personal y asigna las actividades diarias al personal operativo. Los encargados de bodega entregan a los mercaderistas los carros que contienen los productos que serán colocados en el día para que el cliente pueda encontrar todo lo que necesita en las estanterías. Finalmente, el cliente se acercará a la caja para realizar la facturación y el pago de sus compras. Este proceso se puede ver representado en la Ilustración 1.1.



Ilustración 1.1 Diagrama SIPOC del proceso. Elaboración propia.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Desarrollar un método de planificación de personal que determine el número de cajeros y percheros asignados a la tienda sur de la compañía.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Ejecutar un estudio de tiempos que permita conocer los estándares de operación.
- Ejecutar un estudio de colas que determine el número de cajeros necesarios para la operación de la tienda retail.
- Evaluar el impacto de cada una de las opciones de diseño en el cumplimiento de la demanda de la tienda.

1.4 Marco teórico

Para una mejor comprensión de la oportunidad de mejora planteada y su entorno, se presenta el siguiente marco conceptual en el cual se explican las metodologías y herramientas de ingeniería industrial utilizadas, así como los términos relacionados con la programación de personal (Abanto Leon, 2018).

1.4.1 Diseñar para Seis Sigma

Seis Sigma hace referencia a la filosofía y metodología que las compañías utilizan para mejorar sus procesos o productos mediante la eliminación de los defectos, de tal forma que estos sean imperceptibles para el cliente.

Dicho esto, Diseñar para Seis Sigma es una metodología que utiliza los mismos principios de Seis Sigma y que mejora considerablemente el proceso de diseñar y desarrollar productos o servicios logrando que estos tengan un alto desempeño, mejoren la experiencia del cliente y cumplan con las medidas de calidad (Jenab et al., 2018).

Esta metodología se desarrolla de una manera sistemática y orientada a los proyectos mediante las siguientes cinco fases:

1.4.1.1 *Definir*

En esta etapa se recolectan las necesidades, requerimientos y atributos críticos para la calidad más importantes según los clientes. Además, se identifican los objetivos que se quieren alcanzar al final del proyecto. Las herramientas utilizadas durante esta fase son las siguientes:

SIPOC: Es una técnica que permite identificar los proveedores, las entradas o insumos requeridos para el proceso, las fases del proceso como tal, las salidas o resultados del proceso y por último los clientes internos o externos que reciben la salida del proceso (Cañedo Iglesias et al., 2012).

Voice of Customer: Es una técnica que permite recolectar detalladamente los requisitos y deseos del cliente al comienzo del desarrollo de un producto o servicio para luego priorizarlos según el nivel de importancia y transformarlos en especificaciones de diseño (Griffin & Hauser, 1993).

CTQ Tree: Los Critical to Quality Tree son aquellas características medibles de un producto o servicio que se han cuantificado a partir de la información recolectada anteriormente en el Voice of Customer. Estos alinean los esfuerzos de mejora y son críticos con respecto a la percepción de calidad. Pueden incluir los límites de especificación

inferior o superior o cualquier otro indicador relacionado al producto o servicio.

Triple Bottom Line: este enfoque pretende que las empresas conjuguen al mismo tiempo tres pilares para que estas tengan un desarrollo sostenible de tal forma que todas sus actividades sean a mediano y largo plazo económicamente viables, medioambientalmente sostenibles y socialmente responsables (Paternoster, 2011).

1.4.1.2 **Medir**

En esta etapa se recolecta información del proceso actual y su desempeño considerando su impacto en los indicadores clave establecidos anteriormente en el CTQ. Es importante que al final de la medición de los datos, se compruebe la confiabilidad de estos para generar confianza acerca de su precisión y calidad. La herramienta más crucial en etapa es la siguiente:

Plan de Recolección de Datos: Sirve para determinar la información más relevante que se debe recolectar con el fin de evitar exceso de información innecesaria (Harris, 2003). Este plan ayuda a responder las siguientes preguntas:

- ¿Qué se medirá?
- ¿Cuándo se medirá?
- ¿Cómo se medirá?
- ¿Dónde se medirá?
- ¿Quién realizara la medición?
- ¿Por qué se realizará dicha medición?

1.4.1.3 **Analizar**

Durante esta etapa se analiza cada una de las opciones de diseño utilizando la información recolectada y considerando el cumplimiento de todas las especificaciones y restricciones de diseño solicitados por el cliente.

Pugh Matrix: Es una matriz cuantitativa de decisiones que permite comparar todas las opciones de diseño y conduce hacia la opción

que cumple mejor con un conjunto de requisitos. La comparación entre cada candidato se realiza contra una línea base que comúnmente suele ser la opción anterior de diseño ya que su desempeño es conocido considerablemente (Burge, 2009).

Si la opción de diseño es mejor que la línea base se pondera con +1.

Si la opción de diseño es igual que la línea base se pondera con 0.

Si la opción de diseño es peor que la línea base se pondera con -1.

1.4.1.4 Diseñar

Después de haber seleccionado la alternativa de diseño, esta se desarrolla por completo hasta obtener un producto o servicio mejorado y ajustado con todas las especificaciones de diseño.

1.4.1.5 Verificar

Para validar la funcionalidad del diseño propuesto es necesario realizar pruebas piloto, luego se procede a la implementación de este y finalmente se le entrega el producto final al cliente (Singh Sodhi, 2020).

1.4.2 Teoría de Colas

Es el estudio de las líneas de espera las cuales se producen cuando un cliente ingresa a un sistema demandando un servicio. Dicho estudio se compone de modelos matemáticos que permiten encontrar un equilibrio entre el costo de servicio y el costo asociado al tiempo de espera en las distintas modalidades. Los modelos de colas generalmente se representan con la notación de Kendall $A/P/S:K/N/D$ donde A representa la distribución de probabilidad de los tiempos entre arribos, P representa la distribución de probabilidad de los tiempos de proceso o servicio, S representa el número de servidores, K el número máximo de sitios en el sistema, N tamaño de la población de la cual vienen los clientes y D la disciplina de cola, esta última puede ser FIFO, LIFO, orden aleatorio u orden de prioridades.

1.4.3 Modelo de Programación lineal

El modelo de Programación Lineal también conocido como LP, es una técnica que utiliza un modelo matemático para describir un problema y planear actividades con la finalidad de encontrar una solución óptima. Está compuesto por variables continuas, una sola función objetivo y restricciones que pueden ser ecuaciones o inecuaciones lineales (L. Rardin, 2017).

Parámetros: son aquellas constantes que se comportan como coeficiente de la variable de decisión y que también se encuentran ubicadas del lado derecho de la ecuación o inecuación.

$$A_{11}, a_{12}, \dots, a_{mn} \quad (1.1)$$

Variables de Decisión: son las variables para las cuales se debe determinar sus valores respectivos.

$$X_1, X_2, \dots, X_n \quad (1.2)$$

Función Objetivo: es una función matemática que tiene como objetivo maximizar o minimizar una cantidad, ya sea una ganancia o un costo respectivamente.

Restricciones: limita los valores e interacciones de las variables de decisión. (Hillier & Lieberman, 2010)

La forma estándar del modelo de programación lineal es la siguiente:

$$\text{Maximizar } Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n \quad (1.3)$$

Sujeto a

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n \leq b_1 \quad (1.4)$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n \leq b_2$$

:

:

$$a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n \leq b_m$$

$$X_1 \geq 0, X_2 \geq 0, \dots, X_n \geq 0 \quad (1.5)$$

1.4.4 Indicadores de la tienda minorista

Tasa de conversión: Este indicador de nivel de servicio es el porcentaje de clientes que realizan una compra en la tienda.

$$Tasa\ de\ conversi3n = \frac{Promedio\ de\ Clientes\ que\ compran\ al\ mes}{N3mero\ total\ de\ visitantes\ en\ la\ tienda\ al\ mes} [\%] \quad (1.6)$$

Intensidad de Servicio: este indicador de nivel de servicio indica cuanto personal debe estar dispuesto a cada momento del d3a.

$$Intensidad\ de\ Servicio = \frac{N3mero\ total\ de\ visitantes\ en\ la\ tienda}{N3mero\ de\ empleados} \left[\frac{Clientes}{empleado} \right] \quad (1.7)$$

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

La metodología que se utilizó para el desarrollo de este proyecto fue Diseñar para Seis Sigma, también conocida como DPSS. A continuación, se muestran cada una de las fases que intervinieron en el diseño del producto.

2.1 Definición

Durante esta etapa a través de las entrevistas llevadas a cabo con los clientes, se pudo identificar que la oportunidad de mejora es que la compañía necesita establecer un método que mejore el cálculo de cajeros y percheros que se requieren al mes para que se pueda lograr el cumplimiento de todas las actividades en la tienda mejorando así el nivel de servicio.

2.1.1 Equipo de Trabajo

Para el desarrollo de este proyecto se cuenta con la participación del tutor del proyecto, el equipo de analistas de procesos conformado por Daniela Guerrero y John Mora, además de los Project Champion, la jefe de Proyectos y Mejora Continua y el Analista Senior de Proyectos. Dentro del grupo de clientes para quien se desarrolla el presente proyecto se encuentra el Gerente de Tiendas, responsable de ejecutar la planificación de personal al mes; el Administrador de la Tienda Sur, encargado de planificar las actividades diarias y verificar su cumplimiento. Por último, el personal operativo conformado por los mercaderistas y cajeros quienes son los responsables de perchar la mercancía en las estanterías, brindar servicio al cliente y recaudar el importe por los bienes adquiridos por el cliente dentro del establecimiento.

2.1.2 Requerimientos del Cliente

Se entrevistó a cada uno de los clientes para conocer cuáles son sus necesidades, requerimientos, y percepciones sobre cómo se está llevando a cabo la planificación de personal y cómo esto afecta la productividad de


los operarios. Dicha información se encuentra a continuación desde la Tabla 2.1 hasta la Tabla 2.3.

Tabla 2.1 Voz del Cliente del Gerente Regional de Tiendas.

Gerente Regional de Tienda	Necesito estimar el número óptimo de almacenadores y cajeros por tienda.
	Las ventas se ven afectadas cuando el nivel de servicio cae.
	Se necesita un método más preciso para planificar el personal para cada mes.
	Actualmente el número de almacenistas se calcula dividiendo el número de productos a colocar por mes sobre el estándar de la operación.
	El número de cajeros se calcula dividiendo el número medio de clientes que facturan por los clientes esperados según el tipo de tienda.
	El estándar de operación de los cajeros es de 4 minutos / cliente.
	El estándar de operación de los percheros es de 4 productos / minuto.
	Es necesario incluir otros factores para mejorar la estimación ya que se puede estar comprometiendo el nivel de servicio.


Elaboración propia

Tabla 2.2 Voz del Cliente del Administrador de la Tienda.

Administrador de la Tienda Sur	Es necesario determinar el tiempo máximo que el cliente está dispuesto a esperar en la cola para no disminuir el nivel de servicio.
	Los sábados todo el personal debe estar en la tienda.
	Además de los dos cajeros, se requiere al menos un operador multifuncional
	La forma de determinar la apertura de un nuevo mostrador de caja podría ser más eficiente
	Si se reduce el tiempo de espera en la cola podríamos brindar un mayor nivel de servicio
	Algunas veces el cliente prefiere dejar de comprar que esperar mucho tiempo en la cola

Elaboración propia

Tabla 2.3 Voz del Cliente del Operador Multifuncional. Elaboración propia.

Operador Multifuncional	La mayor parte del tiempo se dedica a la colocación de los productos en las estanterías.
	Hay secciones que requieren más tiempo de colocación.
	La sección de cocina tiene elementos más delicados lo que ralentiza el trabajo debido al mayor cuidado requerido para la colocación.
	Algunas veces necesito la ayuda de un compañero para lograr perchar las secciones de salud y cocina.
	La sección de salud al ser más especializada requiere de un mayor tiempo de servicio al cliente.
	El tiempo de colocación del producto se interrumpe por dar apoyo a los cajeros.
	En las horas pico debemos asistir como cajeros dejando nuestras áreas desatendidas
	Cuando damos apoyo a los cajeros, la reposición de las estanterías generalmente se pospone para el día siguiente

Elaboración propia

Una vez obtenida la información cualitativa presentada anteriormente, se procedió a traducirlas en variables críticas medibles que nos permitirán satisfacer los requerimientos del cliente. Dichas entradas del consumidor se pudieron interpretar usando el CTQ tree mostrado en la ilustración 2.1 y la Casa de la Calidad como se muestra en la ilustración 2.2.

CTQ TREE

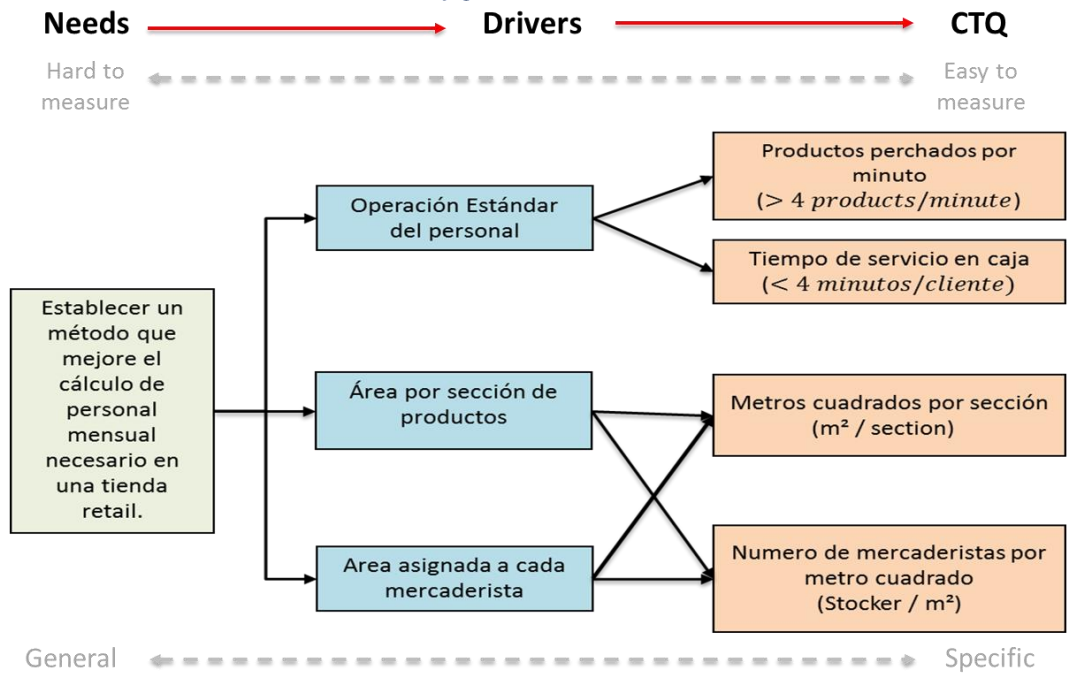


Ilustración 2.1 CTQ Tree. Elaboración propia.

En el CTQ tree mostrado en la ilustración 2.1 se pueden observar los conductores (drivers) para abordar la necesidad mencionada anteriormente del cliente. Dichos drivers se encuentran ligados a los indicadores críticos de calidad los cuales se deben medir para determinar la calidad del servicio que actualmente se ofrece en la tienda.

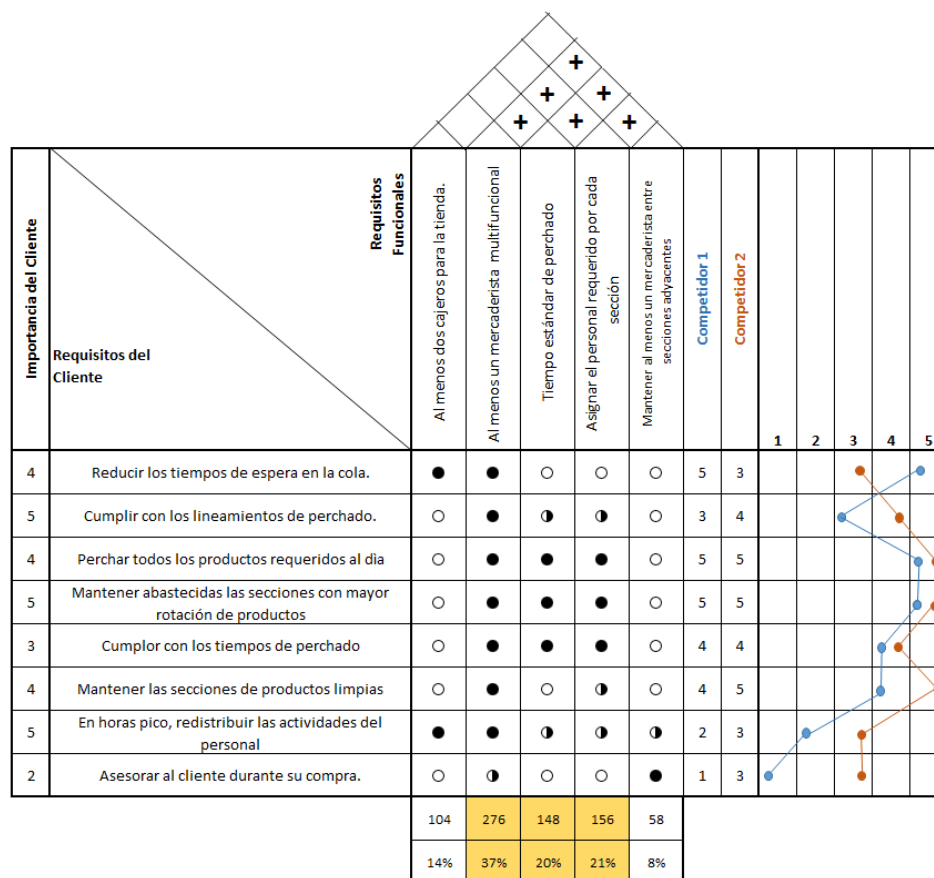


Ilustración 2.2 Quality Function Deployment. Elaboración propia.

Luego, utilizando la Casa de la Calidad de la ilustración 2.2, se definió la relación entre los requisitos del cliente y los requisitos funcionales de la tienda, obteniendo como resultado que los más representativos se relacionan estrechamente con el personal operativo de la tienda y sus actividades que tienen un impacto directo sobre la experiencia del cliente y el nivel de servicio otorgado.

2.2 Medición

Esta etapa se realizó la recolección de información que permitió establecer la situación actual para estudiar las variables que influyen en el cálculo del personal. Para llevar a cabo esta medición se elaboró el siguiente plan de recolección de datos donde se establecieron 5 variables que están relacionadas directamente con la operación de la tienda.

Tabla 2.4 Plan de Recolección de Datos.

¿QUIÉN?	¿QUÉ?			¿CUÁNDO?	¿DÓNDE?	¿CÓMO?		¿POR QUÉ?	
Persona a cargo	Xi	Significado Operacional	Unidad de Medida	Tipo de Datos	Medir	Medir	Método de Observación	Método de Recolección	Medir
John Mora	X 1	Operación del Mercaderista	Producto /Minuto	Cuantitativo Continuo	Desde el 23 de junio al 30 de junio	Tienda Retail Sur	Estudio de Tiempos	Gemba	Evaluar el cumplimiento de la Operación Estándar de los mercaderistas
Daniela Guerrero	X 2	Tiempo de Servicio en la Caja	Minutos /Cliente	Cuantitativo Continuo	Desde el 17 de junio al 24 de junio	Tienda Retail Sur	Estudio de Tiempos	Gemba	Evaluar el cumplimiento de la Operación Estándar de los cajeros y determinar el Tiempo de Espera en Cola
Daniela Guerrero	X 3	Tiempo entre arribo del cliente a la caja	Minutos	Cuantitativo Continuo	Desde el 17 de junio al 24 de junio	Tienda Retail Sur	Estudio de Tiempos	Gemba	Para determinar la Capacidad del Sistema de cajas y el Tiempo de Espera en Cola
John Mora	X 4	Metros Cuadrados por Sección	m ² / Sección	Cuantitativo Continuo	Desde el 18 de junio al 23 de junio	Tienda Retail Sur	Entrevista	Entrevista	Conocer el Área de cada sección de la tienda según su demanda
John Mora	X 5	Metros Cuadrado por mercaderista	m ² / Mercad.	Cuantitativo Continuo	Desde el 18 de junio al 23 de junio	Tienda Retail Sur	Entrevista	Entrevista	Conocer el Área que cada mercaderista debe cubrir

Elaboración propia.

La variable X1, *operación del mercaderista*, representa la velocidad con la que los mercaderistas perchán los productos en sus respectivas secciones; la actividad de perchado comienza desde que el mercaderista toma el producto del carrito hasta colocarlo en la percha e imprimir la etiqueta de precio para colocarla en la percha sus unidades se expresan en productos/min. La variable X2, *Tiempo de servicio en la caja* y X3, *Tiempo entre arribo del cliente a caja*, representan el tiempo promedio de la transacción del cliente en la caja y el tiempo promedio con el que arriba un cliente al sistema de cajas de la tienda respectivamente. Sus unidades se expresan en minutos. La variable X4, representa los metros cuadrados que cada sección

tiene asignada en la tienda. La variable X_5 , representa la cobertura de los mercaderista en metros cuadrados.

2.3 Análisis

En la etapa de análisis se realizó una revisión exhaustiva de la literatura relacionada a la planificación de personal en distintos escenarios de establecimientos de servicios, como resultado se evaluó la viabilidad de tres opciones de diseño respecto al cumplimiento de las necesidades y restricciones del cliente recolectadas en las etapas previas, que son:

- Todos los mercaderistas debe tener al menos una sección asignada de la tienda.
- Se debe cumplir con los requerimientos de operación de la tienda.
- Los sábados se debe contar con el número máximo de mercaderistas y cajeros.
- Todos los empleados deben tener al menos dos días libres a la semana.
- Se permiten máximo dos clientes esperando en la cola del servicio de cajas.

Una vez que se evaluaron los posibles modelos a utilizar se plantearon los criterios clave que, después de analizarse en conjunto con los clientes del proyecto se obtuvo la siguiente matriz de decisión:

Tabla 2.5 Matriz Pugh.

Criterio	Peso	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2	OPCIÓN 3
		Método Multicriterio para cálculo de Personal + Teoría de Colas	Modelo de Turnos de Trabajo	Modelo de Asignación de personal + Teoría de Colas
Fácil de entrenar al usuario de la herramienta	1	0	-1	-1
Fácil de usar	3	1	1	-1
Fácil de modificar los parámetros	2	0	0	0
Se puede extender fácilmente a otras tiendas	3	1	1	-1
El levantamiento de información para obtener los parámetros requiere de mucho esfuerzo	2	0	0	-1
Necesita inversión	3	0	0	-1
TOTAL		6	5	-12

Elaboración propia.

Como se puede observar en la Tabla 2.5 los criterios que fueron considerados con un valor de 3 indicando un nivel de importancia alta son “Fácil de usar”, “Se puede extender a otras tiendas” y “Necesita inversión”. Una vez determinadas las ponderaciones a dichos criterios, se procedió a comparar el cumplimiento de dichos criterios en cada una de las opciones con respecto a la línea base, la cual en este caso fue el método de planificación que se usa actualmente. Se otorgó el valor de +1, 0 y -1 a aquella opción que es mejor, igual o peor que el modelo actual respectivamente.

Finalmente, la opción 1 y la opción 2 obtuvieron los puntajes más altos con una diferencia de un punto, por lo que se acordó con el cliente que la propuesta final del diseño sería una combinación de estas dos alternativas debido a que el Método Multicriterio ayudará a que el Gerente de tiendas determine el número de mercaderistas necesarios al mes, y el Administrador de tiendas utilizará este valor como un parámetro para poder planificar los turnos semanales. Por otro lado, el Estudio de Colas ayudará a determinar el número de cajeros necesarios por franja horaria.

Una vez que se eligieron las opciones de diseño a implementar se procedió con el análisis de las opciones de diseño de interfaz disponibles. Se evaluaron con el cliente los aspectos clave de los softwares GAMS y Excel.

Tabla 2.6 Análisis de Opciones de Interfaz

GAMS	Excel
Requiere conocimiento de un lenguaje de programación	No requiere conocimiento de un lenguaje de programación
Necesita intérprete del lenguaje utilizado	No necesita intérprete
Interfaz compleja	Interfaz relativamente fácil
Requiere adquirir una licencia	Requiere adquirir una licencia
Su uso está dirigido a la modelización matemática.	Tiene una amplia gama de aplicaciones.

Elaboración propia.

Como se puede observar en la Tabla 2.6 Microsoft Excel posee varias ventajas sobre el software GAMS, entre las más importantes se encuentra que no requiere del conocimiento de un lenguaje de programación para su uso, además de ser relativamente fácil de usar ya que el cliente está familiarizado con el software.

2.4 Diseño

2.4.1 Método Multicriterio

De acuerdo con la evaluación realizada en la etapa de análisis, se concluyó que el número de mercaderistas necesarios al mes, se determinará mediante el Método Multicriterio, el cual realiza el cálculo considerando tres factores: Operación del Mercaderista, Cobertura de la Tienda y Nivel de Servicio. A continuación, se muestra cómo se utiliza la herramienta:

1. El usuario debe ingresar en la plantilla de Excel los siguientes parámetros para cada mes del año:

Tabla 2.7 Parámetros de desempeño de tienda

Mes	Enero	Febrero	Marzo
Pronóstico de unidades vendidas (basado en 2019)	35401	31578	33936
Promedio de Clientes que Facturan por Hora	19	17	18
Tasa de conversión (%)	40.03%	36.78%	35.87%

Elaboración propia.

Tabla 2.8 Parámetros de desempeño de operadores

Descripción	Parámetro	Unidades
Tiempo productivo máximo de Perchado al día / Mercaderista	90	minutos
Tiempo Productivo promedio de Perchado al día / Mercaderista	57.4	minutos
Días Laborables por Mercaderista	22	
Área total de la tienda	877.73	metros cuadrados
Número de Secciones	17	
Operación del Mercaderista	2.19	Productos/Min
Política de Intensidad de Servicio	7	Clientes/Mercaderista

Elaboración propia.

2. El método realiza el tratamiento de los datos ingresados anteriormente para estimar los siguientes parámetros de inicialización:

$$\text{Unid. Ventidas Prom. Mensual} = \frac{\sum \text{Pronóstico Mensual de Unid. vendidas}}{12} \left[\frac{U}{\text{mes}} \right] \quad (2.1)$$

$$\text{Tiempo Productivo de Perchado al Mes por Mercaderista} = \left(\text{Tiempo productivo promedio de perchado al día mercaderista} \right) \left(\text{Días laborales por mercaderista} \right) \left[\frac{\text{min mensuales}}{\text{mercaderista}} \right] \quad (2.2)$$

$$\text{Metros cuadrados maximos por mercaderista} = \frac{\left(\text{Operación del mercaderista} \right) * \left(\text{Tiempo productivo máximo de perchado al día mercaderista} \right)}{\frac{\text{Unidades Vendidas Promedio al mes}}{30}} \left[m^2 \right] \quad (2.3)$$

Área total de la tienda

$$\text{Metros cuadrados mínimos por mercaderista} = \frac{\left(\text{Operación del mercaderista} \right) * \left(\text{Tiempo productivo promedio de perchado al día mercaderista} \right)}{\frac{\text{Unidades Vendidas Promedio al mes}}{30}} \left[m^2 \right] \quad (2.4)$$

Área total de la tienda

3. El método calcula el número de mercaderistas requeridos al mes, en base al Nivel de Servicio, Operación del Mercaderista y Cobertura de la tienda, tal como se muestra a continuación:

$$\text{Número de Mercaderistas según Nivel de Servicio} = \frac{\text{Promedio de clientes que facturan por hora}}{\frac{\text{Tasa de Conversión}}{\text{Intensidad de Servicio}}} \left[\text{mercaderistas} \right] \quad (2.5)$$

$$\text{Número de Mercaderistas según Operación} = \frac{\text{Pronóstico de unidades vendidas}}{\frac{\text{Operación del Mercaderista}}{\text{Tiempo Productivo de Perchado al Mes por Mercaderista}}} [\text{mercaderistas}] \quad (2.6)$$

$$\text{Número de Mercaderistas según Cobertura} = \frac{\text{Área total de la tienda}}{\text{Metros cuadrados máximos mercaderista}} [\text{mercaderistas}] \quad (2.7)$$

4. El método evalúa la cobertura alcanzada que se logra con el número de mercaderistas obtenidos según la Operación y en base a esto añade o disminuye el número de mercaderistas necesarios.

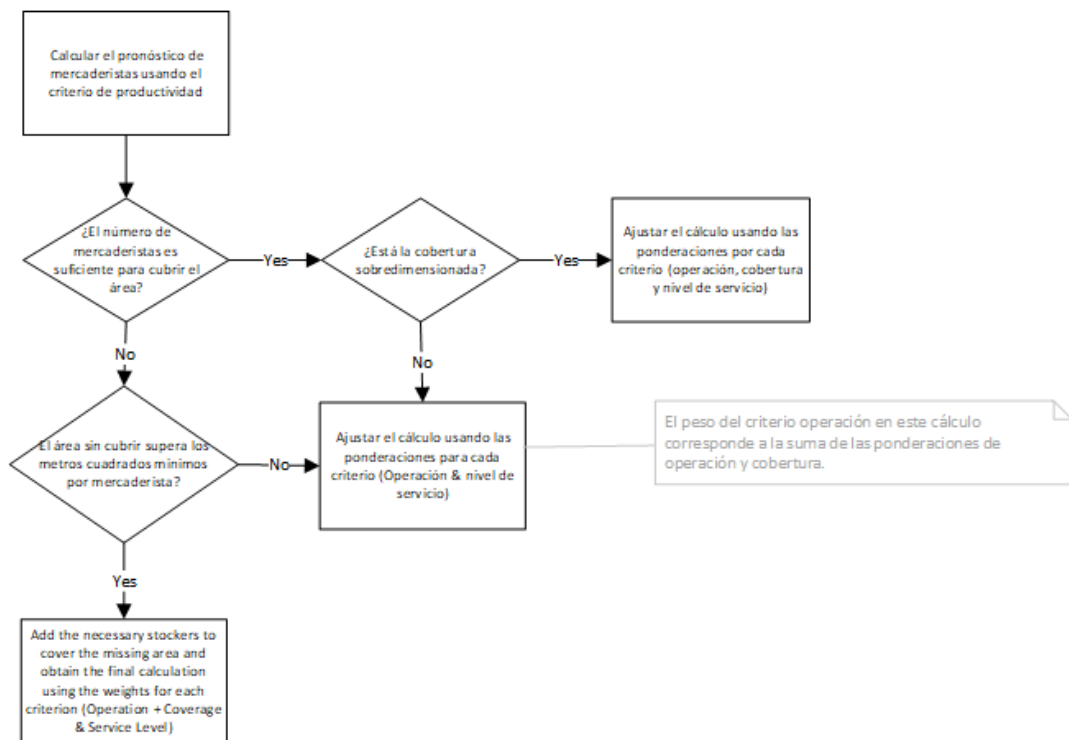


Ilustración 2.3 Algoritmo para cálculo ajustado de mercaderistas. Elaboración Propia.

5. Finalmente se le asigna una ponderación a cada criterio según la necesidad del usuario.

2.4.2 Teoría de Colas

Acorde a la evaluación realizada en la etapa de análisis, el cálculo del número de cajeros necesarios para la tienda se realizará utilizando un modelo de teoría de colas. Antes de llevar a cabo los cálculos se determinó

el modelo de colas a utilizar, para esto se analizaron los datos recolectados para las variables x_2 , *Tiempo de servicio en la caja* y x_3 , *Tiempo entre arribos de clientes a la caja*. Como resultado del análisis se determinó que los tiempos de servicio en la caja siguen una distribución de datos normal en cada franja horaria del día y los tiempos entre arribos de clientes siguen una distribución exponencial en cada franja horaria del día. Estos análisis permitieron identificar que el modelo de colas apropiado para representar el sistema de cajas de la tienda es el G/G/S identificado con la siguiente ecuación:

$$W_q = \left(\frac{C_a^2 + C_s^2}{2} \right) \frac{\rho^{\sqrt{2(S+1)}-1}}{S(1-\rho)\mu} \quad [min] \quad (2.8)$$

El primer paso consiste en la entrada de datos por parte del usuario en la tabla de parámetros de la plantilla en Excel, estos son: Número de Clientes en Cola, Número de Clientes Esperados y Tiempo Promedio de Servicio.

Tabla 2.9 Parámetros de inicialización de teoría de colas

FRANJA HORARIA		Número de Clientes en Cola	Número de Clientes Esperados	Tiempo Promedio de Servicio (min)
Inicio	Fin			
9:00	10:00	2	11	2.39
10:00	11:00	2	14	2.67
11:00	12:00	2	20	4.97
12:00	13:00	2	26	4.17
13:00	14:00	2	15	3.96
14:00	15:00	2	10	4.26
15:00	16:00	2	37	3.93
16:00	17:00	2	22	3.23
17:00	18:00	2	28	2.35
18:00	19:00	2	11	2.42

Elaboración propia.

Luego la plantilla en Excel realiza el tratamiento de datos, transformando el número de clientes esperados y el tiempo promedio de servicio en tasas con las siguientes ecuaciones:

$$Tiempo\ promedio\ entre\ arribos = \frac{60}{Número\ de\ Clientes\ Esperados} \left[\frac{min}{clientes} \right] \quad (2.9)$$

$$Tasa\ de\ arribos = \frac{1}{\lambda} \left[\frac{clientes}{min} \right] \quad (2.10)$$

$$Tasa\ de\ servicio = \frac{1}{Tiempo\ Promedio\ de\ Servicio} \left[\frac{clientes}{min} \right] \quad (2.11)$$

Finalmente, el modelo realiza la evaluación de los parámetros de entrada en el modelo de colas y muestra la cantidad de cajeros necesarios por franja horaria, además de las medidas de desempeño del sistema como se muestra en la Tabla 2.10.

Tabla 2.10 Métricas de desempeño del sistema de cajas

FRANJA HORARIA		Métricas de Desempeño del Sistema de Cajas		
Inicio	Fin	Cajeros Necesarios por Franja Horaria	Tiempo promedio en cola (min)	Tiempo promedio en el Sistema de Caja (min)
9:00	10:00	1	1.27	3.66
10:00	11:00	1	3.01	5.69
11:00	12:00	3	0.85	5.82
12:00	13:00	3	0.94	5.10
13:00	14:00	2	0.96	4.92
14:00	15:00	1	7.09	11.35
15:00	16:00	3	3.14	7.07
16:00	17:00	2	1.26	4.49
17:00	18:00	2	0.74	3.09
18:00	19:00	1	1.31	3.73

Elaboración propia.

Donde el tiempo promedio en cola y el tiempo promedio en el sistema de cajas son las medidas de desempeño del sistema.

2.4.3 Modelo de Turnos de trabajo

Conjuntos

i = Conjunto de días de la semana (Lunes (1), Martes (2), ..., Domingo (7))

Parámetros

D = Demanda semanal de productos para perchar [Unidades Vendidas]

D_i = Demanda de productos a ser perchados en el día i [Unidades Vendidas]

Donde D_i es la representación en ventas del día de la semana.

$$D_i = 12\% * D \quad (2.12)$$

$P =$ Tasa de perchado de productos [Productos/minuto]

$T =$ Tiempo productio diario [minutos]

$S =$ Número de mercaderistas asignados a la tienda en el mes

Variables de Decisión

$x_2 =$ Merc. que empiezan su turno el martes, y descansan domingo y lunes

$x_3 =$ Merc. que empiezan su turno el miércoles, y descansan lunes y martes

$x_4 =$ Merc. que empiezan su turno el jueves, y descansan el martes y miercoles

$x_5 =$ Merc. que empiezan su turno el viernes, y descansan el miércoles y jueves

$x_6 =$ Merc. que empiezan su turno el sábado, y descansan el jueves y viernes

Función Objetivo

$$\min z = D - P * T * \sum_{i=1}^I x_i \quad (2.13)$$

Restriciones

Restricción de demanda de productos perchados

$$L: \quad P * T * (x_4 + x_5 + x_6) \leq D_1 \quad (2.14)$$

$$M: \quad P * T * (x_2 + x_5 + x_6) \leq D_2 \quad (2.15)$$

$$MI: \quad P * T * (x_2 + x_3 + x_6) \leq D_3 \quad (2.16)$$

$$J: \quad P * T * (x_2 + x_3 + x_4) \leq D_4 \quad (2.17)$$

$$V: \quad P * T * (x_2 + x_3 + x_4 + x_5) \leq D_5 \quad (2.18)$$

$$S: \quad P * T * (x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6) \leq D_6 \quad (2.19)$$

$$D: \quad P * T * (x_3 + x_4 + x_5 + x_6) \leq D_7 \quad (2.20)$$

Restricción de cantidad mínima de mercaderistas presentes en la tienda

$$L: \quad x_4 + x_5 + x_6 \geq MS \quad (2.21)$$

$$M: \quad x_2 + x_5 + x_6 \geq MS \quad (2.22)$$

$$MI: \quad x_2 + x_3 + x_6 \geq MS \quad (2.23)$$

$$J: \quad x_2 + x_3 + x_4 \geq MS \quad (2.24)$$

$$V: \quad x_2 + x_3 + x_4 + x_5 \geq MS \quad (2.25)$$

$$S: \quad x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 \geq MS \quad (2.26)$$

$$D: \quad x_3 + x_4 + x_5 + x_6 \geq MS \quad (2.27)$$

Restricción de Máximo número de mercaderistas

$$x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 = S \quad (2.28)$$

Restricción de No negatividad y entero

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7 > 0 \quad (2.29)$$

$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7$ es entero

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANALISIS

Para el método Multicriterio se tomaron los pronósticos de productos a perchar por mes, como segundo paso se ingresaron los parámetros, estos parámetros fueron utilizados por la plantilla de Excel quien se encarga de realizar la estimación de los datos de inicialización del modelo. La tabla 3.1 presenta los parámetros de entrada a ser ingresados por el usuario y los datos de inicialización (*) que calcula la plantilla en Excel.

Tabla 3.1 Parámetros de entrada y datos de inicialización.

Descripción	Parámetro	Unidades
Tiempo máximo productivo de Perchado (día) / Mercaderista	90	minutos
Tiempo Productivo promedio de Perchado (día) / Mercaderista	57.40	minutos
Días Laborables por mercaderista	22	
Tiempo Productivo de Perchado (Mes) / Mercaderista *	1262.80	minutos
Unidades Vendidas Promedio al mes	41134	unidades
Tamaño de la tienda	877.73	metros cuadrados
Número de Secciones	17	
Operación de Mercaderistas	2.19	Productos/Min
Metros cuadrados / Mercaderista *	126	Metros cuadrados Max *
	80	Metros cuadrados Min *
Política de Intensidad de Servicio	7	Clientes/Mercaderista
Ponderación para cálculo de Mercaderistas		
Peso de Operación del Mercaderista		40%
Peso de Cobertura de la tienda		30%
Peso de Intensidad de Servicio		30%

Elaboración propia.

Una vez que la plantilla procesó los datos se mostraron el resultado en una tabla resumen donde se puede observar el cálculo de mercaderistas por cada criterio y el cálculo ajustado. La tabla 3.2 presenta el extracto de la plantilla de cálculo Multicriterio, donde el usuario debe ingresar la información correspondiente por cada mes los campos Pronostico de unidades vendidas, clientes promedio que facturan por hora y tasa de conversión, las filas siguientes corresponden al cálculo de mercaderistas que realiza la plantilla por cada criterio y el cálculo ajustado ponderando cada criterio según el parámetro especificado por el cliente. Finalmente, las últimas dos filas corresponden a la cobertura de tienda por mercaderista y a las secciones promedio que atiende cada mercaderista.

Tabla 3.2 Resultados de cálculo multicriterio - Extracto meses Enero a Marzo.

Mes	Enero	Febrero	Marzo
Pronóstico de unidades vendidas (basado en 2019)	35401	31578	33936
Promedio de Clientes que Facturan por Hora	19	17	18
Tasa de conversión	40.03%	36.78%	35.87%
Pronóstico de Mercaderista (Nivel de Servicio)	7	7	7
Pronóstico de Mercaderista (Operación)	13	11	12
Pronóstico de Mercaderista (Cobertura)	7	7	7
Pronóstico Ajustado de Mercaderista	9	9	9
Metros cuadrados por Mercaderista	98	98	98
Número de Secciones por Mercaderista	1.89	1.89	1.89

Elaboración propia.

Además, se observó el área y secciones promedio que debe atender cada Mercaderista en la tienda.

Para calcular el número de secciones por mercaderista:

$$\text{Número de Secciones por mercaderista} = \frac{\text{Total de Secciones}}{\text{Número de Mercaderistas Ajustado}} \left[\frac{\text{mercaderistas}}{\text{sección}} \right] \quad (3.1)$$

Para calcular los metros cuadrados por mercaderista

$$\text{Metros cuadrados por mercaderista} = \frac{\text{Metros Cuadrados Totales de la tienda}}{\text{Número de Mercaderistas Ajustado}} \left[\frac{m^2}{\text{mercaderista}} \right] \quad (3.2)$$

Después de obtener el número de mercaderistas necesarios para la tienda sur se comparó el cumplimiento alcanzado de la demanda de productos perchados con este resultado y el alcanzado por el número de mercaderistas que laboraban en la tienda durante los meses de enero a julio.

Para calcular el cumplimiento de la demanda productos perchados se utilizaron las siguientes ecuaciones:

Para calcular el total de productos perchados

$$\text{Total de Productos Perchados} = \left(\text{Operación del mercaderista} \right) \left(\text{Tiempo productivo promedio de perchado al día mercaderista} \right) [U] \quad (3.2)$$

Para calcular el cumplimiento de productos a perchar

$$\text{Cumplimiento de productos a perchar} = \frac{\text{Total de Productos Perchados}}{\text{Pronostico de Demanda Mensual}} [\%] \quad (3.3)$$

La tabla 3.3 presenta el Cumplimiento de productos perchados que se logra alcanzar utilizando el método actual para calcular el número de mercaderistas al mes. Se observa que en el mes de enero se pronostica vender 35401 unidades, con el método actual se obtiene un total de 16593 unidades perchadas, esto representa un cumplimiento del 47% de la demanda. Adicionalmente se muestran los metros cuadrados que cada mercaderista debe cubrir en su jornada laboral diaria y el número de secciones promedio que atiende el mercaderista.

Tabla 3.3 Resultados de método actual de cálculo de mercaderistas.

Mes	Enero	Febrero	Marzo
Pronóstico de unidades vendidas (basado en 2019)	35401	31578	33936
Número de Mercaderistas - Método Actual	6	6	6
Cumplimiento de Productos Perchados (Unidades) - Método Actual	16593	16593	16593
Porcentaje de Cumplimiento - Método Actual	47%	53%	49%
Metros cuadrados por Mercaderista	146.29	146.29	146.29
Número de Secciones por Mercaderista	2.83	2.83	2.83

Elaboración Propia.

La tabla 3.4. muestra los resultados obtenidos para el cumplimiento de productos perchados obtenido del método Multicriterio de cálculo de mercaderistas. Se puede observar que para el mes de enero se estima un total de 35401 unidades vendidas que deberán percharse, con el método propuesto se obtiene un total de 24890 unidades perchadas, esto representa un cumplimiento del 70% de la demanda. Adicionalmente se muestran los metros cuadrados que cada mercaderista debe cubrir en su jornada laboral diaria y el número de secciones promedio que atiende el mercaderista.

Tabla 3.4 Resultados del método Multicriterio del cálculo de mercaderistas.

Mes	Enero	Febrero	Marzo
Pronóstico de unidades vendidas (basado en 2019)	35401	31578	33936
Número de Mercaderistas - Operación	13	11	12
Número de Mercaderistas - Cobertura	7	7	7
Número de Mercaderistas Nivel de Servicio	7	7	7
Número de Mercaderistas Ajustado - Método Propuesto	9	9	9
Cumplimiento de Productos Perchados (Unidades) - Método Propuesto	24890	24890	24890
Porcentaje de Cumplimiento - Método Propuesto	70%	79%	73%
Metros cuadrados por Mercaderista	97.53	97.53	97.53
Número de Secciones por Mercaderista	1.89	1.89	1.89

Elaboración Propia.

La Ilustración 3.1 muestra los cumplimientos alcanzados por ambos métodos durante los meses de enero a julio de 2021. Se puede observar que, con el método propuesto de cálculo de personal, se hubiera alcanzado un incremento del 22% en el cumplimiento de productos perchados con respecto al método actual.

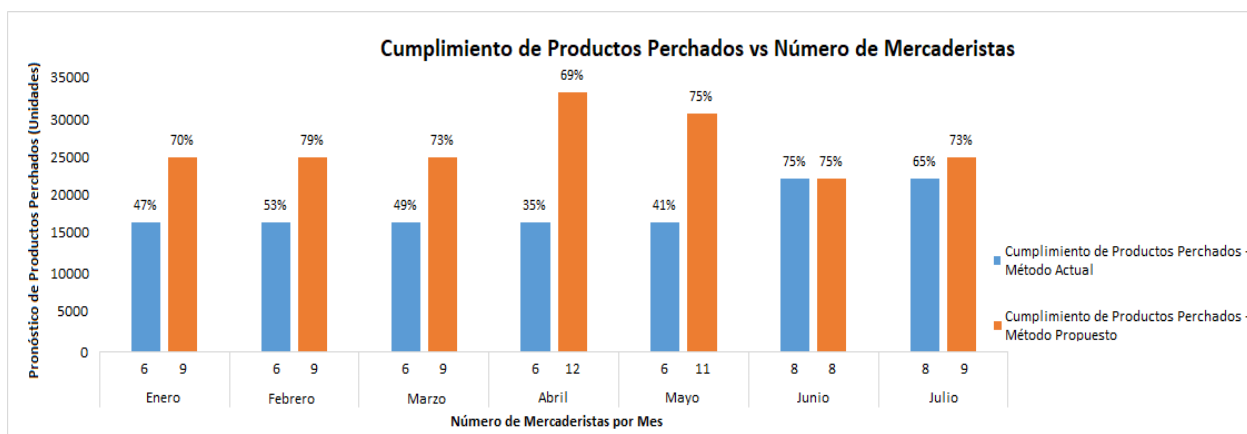
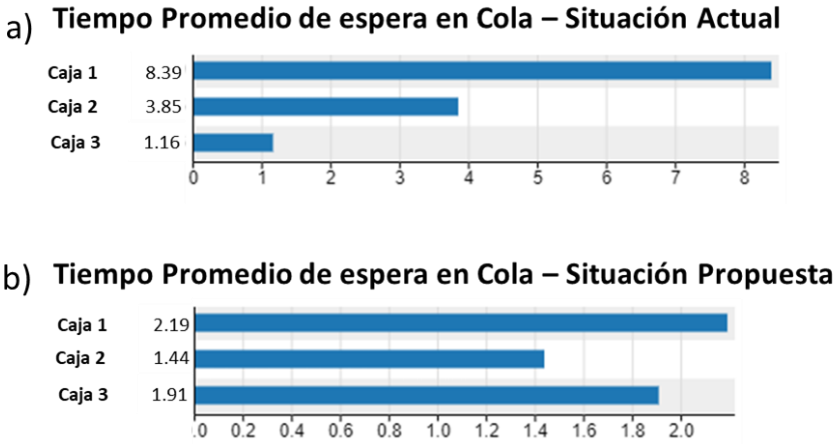


Ilustración 3.1 Cumplimiento de productos perchados vs Número de mercaderistas.

Elaboración propia.

Para comprobar el funcionamiento del modelo de teoría de colas propuesto, se realizó la simulación del sistema de cajas y se consideró la restricción de permitir máximo dos clientes esperando en la cola. Luego de generar los tableros de indicadores se comprobó que la propuesta de calcular el número de cajeros requeridos para cada franja horaria brinda mejores resultados que el método actual. En el literal a) de la ilustración 3.2 se puede observar que el tiempo promedio que espera el cliente en cola es de 4.46 minutos, mientras que, en el literal b), se muestra que el tiempo promedio de espera se reduce a 1.84 minutos.

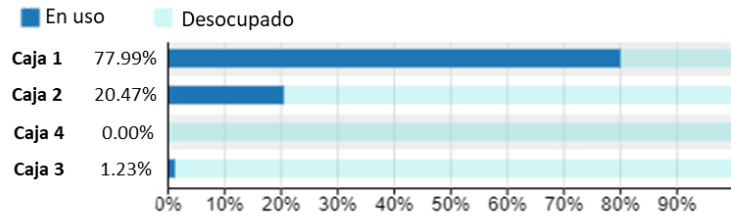


**Ilustración 3.2 Comparación del tiempo de espera en cola.
Elaboración propia**

El literal a) de la ilustración 3.3 se puede observar el porcentaje de utilización de las cajas 2 y 3 son 20.47 % y 1.23% respectivamente, lo cual indica que tienen un tiempo de ocio mayor con respecto a la caja 1. Por otro lado, en el literal b) de la ilustración 3.3, se observa que con el modelo optimizado las cajas 2 y 3 incrementaron su

porcentaje de utilización diaria en un 11.33% y 4.14% respectivamente, lo cual permite utilizar de mejor manera los recursos.

a) Porcentaje de Utilización de Cajas – Situación Actual



b) Porcentaje de Utilización de Cajas – Situación Propuesta

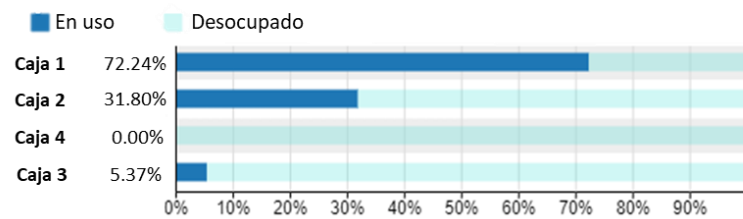
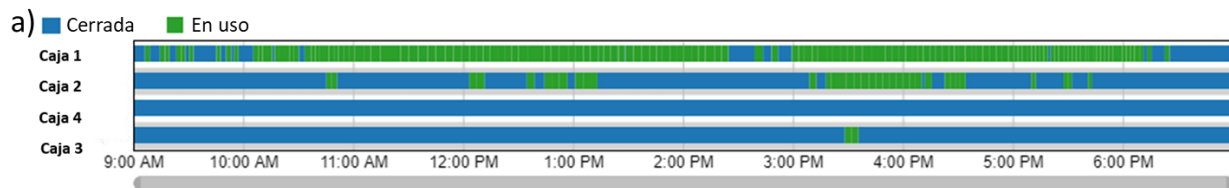


Ilustración 3.3 Comparación del porcentaje de utilización de las cajas.

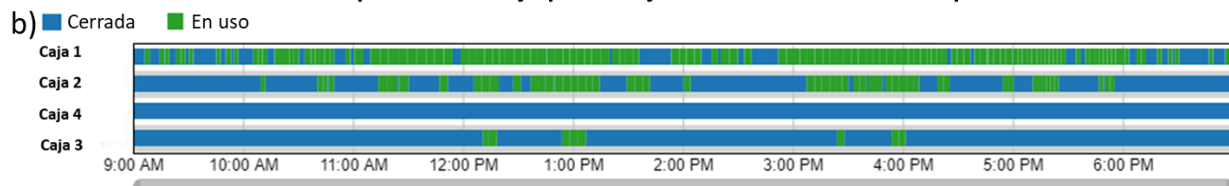
Elaboración propia

Finalmente, el gráfico de Gantt que se muestra en la Ilustración 3.4 muestra las franjas horarias en las que cada cajero tiene alguna interacción con el cliente. En el literal a) se observó que en la situación actual únicamente se cuenta con 3 cajeros durante la franja horaria de 3:00 PM a 4:00 PM, mientras que en el literal b) el cual corresponde a la propuesta se visualizó que la tienda cuenta con 3 cajeros en 3 franjas horarias las cuales son consideradas horas pico, esto es debido a que la restricción de dos clientes máximos permitidos en la cola provoca la apertura de las cajas según el arribo de clientes de cada franja horaria.

Apertura de Caja por Franja Horaria – Situación Actual



Apertura de Caja por Franja Horaria – Situación Propuesta



**Ilustración 3.4 Comparación de la apertura de cajas por franja horaria.
Elaboración propia**

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Este proyecto tenía como objetivo desarrollar un método que calcule el número de mercaderistas y cajeros necesarios en una tienda minorista. A continuación, se enlistan las conclusiones del proyecto:

- Se incrementó en un 22% el cumplimiento de demanda de productos perchados cuando se asigna el número de mercaderistas con el método de cálculo propuesto.
- Se redujo el tiempo que espera el cliente en la cola de 4.07 minutos a 1.65 minutos lo cual representa un 40.54%, debido a que la restricción de dos clientes máximos permitidos en la cola provoca la apertura de cajas adicionales según la demanda de cada franja horaria, logrando así aumentar el nivel de satisfacción del cliente.
- Se comprobó que la tasa de operación estándar de los mercaderistas establecida por el Gerente de Tiendas es mayor a la tasa de Operación real de la tienda, lo cual ocasiona que el cálculo actual sea muy optimista con respecto a los productos perchados por minuto y por ende se requiera menos personal al mes.
- Después de realizar el estudio de colas se determinó que el tiempo de servicio no es constante durante todo el día provocando que, con la política actual de 5 clientes máximo permitidos en cola, el cliente tenga que esperar mayor tiempo sobre todo en las horas pico.

4.2 Recomendaciones

- Cambiar la disposición de las cajas y la adecuación de espacio para manejar una sola cola con varios servidores, y de esta forma reducir el tiempo del cliente en el sistema, facilitando además el estudio de la operación.
- Proporcionar a cada mercaderista una máquina etiquetadora para disminuir el tiempo dedicado a buscar esta herramienta, aumentando la productividad.

BIBLIOGRAFÍA

- Abanto Leon, C. E. E. (2018). Propuesta de mejora aplicada a la programación de turnos de cajeros y dimensionamiento de la cantidad asistentes de venta en una tienda por departamentos que incremente la productividad y satisfacción del cliente [Licenciatura, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <https://doi.org/10.19083/tesis/625637>
- Birch, S., Kephart, G., Tomblin-Murphy, G., O'Brien-Pallas, L., Alder, R., & MacKenzie, A. (2007). Human Resources Planning and the Production of Health: A Needs-Based Analytical Framework. *Canadian Public Policy*, 33(Supplement 1), S1–S16. <https://doi.org/10.3138/9R62-Q0V1-L188-1406>
- Burge, D. S. (2009). The Systems Engineering Tool Box. 15.
- Cañedo Iglesias, C. M., Curbelo Hernández, M. A., Núñez Chaviano, K., & Zamora Fonseca, R. (2012). Los procedimientos de un sistema de gestión de información: Un estudio de caso de la Universidad de Cienfuegos. *Biblios: Journal of Librarianship and Information Science*, 46, 40–50. <https://doi.org/10.5195/BIBLIOS.2012.40>
- Griffin, A., & Hauser, J. R. (1993). The Voice of the Customer. *Marketing Science*, 12(1), 1–27. <https://doi.org/10.1287/mksc.12.1.1>
- Harris, M. (2003). Safe and Drugs Free Schools—Handbook for Coordinators. University of North Florida. https://www.fldoe.org/core/fileparse.php/7771/urlt/0084809-eval_manual.pdf
- Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2010). *Introducción a la Investigación de Operaciones*. Mc Graw Hill.
- Jenab, K., Wu, C., & Moslehpour, S. (2018). Design for six sigma: A review. *Management Science Letters*, 1–18. <https://doi.org/10.5267/j.msl.2017.11.001>

- L. Rardin, R. (2017). Optimizations in Operations Research (Second Edition). Pierson.
<https://industri.fatek.unpatti.ac.id/wp-content/uploads/2019/03/173-Optimization-in-Operations-Research-Ronald-L.-Rardin-Edisi-2-2015.pdf>
- Paternoster, A. (2011). Herramientas para medir la sostenibilidad corporativa: Un análisis comparativo de las memorias de sostenibilidad.
- Singh Sodhi, H. (2020). A Systematic Comparison between DMAIC and DMADV Approaches of Six Sigma.
https://www.researchgate.net/publication/342242287_A_Systematic_Comparison_between_DMAIC_and_DMADV_Approaches_of_Six_Sigma
- Zanda, S. (2019). Manpower planning optimization in three different real world areas: Container terminals, hospitals and retail stores. 108.