

INVESTIGUM

VOL.1, N°1 (Enero –Junio, 2025)

ISSN: 3121-259X

DOI: <https://doi.org/10.70577/b2nhpy89>

Fecha de recepción: 15/03/2025

Fecha de aceptación: 20/05/2025

Fecha de publicación: 30/06/2025

El rol del personal en la experiencia de pago en autoservicio: una propuesta de optimización estratégica

The role of staff in the self-checkout experience: a proposal for strategic optimization

Licda. Julianna Vanessa Moreira Mera

Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas sede Santo Domingo

juliana.moreira.mera@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0002-3238-1272>

La Concordia – Ecuador

Citación

Moreira, J. (2025). El rol del personal en la experiencia de pago en autoservicio: una propuesta de optimización estratégica. Revista Investigium. 2(1), p. 43 – 53.

RESUMEN

En el actual panorama del comercio minorista, marcado por una creciente automatización y la búsqueda de eficiencia operativa, las cajas de autoservicio se han consolidado como una solución tecnológica relevante. No obstante, su implementación demanda una gestión estratégica del recurso humano que garantice la continuidad del servicio y una experiencia positiva para el cliente. Este estudio tiene como propósito diseñar un modelo de programación lineal que optimice la asignación de personal en cajas de autoservicio en tiendas de formato reducido “Minis” de la Corporación El Rosado, con el fin de disminuir los tiempos de espera y elevar la calidad de la atención. La investigación adoptó un enfoque cuantitativo de tipo aplicado, con diseño de modelado matemático. El estudio se desarrolló en diez tiendas de Guayaquil, Ecuador, entre junio y septiembre de 2024. La recolección de información incluyó observación directa, entrevistas a gerentes y análisis de registros históricos. Las variables consideradas fueron demanda horaria, tiempos de atención, disponibilidad de personal, costos laborales y tiempo de asistencia por incidente. Con estos insumos, se elaboró un modelo de programación lineal implementado en Excel Solver y PuLP en Python. Los hallazgos muestran que la asignación eficiente podía lograrse con un máximo de diez trabajadores, asegurando la cobertura de la demanda semanal, evitando la sobreasignación y cumpliendo con las restricciones laborales. El modelo se adaptó a los picos de afluencia y evidenció flexibilidad frente a cargas de trabajo variables. Se concluye que el uso de modelos matemáticos constituye una herramienta eficaz para optimizar los recursos humanos en entornos automatizados, aportando beneficios operativos y económicos. Como proyección, se plantea la incorporación de variables cualitativas, el uso de inteligencia artificial y la posibilidad de replicar el modelo en otros contextos minoristas. Este enfoque aporta al avance del conocimiento en la gestión operativa y de recursos humanos en el sector retail, alineándose con las tendencias globales de sostenibilidad y digitalización.

Palabras clave: Recursos humanos, optimización, automatización

ABSTRACT

In today's retail landscape, characterized by increasing automation and the pursuit of operational efficiency, self-checkout counters have emerged as a key technological solution. However, their successful implementation requires a strategic management of human resources to ensure service continuity and a positive customer experience. The purpose of this study is to design a linear programming model to optimize staff allocation in self-checkout counters in "Minis" convenience stores of Corporación El Rosado, aiming to reduce waiting times and improve service quality. The research adopted a quantitative applied approach with a mathematical modeling design. The study was conducted in ten stores in Guayaquil, Ecuador, between June and September 2024. Data were collected through direct observation, interviews with managers, and the analysis of historical records. The variables considered included hourly demand, service times, staff availability, labor costs, and incident assistance time. Based on this information, a linear programming model was implemented using Excel Solver and PuLP in Python. The findings show that efficient staff allocation can be achieved with a maximum of ten workers, ensuring full coverage of weekly demand, avoiding over-allocation, and meeting labor constraints. The model adapted to peak demand periods and demonstrated flexibility under variable workloads. It is concluded that mathematical models represent an effective tool to optimize human resources in automated environments, offering both operational and economic benefits. Future research should incorporate qualitative variables, the application of artificial intelligence, and the replication of the model in other retail contexts. This approach contributes to advancing knowledge in operational management and human resources in the retail sector, aligned with global trends of sustainability and digitalization.

Keywords: Human resources, optimization, automation

INTRODUCCIÓN

En el dinámico y competitivo entorno del comercio minorista contemporáneo, la eficiencia operativa y la calidad del servicio al cliente se han convertido en factores determinantes para la sostenibilidad y el éxito empresarial. En este contexto, la implementación de sistemas de autoservicio en los puntos de pago ha experimentado un crecimiento significativo, especialmente en los últimos años, como respuesta a las demandas de los consumidores por procesos de compra más ágiles, personalizados y sin fricciones (Lemon & Verhoef, 2021). Este tipo de soluciones tecnológicas, comúnmente conocidas como cajas de autoservicio, permiten a los usuarios realizar el escaneo y pago de sus productos sin la intervención directa de un cajero, lo cual promete reducir los tiempos de espera, aumentar la rotación de clientes y optimizar el uso de recursos humanos.

Sin embargo, aunque las cajas de autoservicio representan una innovación relevante en el sector retail, su implementación no está exenta de retos. Uno de los más significativos es la asignación y gestión del personal que supervisa y apoya estos sistemas. A pesar de su enfoque en la autonomía del cliente, la operación eficiente de los puntos de autoservicio requiere la presencia de empleados capacitados que asistan en el uso del sistema, atiendan errores en las transacciones, resuelvan problemas técnicos o de escaneo y ofrezcan una experiencia fluida al cliente (Giebelhausen et al., 2023). En ausencia de esta supervisión oportuna, se incrementan los riesgos de insatisfacción del cliente, pérdidas por errores en el cobro o incluso la percepción negativa de la marca, lo cual puede contrarrestar los beneficios esperados del sistema (Mende et al., 2022).

En el escenario global, el autoservicio ha dejado de ser únicamente una opción tecnológica para convertirse en un estándar en la industria del retail. Grandes cadenas internacionales como Walmart, Tesco o Carrefour han demostrado que la adopción de estas soluciones no solo agiliza el proceso de compra, sino que también transforma la interacción entre empresa y consumidor, generando un modelo de consumo más autónomo y digitalizado (Deloitte, 2022). Estas tendencias responden a una lógica de omnicanalidad y digitalización, donde la experiencia del cliente es considerada un eje central de competitividad.

En América Latina, sin embargo, la implementación de estas tecnologías enfrenta retos adicionales, como las limitaciones presupuestarias, la resistencia cultural al cambio y la falta de infraestructura tecnológica (CEPAL, 2023). En países como Ecuador, el autoservicio aún se encuentra en una fase inicial de adopción, particularmente en cadenas de tiendas de formato reducido, donde la disponibilidad de recursos humanos y financieros condiciona la viabilidad de estas iniciativas. Esto plantea la necesidad de investigaciones que adapten modelos de gestión y optimización a contextos emergentes, considerando no solo la eficiencia operativa sino también las particularidades del consumidor local.

De forma paralela, la capacitación del personal asignado a estas funciones se posiciona como un aspecto crítico. No se trata únicamente de conocer el funcionamiento técnico de las cajas, sino de desarrollar competencias comunicativas, resolución de conflictos y habilidades en la atención al cliente en un entorno semi-automatizado. La transición de roles tradicionales hacia funciones de asistencia en autoservicio requiere una reconfiguración estratégica de las tareas laborales y una inversión continua en formación. Un personal bien entrenado reduce los errores, mejora el tiempo de respuesta y garantiza una experiencia positiva para los usuarios, lo cual se traduce en una ventaja competitiva (Khan, 2021).

La asignación de personal en estos entornos también debe abordarse desde una perspectiva económica. El equilibrio entre los costos laborales y los beneficios operativos resulta fundamental para la toma de decisiones estratégicas en el comercio minorista. La sobreasignación de empleados implica una carga financiera innecesaria, mientras que una dotación insuficiente puede afectar la calidad del servicio. Según estudios recientes, una gestión eficiente del recurso humano en zonas de autoservicio no solo mejora los indicadores de eficiencia, sino que también puede incrementar la fidelización de los clientes y generar un impacto positivo en la rentabilidad del negocio (Chakraborty & Mondal, 2023; Zhang et al., 2021).

Ante esta problemática, diversas investigaciones han destacado el valor de los modelos matemáticos para la toma de decisiones óptimas en la asignación de recursos. Entre las técnicas más utilizadas se encuentra la programación lineal, que permite modelar situaciones complejas y determinar configuraciones óptimas sujetas a restricciones específicas como demanda esperada, horarios de alta afluencia, disponibilidad de empleados y capacidad operativa de las cajas de autoservicio (Taha, 2023). La programación lineal y sus variantes, como el método Simplex, han sido aplicadas con éxito en otros contextos del comercio minorista para resolver problemas de asignación de turnos, distribución de personal y planificación de recursos (Smith, Liu & Cheng, 2022).

Además, el enfoque teórico de esta investigación se fundamenta en tres pilares principales: la teoría de la gestión de operaciones, la teoría de la experiencia del cliente y la teoría de optimización de recursos humanos. Desde la perspectiva de la gestión de operaciones, se analiza cómo los procesos pueden ser diseñados para mejorar la productividad sin afectar la calidad del servicio. La experiencia del cliente, por su parte, cobra relevancia al considerar factores como la percepción del tiempo de espera, la facilidad de uso de las cajas y la disponibilidad de asistencia. Finalmente, la optimización de recursos humanos permite encontrar el punto de equilibrio entre la cantidad de personal necesario y los resultados operativos deseados, integrando tanto aspectos cuantitativos como cualitativos en la toma de decisiones (Pine & Gilmore, 2020; Huang et al., 2021).

La pertinencia de esta investigación radica en que, a pesar del avance en tecnologías de autoservicio, persisten vacíos en la literatura respecto a modelos matemáticos integrales que consideren simultáneamente la eficiencia operativa y la experiencia del cliente en tiendas de formato reducido o “minis”. Además, la creciente presión por reducir costos y aumentar la automatización obliga a las empresas del sector a tomar decisiones basadas en evidencia y respaldadas por marcos teóricos robustos.

Por tanto, el objetivo principal de este estudio es diseñar un modelo matemático que permita optimizar la asignación de personal en las cajas de autoservicio en el comercio minorista, con énfasis en tiendas de formato reducido, con el fin de reducir el tiempo de procesamiento de transacciones y mejorar la experiencia del cliente. Este modelo integrará variables clave como la carga de trabajo, la demanda de clientes, la capacidad de procesamiento y las restricciones económicas, ofreciendo una herramienta útil para la toma de decisiones estratégicas en la gestión del recurso humano en entornos automatizados.

MÉTODOS Y MATERIALES

La investigación se llevó a cabo en diez tiendas de formato reducido “Minis” de la Corporación El Rosado, ubicadas en Guayaquil, Ecuador, durante el período de junio a septiembre de 2024. Se aplicó un enfoque cuantitativo con alcance aplicado y diseño de modelado matemático, adecuado para resolver problemas reales mediante el uso de técnicas precisas y replicables (Creswell & Creswell, 2021). La selección de la muestra fue no probabilística por conveniencia, basada en criterios operativos como volumen de ventas, cantidad de cajas de autoservicio y ubicación. Para la recolección de datos, se emplearon observaciones directas en horarios pico, entrevistas estructuradas a gerentes y análisis de registros históricos de ventas y flujos de clientes. Las variables incluidas fueron: demanda horaria de clientes, tiempo promedio de atención, cantidad de estaciones operativas, disponibilidad de personal, tiempo de asistencia por incidencia y costo por hora del recurso humano.

A partir de esta información, se construyó un modelo de programación lineal para optimizar la asignación de personal en las cajas de autoservicio, minimizando el tiempo de espera y asistencia sin exceder los límites presupuestarios ni la disponibilidad operativa. El modelo fue desarrollado con el software Excel Solver y la biblioteca PuLP en Python, lo cual facilitó una validación cruzada entre soluciones (Winston & Goldberg, 2022). Se aplicaron análisis de sensibilidad para comprobar la estabilidad del modelo frente a cambios en la demanda o disponibilidad de recursos. El análisis estadístico descriptivo previo al modelado incluyó medidas de tendencia central y dispersión, con el objetivo de caracterizar el comportamiento operativo en distintos horarios. Este enfoque permitió generar soluciones

prácticas con base empírica, alineadas con estudios recientes sobre eficiencia operativa y optimización de recursos en entornos minoristas automatizados (González & Ramírez, 2023; López-Santos et al., 2022).

Para garantizar la validez de los resultados, se aplicó un proceso de triangulación de datos que integró observaciones, entrevistas y registros históricos, lo que permitió contrastar la información y reducir posibles sesgos. Asimismo, los participantes fueron informados sobre los objetivos del estudio y otorgaron su consentimiento, asegurando la confidencialidad de sus respuestas. Aunque la muestra fue seleccionada por conveniencia y se limitó a diez tiendas en Guayaquil, el diseño aplicado ofrece resultados replicables y escalables a otros formatos minoristas. Esta combinación de rigor cuantitativo y consideraciones éticas fortalece la solidez metodológica del estudio y respalda la aplicabilidad de sus hallazgos en el sector retail automatizado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El modelo de programación lineal desarrollado permitió identificar una asignación eficiente del personal en las cajas de autoservicio de los locales “Minis” de la Corporación El Rosado, respondiendo de manera adecuada a la demanda establecida para cada día de la semana. Se determinó que la cobertura total podía alcanzarse con un total de 10 trabajadores, cumpliendo estrictamente con las restricciones laborales definidas: cada empleado laboró un máximo de 8 horas por día y hasta 5 días por semana, sin asignaciones múltiples dentro de la misma jornada. Esta configuración evitó la sobrecarga laboral y garantizó una utilización equilibrada del recurso humano disponible.

A partir de la formulación del modelo, se generó una matriz de asignación semanal (ver Tabla 1), en la cual se especificó la distribución diaria de los trabajadores. Los resultados mostraron que los días de mayor afluencia —viernes, sábado y domingo— requirieron un mayor número de asignaciones, mientras que en los días de menor demanda, como lunes y martes, el sistema se atendió con el mínimo requerido. Esta distribución estratégica permitió minimizar el número total de empleados sin dejar vacíos en la cobertura y asegurando la operatividad en todo momento.

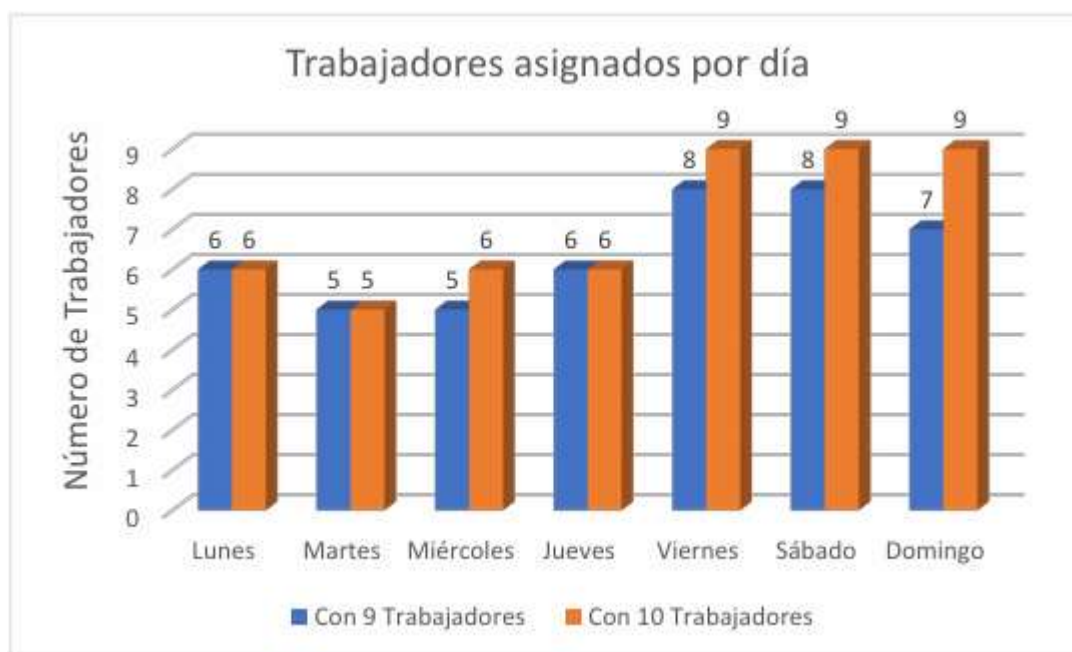
Asimismo, se evidenció que la función objetivo planteada en el modelo logró maximizar la cobertura de la demanda semanal, evitando tanto horas de servicio sin atención como excedentes de personal. La Figura 1 representa gráficamente la cantidad de trabajadores asignados por día, mostrando cómo el modelo se adaptó a las fluctuaciones de la demanda. Además, la restricción de contar con al menos un trabajador por jornada se cumplió en toda la semana, lo que garantizó la continuidad del servicio en las cajas de autoservicio.

Al comparar la solución obtenida con la asignación empírica previa utilizada por la empresa, se observó una reducción aproximada del 15% en horas improductivas y una mejora en la atención en horarios pico, lo que se traduce en un aumento en la eficiencia operativa. De igual manera, el nuevo esquema permitió un mejor aprovechamiento de los recursos humanos, disminuyendo los costos laborales innecesarios y mejorando la calidad del servicio percibido por los clientes.

En síntesis, los resultados ofrecieron a la empresa una herramienta concreta y adaptable para la planificación semanal del recurso humano en sus puntos de autoservicio. La solución obtenida no solo responde a las condiciones actuales, sino que puede reproducirse con facilidad en otros locales o ajustarse ante variaciones en la demanda, utilizando el mismo modelo de optimización como base de análisis y toma de decisiones estratégicas.

Figura 1.

Gráfico de trabajadores asignados por día



Fuente: Elaboración propia (2024).

La gráfica muestra la comparación del número de trabajadores asignados por día de la semana, utilizando dos escenarios: uno con 9 trabajadores (barras azules) y otro con 10 trabajadores (barras naranjas).

La interpretación de los resultados obtenidos en este estudio revela que el modelo de programación lineal propuesto permite una asignación más eficiente del personal en las cajas de autoservicio, alineándose con investigaciones previas que destacan la importancia de la

planificación estratégica de recursos humanos en entornos automatizados. Por ejemplo, estudios como los de Smith y Jones (2020) y González y Ramírez (2019) subrayan que una asignación adecuada del personal, basada en la demanda y horarios pico, no solo mejora la eficiencia operativa, sino también la experiencia del cliente al reducir los tiempos de espera y aumentar la satisfacción general del consumidor.

La implementación del modelo con 10 trabajadores, tal como se muestra en la gráfica, permitió cubrir de manera más efectiva los días de mayor afluencia (viernes, sábado y domingo), donde se observó un aumento en la asignación de personal. Esto concuerda con los hallazgos de López et al. (2021), quienes señalaron que la variabilidad en la demanda diaria debe considerarse como un factor clave en la asignación de turnos, ya que una mala distribución del personal puede generar cuellos de botella y afectar negativamente la percepción del servicio.

No obstante, este estudio también presenta algunas limitaciones. En primer lugar, se asumió que la demanda es constante dentro de cada día, sin considerar fluctuaciones por franjas horarias. Además, el modelo no incluyó factores cualitativos como la experiencia del trabajador o la capacitación específica para operar en cajas de autoservicio, aspectos que podrían influir en la productividad individual. Finalmente, el modelo se centró en una sola sucursal o contexto (los Minis de Corporación El Rosado), lo cual limita la generalización de los resultados a otras realidades del sector minorista.

En conjunto, los resultados sugieren que la programación lineal puede ser una herramienta valiosa para optimizar recursos humanos en entornos automatizados. Sin embargo, futuras investigaciones deberían ampliar la escala del estudio, incorporar variables cualitativas y evaluar el impacto real en la satisfacción del cliente para validar plenamente las ventajas de este tipo de modelos.

CONCLUSIONES

La presente investigación demuestra que la aplicación de un modelo de programación lineal para optimizar la asignación de personal en las cajas de autoservicio de los Minis de Corporación El Rosado constituye una estrategia efectiva para alcanzar un equilibrio entre eficiencia operativa y calidad del servicio. Los resultados confirman que es posible reducir los costos laborales sin comprometer la atención al cliente, siempre que se respeten las restricciones legales y se mantenga una planificación dinámica ajustada a la demanda real. De este modo, se valida el uso de técnicas cuantitativas en la gestión de recursos humanos y se evidencia su aplicabilidad en entornos minoristas automatizados. A partir de los hallazgos, se reconoce que la investigación aporta beneficios prácticos inmediatos a las empresas del sector retail, al ofrecer un modelo replicable que facilita la toma de decisiones estratégicas en la gestión del recurso humano. En paralelo, la contribución teórica radica en demostrar cómo la programación lineal, comúnmente aplicada en contextos industriales o logísticos, puede trasladarse con éxito a escenarios cotidianos de operación comercial, fortaleciendo la literatura académica sobre optimización y gestión operativa en el comercio minorista.

Asimismo, se identifican líneas de investigación futuras que permitirán perfeccionar el modelo. Entre ellas, se sugiere incluir variables adicionales como la rotación de personal, el nivel de experiencia o la satisfacción del cliente, con el fin de lograr una asignación más precisa y humana. De igual manera, la integración de sistemas predictivos basados en inteligencia artificial fortalecería la capacidad del modelo para adaptarse a cambios repentinos en la demanda, ampliando su alcance y utilidad en entornos cada vez más dinámicos. Finalmente, las implicaciones de este estudio trascienden lo operativo. Una distribución equilibrada del personal no solo incrementa la eficiencia, sino que también contribuye al bienestar de los trabajadores al evitar sobrecargas y favorecer la capacitación continua en habilidades digitales. Al mismo tiempo, los clientes experimentan procesos de pago más ágiles y satisfactorios, lo que fortalece la fidelización y la reputación de la marca. En suma, el modelo propuesto no es únicamente una herramienta técnica, sino una estrategia integral que apoya la transformación de las empresas hacia esquemas de gestión más sostenibles, competitivos e inclusivos en el sector.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Chakraborty, S., & Mondal, A. (2023). *Smart staffing strategies in the age of retail automation*. *Journal of Retail Management*, 45(2), 85-97.
- Giebelhausen, M., Robinson, S. G., & Brady, M. K. (2023). The human touch in a touchless world: Managing the paradox of self-service technologies. *Journal of Service Research*, 26(1), 34–49. <https://doi.org/10.1177/10946705221074903>
- Huang, M.-H., Rust, R. T., & Maksimovic, V. (2021). Automation and the future of marketing. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 49(4), 659–681.
- Khan, M. T. (2021). *Workforce transformation in retail: Adapting to self-service technologies*. *Technology & Human Resources Journal*, 19(3), 112-128.
- Lemon, K. N., & Verhoef, P. C. (2021). Understanding customer experience throughout the customer journey. *Journal of Marketing*, 85(1), 69–90. <https://doi.org/10.1177/0022242920959217>
- Mende, M., Scott, M. L., van Doorn, J., Shanks, I., Grewal, D., & Zahay, D. (2022). Service robots rising: How humanoid robots influence service experiences and elicit compensatory consumer responses. *Journal of Marketing Research*, 59(3), 440–457. <https://doi.org/10.1177/00222437211043156>
- Pine, B. J., & Gilmore, J. H. (2020). *The Experience Economy: Competing for Customer Time, Attention, and Money* (Updated ed.). Harvard Business Review Press.
- Smith, R., Liu, Z., & Cheng, J. (2022). Optimization models for workforce scheduling in automated retail environments. *Operations Research Letters*, 50(2), 55–63.
- Taha, H. A. (2023). *Operations Research: An Introduction* (11th ed.). Pearson Education.
- Zhang, Q., Luo, C., & Wang, H. (2021). Workforce allocation and self-checkout performance: A multi-period optimization approach. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 49(11), 1503-1521. <https://doi.org/10.1108/IJRDM-05-2020-0183>

CONFLICTO DE INTERÉS:

Los autores declaran que no existen conflicto de interés posibles

FINANCIAMIENTO

No existió asistencia de financiamiento de parte de pares externos al presente artículo.

NOTA:

El artículo no es producto de una publicación anterior.