UNIVERSIDAD NACIONAL

JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

Facultad de Ingeniería Industrial, Sistemas e Informática

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Sistemas

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN OPERATIVA

“Aplicación de las técnicas de modelamiento con la programación lineal para maximizar la rentabilidad de la pollería Piko’s Grill”

Estudiantes:

Chávez Cruz, Celio Edu

Gálvez Cortez, Rosa Fabiola

Nicasio Marcelo, Martin Ronaldo

Oblitas Gavidia, Jhon Anthony

Rojas Retuerto, Miguel Aimar

Docente: Ing. BRUNO ROMERO, Carlos Alberto

Huacho-Perú

2024

DEDICATORIA

A nuestros padres por su apoyo incondicional, y a nuestro docente por guiarnos en este aprendizaje.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

Hace cinco años, Piko's Grill abrió sus puertas en Fujimori S/N, marcando un hito en la escena local de comida rápida. Desde entonces, ha mantenido un flujo constante de clientes atraídos por su famoso pollo a la brasa y otros platillos distintivos. Su menú incluye siete productos que han sido bien recibidos por los clientes:

- Pollo a la brasa entero
- 1/2 Pollo a la brasa
- 1/4 Pollo a la brasa
- 1/8 Pollo a la brasa
- Mostrito
- Chaufa

La administración de Piko's Grill se enfrenta ahora a un desafío estratégico crucial: determinar qué platillos destacar en el próximo mes para atraer a una clientela diversa y maximizar los ingresos. La elección de los platos y la estrategia de precios son dos variables clave en este desafío.

La selección de los platos debe ser estratégica, considerando las preferencias históricas de los clientes, las tendencias de ventas en diferentes días de la semana y la capacidad del negocio para mantener una calidad constante. Por otro lado, la estrategia de precios debe ser equilibrada para atraer tanto a aquellos que buscan una experiencia de alta calidad como a quienes prefieren opciones más accesibles.

El desafío específico radica en determinar la cantidad óptima de los tres platillos más vendidos (1/4 de pollo a la brasa, mostrito y chaufa) para ofrecer durante el mes de julio. La demanda y las preferencias de los clientes pueden variar en este mes festivo, por lo que es esencial elegir estratégicamente los productos que estarán en el menú y la cantidad de cada plato para maximizar los ingresos, considerando la disponibilidad para su preparación y entrega.

En este contexto, abordaremos la formulación del problema mediante la programación lineal. El objetivo principal es maximizar los ingresos de Piko's Grill sin comprometer la calidad de los productos, y considerando restricciones como la disponibilidad y los gustos de la clientela. La programación lineal nos permitirá encontrar la combinación óptima de platos para ofrecer, asegurando que Piko's Grill mantenga su reputación de calidad y satisfaga las demandas de sus clientes durante el mes de julio.

Platos	Precio
¼ de pollo a la brasa	S/15
Chaufa	S/18
Mostrito	S/13

1.2. Formulación del problema.

Definición de Variables:

- **Pollos a la brasa:** ¼ de pollo a la brasa
- **Platos adicionales:** Mostrito, chaufa

Variables:

- X1: Cantidad de unidades del tipo "1/4 de pollo a la brasa" a elaborar y vender.
- X2: Cantidad de unidades del tipo "chaufa" a elaborar y vender.
- X3: Cantidad de unidades del tipo "mostrito" a elaborar y vender.

Tabla Resumen:

Producto	X1 : 1/4 de pollo a la brasa	X2 : chaufa	X3 : mostrito	Recursos Disponibles (bi)
Pollo (g)	275	120	187	17000
Papas (g)	150	0	75	7000
Arroz (g)	0	175	100	7500
Huevo (g)	0	140	45	5000
Condimentos (g)	60	75	55	5000
Ganancias (S/)	15	18	13	

Restricciones:

a. Recurso de pollo: La cantidad de pollo diario requerida debe estar dentro del límite de 17 kg/día disponibles para elaborar los platillos. Se define:

$$275x_1 + 120x_2 + 187x_3 \leq 17000\left(\frac{g}{día}\right)$$

b. Recurso de papas: La cantidad de papas diario requerida debe estar dentro del límite de 7 kg/día disponibles para elaborar los platillos. Se define:

$$150x_1 + 0x_2 + 75x_3 \leq 7000\left(\frac{g}{día}\right)$$

c. Recurso de arroz: La cantidad de arroz diario requerida debe estar dentro del límite de 7.5 kg/día disponibles para elaborar los platillos. Se define:

$$0x_1 + 175x_2 + 100x_3 \leq 7500\left(\frac{g}{día}\right)$$

d. Recurso de huevo: La cantidad de huevo diario requerida debe estar dentro del límite de 5 kg/día disponibles para elaborar los platillos. Se define:

$$0x_1 + 140x_2 + 45x_3 \leq 5000\left(\frac{g}{día}\right)$$

e. Recurso de condimentos: La cantidad de condimentos diario requerida debe estar fomrdentro del límite de 5 kg/día disponibles para elaborar los platillos. Se define:

$$60x_1 + 75x_2 + 55x_3 \leq 5000\left(\frac{g}{día}\right)$$

f. Capacidad de producción: La capacidad máxima de producción diario está limitada a 500 unidades de platillos. Se define:

$$x1 + x2 + x3 \leq 500\left(\frac{unidades}{día}\right)$$

Formulación del Problema General:

Maximizar:

$$Z = 15x_1 + 18x_2 + 13x_3$$

Sujeto a:

- $275x_1 + 120x_2 + 187x_3 \leq 17000\ \left(pollo\ \frac{g}{día}\right)$

- $150x_1 + 0x_2 + 75x_3 \leq 7000\ \left(papas\ \frac{g}{día}\right)$

- $0x_1 + 175x_2 + 100x_3 \leq 7500\ \left(arroz\ \frac{g}{día}\right)$
- $0x_1 + 140x_2 + 45x_3 \leq 5000\ \left(huevo\ \frac{g}{día}\right)$

- $$60x_1 + 75x_2 + 55x_3 \leq 5000 \left(con\dim e\,ntos\ \frac{g}{día} \right)$$
- $x_1 + x_2 + x_3 \leq 500 \left(\frac{unidades}{día} \right)$
- $x_1 \geq 60$
- $x_2 \geq 100$
- $x_3 \geq 100$

Donde:

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0 (no\ negatividad)$$

1.1.3. Problema general:

¿Cómo determinar la cantidad óptima de platillos a elaborar y vender en diferentes días de la semana en Piko's Grill con la finalidad de maximizar las ganancias diarias considerando las restricciones de recursos disponibles?

1.1.4. Problemas específicos:

- ¿Cómo identificar las restricciones de recursos de pollo, papas, arroz, huevo y condimentos por día?
- ¿Cómo formular un modelo de programación lineal que represente el problema y las restricciones para obtener la cantidad óptima de platillos a elaborar y vender por día?
- ¿Cómo resolver el modelo de programación lineal que represente el problema y las restricciones para obtener la cantidad óptima de platillos a elaborar y vender por día?

- ¿Cómo evaluar el impacto de diferentes escenarios para obtener la cantidad óptima de platillos a elaborar y vender por día, considerando las restricciones de recursos disponibles?
- ¿Cómo proponer recomendaciones para maximizar las ganancias y optimizar la cantidad de platillos a elaborar y vender por día de Piko's Grill considerando las restricciones de recursos disponibles?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo General

Maximizar la rentabilidad de la pollería "Piko’s Grill" del siguiente mes, optimizando la selección de tres platos específicos a ofrecer y los precios correspondientes, considerando restricciones de disponibilidad, calidad de los platos y expectativas de demanda. Con el propósito de controlar los recursos y maximizar las ganancias del mes y los meses que vienen.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar la cantidad diaria disponible de pollo, papas, arroz, huevo y condimentos necesarios para la preparación de los platillos.
- Desarrollar un modelo de programación lineal que represente el problema de optimización y las restricciones diarias de recursos.
- Aplicar métodos de solución de programación lineal para obtener la cantidad óptima de cada platillo a elaborar y vender diariamente.
- Analizar el impacto de diversos escenarios en la cantidad óptima de platillos, ajustando las restricciones de recursos y demandas para cada día.

- Ofrecer sugerencias basadas en los resultados del modelo para maximizar las ganancias diarias y optimizar la cantidad de platillos elaborados y vendidos en Piko's Grill, asegurando la eficiencia en el uso de recursos disponibles.

1.4. Justificación de la investigación

Esta investigación se centra en maximizar las ganancias diarias de Piko's Grill mediante la implementación de un modelo de programación lineal, abordando de manera eficiente la gestión de los recursos y la optimización de la producción.

1.4.1. Justificación Teórica

En el ámbito teórico, este estudio contribuirá al cuerpo de conocimiento sobre la optimización en la industria de la restauración. Proporcionará un marco de referencia para futuras investigaciones que busquen aplicar técnicas de programación lineal en la toma de decisiones estratégicas para restaurantes. La investigación demostrará cómo la teoría de la programación lineal puede ser adaptada y aplicada específicamente a la operación de Piko's Grill.

1.4.2. Justificación Práctica

La industria de la restauración es altamente dinámica y competitiva, requiriendo decisiones precisas para optimizar recursos y maximizar utilidades. Para Piko's Grill, un modelo de programación lineal permitirá determinar las cantidades óptimas de los platillos más demandados (¼ de pollo a la brasa, chaufa y mostrito) a elaborar y vender, mejorando la eficiencia operativa y aumentando las ganancias diarias. Este enfoque práctico busca transformar datos en decisiones que fortalezcan la posición competitiva de Piko's Grill en el mercado.

1.4.3. Justificación Metodológica

La investigación se fundamentará en datos reales obtenidos de Piko's Grill, incluyendo información sobre costos de ingredientes, precios de venta, y capacidades de producción. La metodología empleará la programación lineal para modelar y resolver el problema de optimización, permitiendo la identificación de las mejores estrategias para maximizar las ganancias bajo las restricciones de recursos disponibles. Esto no solo validará el modelo, sino que también ofrecerá una guía práctica para la implementación de soluciones optimizadas en el restaurante.

1.5. Delimitación de la investigación

1.5.1. Delimitación espacial.

La investigación se llevará a cabo específicamente en la pollería Piko´s Grill, situado en el Asentamiento humano Los pinos Ex-Fujimori S/N, Huacho. El alcance geográfico está limitado a esta ubicación física y no se extiende a otros restaurantes similares en distintos lugares.

1.5.2. Delimitación temporal.

La investigación se desarrollará durante un determinado período de tiempo, el cual se establecerá según la función de los recursos disponibles y la viabilidad operativa. El análisis se centrará en la optimización de la cantidad de platillos a elaborar y vender de la pollería Piko´s Grill durante el determinado período definido que es ciclo 2024-I, 6 meses.

1.6. Viabilidad de la investigación

1.6.1. Viabilidad Técnica

La viabilidad técnica de esta investigación es alta, se dispone de acceso a la información necesaria de la pollería Piko´s Grill, como datos financieros, menú, costos de ingredientes, precios de venta y capacidad del restaurante. Además, la metodología propuesta, que implica la aplicación de un modelo de programación lineal, es una técnica bien establecida en la investigación operativa y es técnicamente factible de implementar.

1.6.2. Viabilidad Operativa

La viabilidad operativa también es favorable. La pollería Piko´s Grill ha mostrado interés en la investigación y está dispuesto a colaborar proporcionando datos e información relevante. La investigación no requiere la interrupción de las operaciones regulares del restaurante, ya que se basa en el análisis de datos existentes y en la formulación de recomendaciones, además, el equipo de investigación tiene la capacidad y la experiencia necesaria para llevar a cabo el estudio y resolver el problema planteado.

1.7. Alcance

El alcance de esta investigación se limita a la optimización de los insumos y recursos en la pollería Piko's Grill en Huacho, Perú, con el objetivo de maximizar las ganancias diarias:

1. Identificar las restricciones de recursos, incluyendo recurso de pollo, papa, arroz, huevo y condimentos.
2. Formular un modelo de programación lineal que represente el problema y las restricciones.
3. Resolver el modelo de programación lineal para determinar la cantidad óptima de platillos a elaborar y vender por día, considerando las restricciones de recursos disponibles.

4. Evaluar el impacto de diferentes escenarios en la cantidad de platillos a elaborar y vender.
5. Proponer recomendaciones para maximizar las ganancias y optimizar la gestión de platillos a elaborar y vender.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

1.2. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

- Jorge A. Mata Vélez (1999), con su tesis titulada "DESARROLLO DE UN MODELO MATEMÁTICO PARA LA MAXIMIZACIÓN DE UTILIDADES DE UN RESTAURANTE DE LA INDUSTRIA DE COMIDAS RÁPIDAS", presentada en la universidad EPSOL en Guayaquil, Ecuador; en el cual concluye en lo siguiente: Se busca modelar matemáticamente la operación de un restaurante de servicio rápido, específicamente inspirado en la cadena McDonald's, con el propósito de maximizar sus utilidades. La investigación se centra en la Programación Lineal como herramienta de la Investigación de Operaciones. Se presenta un modelo matemático que forma parte de una familia de objetivos para maximizar la utilidad de sistemas de servicio. Este modelo tiene como objetivo determinar la cantidad óptima de recursos a utilizar en el restaurante, permitiendo así maximizar su utilidad. La Programación Lineal se emplea para modelar y encontrar la solución óptima a este problema.
- Sánchez, C., Jijon, K. (2013) en su investigación titulada "Estudio de tiempos y movimientos para mejoramiento de los procesos de producción de la empresa Calzado Gabriel" se enfocó en analizar y mejorar los procesos de producción de la empresa, la problemática identificada incluía métodos de trabajo no óptimos, largas distancias recorridas por el material entre estaciones de trabajo y la falta de cumplimiento de principios ergonómicos necesarios para los trabajadores, los objetivos del proyecto se centraron en la determinación de tiempos y movimientos para el mejoramiento de los procesos de producción, respaldados por la hipótesis de

que el estudio de tiempos y movimientos influye en la optimización de los procesos de producción de zapatos en la empresa Calzado Gabriel.

- Soto, J. (2018) en su investigación titulada "Análisis comparativo entre dos modelos de control de operación en la ruta troncal tres del sistema integrado de transporte "Megabus", en la ciudad de Pereira- Colombia, por medio de simulación basada en agentes" abordó el problema del apelotonamiento de buses (Bus Bunching) en el transporte público de la ciudad de Pereira, Colombia, el estudio comparó dos modelos de control de operación mediante simulación basada en agentes. En el primer modelo, se aplicó una estrategia de retención de buses en las estaciones (holding) con el objetivo de mantener intervalos regulares entre los buses, calculados según una estimación de la separación entre buses consecutivos, en el segundo modelo, se implementaron acciones correctivas que variaban la velocidad de los buses, dependiendo de si estaban atrasados o adelantados en la ejecución de su recorrido, haciendo referencia a una tabla horaria preestablecida. Los resultados de los modelos fueron evaluados a través de varios indicadores, como el tiempo total de apelotonamiento, el tiempo de espera total de los pasajeros, la capacidad disponible de los buses al llegar a una estación y el tiempo de ciclo o recorrido.

2.1.2 Antecedentes nacionales

- Collantes Lluncor, Jose Enrique y Liza Ñiquen, Ericka Lizbeth (2020), con su tesis titulada "APLICACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN LINEAL PARA MAXIMIZAR LA UTILIDAD DE UNA EMPRESA MOLINERA LAMBAYECANA, 2020", presentada en la universidad SEÑOR DE SIPÁN en Pimentel, Perú; en la cual concluye: Esta investigación se propuso aplicar un modelo de programación lineal para maximizar la utilidad de una empresa molinera en

Lambayeque. Se utilizó análisis documentario y entrevistas con el jefe de producción para comprender la situación actual y planificación de producción. A través del diagrama de Ishikawa y Pareto se identificaron las causas de problemas críticos y las fuentes de ingresos más significativas. El modelo de programación lineal, compuesto por 440 variables y 720 restricciones, se desarrolló con Open Solver de Excel. La propuesta resultó en un aumento significativo del 5.63% en la utilidad bruta. El análisis económico arrojó un indicador beneficio/costo de 1.5089, demostrando la rentabilidad de la propuesta para el molino Lambayecano.

- Cuya (2022) en su investigación titulada "Diseño de un modelo de asignación óptima de unidades tecnológicas usando programación lineal entera en la empresa Atento Perú" identifica la situación actual de la empresa, que enfrenta el desafío de asignar unidades tecnológicas a cada servicio que externaliza procesos, en el diagnóstico de la metodología actual de despacho, se observa el uso del método FIFO (First in, first out). La propuesta de la investigación consiste en diseñar un modelo matemático de asignación utilizando programación lineal entera con el objetivo de optimizar la utilidad generada por cada asignación.

- Pizarro (2021) en su investigación titulada "Maximización de la utilidad operativa en el transporte de materiales peligrosos sólidos mediante la programación lineal entera" propone una solución al problema de desviación de utilidad percibida en el transporte de materiales peligrosos sólidos en semi-trailers encapsulados. Además, busca presentar los conocimientos adquiridos a lo largo de la formación profesional del autor, justificando su capacidad para ejecutar y presentar soluciones ante problemas que afectan a diversas organizaciones. La incertidumbre en la distribución de semi-trailers encapsulados plantea un desafío para las empresas de transporte, ya que determinar el número óptimo de distribución es crucial para obtener la máxima utilidad operativa en el servicio.

1.3. Bases Teóricas

1. Modelo Matemático:

Un modelo matemático es una representación estructurada y abstracta de un sistema real mediante conceptos y relaciones matemáticas. Utilizado en campos como la física, la ingeniería y la economía, busca capturar las características esenciales de un fenómeno, expresándose en ecuaciones. Este proceso implica identificar variables, parámetros y relaciones relevantes. Aunque implica simplificaciones, un buen modelo captura tendencias clave. Estas herramientas poderosas permiten simular situaciones, realizar predicciones y optimizar decisiones en sistemas complejos.

2. ¿Para qué sirve un Modelo Matemático?

Un Modelo Matemático sirve para proporcionar una representación abstracta y estructurada de un sistema o fenómeno del mundo real mediante el uso de conceptos y relaciones matemáticas. Su utilidad abarca diversos propósitos, entre los cuales se incluyen:

Comprender el Sistema: Los modelos matemáticos ayudan a comprender la estructura y dinámica de sistemas complejos al identificar variables clave y sus interrelaciones.

Predicción y Simulación: Permiten realizar predicciones sobre el comportamiento futuro del sistema bajo diferentes condiciones. Además, posibilitan la simulación de situaciones para evaluar posibles escenarios.

Optimización: Facilitan la optimización de decisiones al encontrar valores óptimos de variables que maximizan o minimizan ciertos objetivos, contribuyendo a la toma de decisiones informada.

Análisis Cualitativo: Ayudan en el análisis cualitativo al identificar patrones, tendencias y comportamientos característicos del sistema.

Diseño de Experimentos: Facilitan el diseño de experimentos al permitir la evaluación teórica de diferentes condiciones antes de llevar a cabo pruebas en el mundo real.

Ahorro de Recursos: Al permitir la exploración virtual de diversas configuraciones, los modelos matemáticos pueden ayudar a reducir costos y minimizar el uso de recursos al evitar ensayos y errores innecesarios.

Evaluación de Políticas: En contextos sociales o económicos, los modelos matemáticos pueden evaluar el impacto de diferentes políticas o estrategias antes de su implementación.

Investigación y Desarrollo: Son fundamentales en la investigación y desarrollo al proporcionar una herramienta analítica para explorar y comprender fenómenos complejos.

En pocas palabras, los modelos matemáticos son herramientas versátiles que contribuyen significativamente a la comprensión, predicción y toma de decisiones en una variedad de campos, mejorando la eficiencia y eficacia en la gestión y resolución de problemas.

3. Elementos Básicos para el Modelo Matemático

Los modelos matemáticos pueden variar en cuanto a su complejidad, pero todos ellos tienen un conjunto de características básicas:

- **Variables:** Son los conceptos u objetos que se busca entender o analizar.

- **Parámetros:** Se trata de valores conocidos o controlables del modelo.
- **Restricciones:** Son determinados límites que nos indican que los resultados del análisis son razonables.
- **Relaciones entre las variables:** El modelo establece una determinada relación entre las variables apoyándose en teorías económicas, físicas, químicas, etc.
- **Representaciones simplificadas:** Una de las características esenciales de un modelo matemático es la representación de las relaciones entre las variables estudiadas a través de elementos de las matemáticas tales como: funciones, ecuaciones, fórmulas, etc.

4. ¿Qué significa realizar un Modelado Matemático?

Realizar un modelado matemático implica traducir un problema del mundo real a ecuaciones matemáticas, simplificando y abstrayendo para capturar lo esencial. Incluye la formulación de relaciones cuantitativas entre variables y parámetros, la validación del modelo mediante comparación con datos reales, y la interpretación de resultados para tomar decisiones informadas. Este proceso es crucial en diversas disciplinas, ya que proporciona una herramienta sistemática para entender, analizar y resolver problemas complejos de manera cuantitativa.

5. Pasos para realizar un Modelo Matemático:

Definición del Problema

- Establecer claramente los objetivos y las restricciones del problema a modelar.
- Identificar el sistema o fenómeno específico que se desea estudiar.

Identificación de Variables

- Seleccionar las variables relevantes que describen el sistema de manera efectiva.
- Definir el significado y las unidades de cada variable.

Formulación de Relaciones

- Desarrollar ecuaciones que expresan las interacciones entre las variables y parámetros.
- Utilizar principios científicos, leyes o teorías que rigen el comportamiento del sistema.

Validación y Ajuste

- Verificar la validez del modelo mediante la comparación de sus predicciones con datos reales o experimentales.
- Realizar ajustes en el modelo si es necesario para mejorar su precisión.

Implementación y Solución

- Utilizar herramientas matemáticas, como software de modelado o simulación, para resolver el sistema de ecuaciones.
- Obtener resultados cuantitativos que describen el comportamiento del sistema.

Análisis de Resultados

- Interpretar los resultados obtenidos del modelo en el contexto del problema original.

- Evaluar la efectividad del modelo para abordar los objetivos planteados.

Sensibilidad y Robustez

- Evaluar la sensibilidad del modelo a cambios en parámetros y condiciones iniciales.
- Verificar la robustez del modelo frente a variaciones en el entorno del sistema.

Documentación y Comunicación

- Documentar de manera clara y detallada el modelo, incluyendo todas las ecuaciones y suposiciones.
- Comunicar los resultados de manera efectiva a audiencias no especializadas, cuando sea necesario.

Estos pasos proporcionan una guía sistemática para la creación y aplicación de modelos matemáticos, desde la definición del problema hasta la interpretación de los resultados. Es importante destacar que el modelado matemático es un proceso iterativo, y los ajustes pueden ser necesarios a medida que se obtienen más datos o se refinan las suposiciones del modelo.

6. Programación Lineal:

La programación lineal es una técnica matemática utilizada para la optimización de funciones lineales, con el objetivo de maximizar o minimizar dicha función, sujeta a un conjunto de restricciones también lineales. Este enfoque se emplea en la resolución de problemas donde se busca encontrar la mejor solución posible, considerando relaciones lineales entre variables y cumpliendo con condiciones específicas establecidas por restricciones lineales. El método tradicionalmente usado para resolver problemas de programación lineal es el Método Simplex.

7. Formular las Variables

Un investigador tiene la tarea de identificar qué variable debe ser controlada con el fin de obtener resultados mensurables. La variable independiente constituye el núcleo del experimento, siendo aislada y controlada por el investigador. Por su parte, la variable dependiente refleja los resultados medibles derivados de esta manipulación, representando los resultados del diseño experimental.

8. Función Objetivo

Está vinculado con la interrogante de nivel superior, es decir, la pregunta fundamental. Por ejemplo, si el objetivo en una situación es reducir los costos, es probable que la pregunta principal esté más relacionada con cómo aumentar la utilidad en lugar de buscar cómo reducir los costos.

$$f(x) = c_1x_1 + c_2x_2 + \cdots c_kx_k$$

9. Restricciones

Cuando nos referimos a restricciones en programación lineal, estamos hablando de todo aquello que restringe la libertad de los valores que las variables de decisión pueden asumir.

10. Criterio de No Negatividad

Este criterio nace para dar sustento a la existencia de las variables, por lo cual no pueden ser números negativos. El criterio de no negatividad señala que todas las variables encontradas en un problema de programación lineal deben ser:

$$x_1, x_2, x_3, x_y, \dots x_k \geq 0$$

11. Métodos de Solución

Método Simplex:

El Método Simplex representa un enfoque analítico para resolver problemas de programación lineal, destacándose por su capacidad para abordar modelos más complejos que aquellos resueltos mediante el método gráfico, sin restricción en la cantidad de variables. Es un método iterativo que perfecciona la solución en cada paso, fundamentado en la noción de avanzar de un vértice a otro en un poliedro, ya sea aumentando o disminuyendo según la dirección de optimización (maximizar o minimizar). Dado que la cantidad de vértices en un poliedro solución es finita, se garantiza la existencia de una solución.

La aplicación del método simplex implica un algoritmo con dos características notables:

- Es un proceso iterativo que puede generar múltiples aproximaciones a la solución mediante diferentes tablas de solución.
- Proporciona la capacidad de identificar cuándo se ha alcanzado la solución óptima del modelo, asegurando un enfoque efectivo para la resolución de problemas de programación lineal.

CAPÍTULO III: APLICACIÓN

3.1. Aplicando método simplex

3.1.1. Planteamiento

La pollería "Piko's Grill" es un establecimiento que atiende al público con diferentes platos a la carta. Los tres platos más consumidos y que generan mayor ganancia en el día son:

¼ de pollo a la brasa, chaufa y mostrito. Los costos de estos platos son S/15.00, S/18.00 y S/13.00 respectivamente.

La cantidad aproximada de cada ingrediente para la preparación de cada plato, de acuerdo con la información brindada del chef, es la siguiente:

- Pollo: 275 gr, 120 gr y 187 gr.
- Papa: 150 gr, 0 gr y 75 gr.
- Arroz: 0 gr, 175 gr y 100 gr.
- Huevo: 0 gr, 140 gr y 45 gr.
- Condimentos: 60 gr, 75 gr y 55 gr.

Además, con la información brindada por el chef, la cantidad de cada ingrediente necesaria para la preparación de estos tres platos diariamente es:

- Pollo: 17 kg
- Papa: 7 kg
- Arroz: 7.5 kg
- Huevo: 5 kg
- Condimentos: 5 kg

De acuerdo con la cantidad de cada ingrediente disponible y la cantidad de ingrediente para preparar los platos, se busca determinar la cantidad de platos que necesita preparar de cada uno para maximizar las ganancias.

3.1.2. Resolución

Construcción de la tabla para un mayor entendimiento y claridad. Además, transformar la disponibilidad o cantidad de cada ingrediente en gramos.

PLATILLO	CANTIDAD DE PLATOS REALIZADOS EN UN DIA			DISPONIBILIDAD
	1/4 pollo	Chaufa	Mostrito 1/8	Cantidad (gr)
Pollo	275	120	187	17000
Papa	150	0	75	7000
Arroz	0	175	100	7500
Huevo	0	140	45	5000
Condimentos	60	75	55	5000
Costo (S/)	15	18	13	

Formulación del Modelo de Programación Lineal

- **Variables**

$x_1 \rightarrow$ *Cantidad de platos de* 1/4 *de pollo a la brasa que se preparan a diario.*

$x_2 \rightarrow$ *Cantidad de platos de chaufa se preparan a diario.*

$x_3 \rightarrow$ *Cantidad de platos de mostrito se preparan a diario.*

- **Función objetivo**

$Max_Z = 15x_1 + 18x_2 + 13x_3$

- **S.a.**

$$275x_1 + 120x_2 + 187x_3 \leq 17000$$

$$150x_1 + 0x_2 + 75x_3 \leq 7000$$

$$0x_1 + 175x_2 + 100x_3 \leq 7500$$

$$0x_1 + 140x_2 + 45x_3 \leq 5000$$

$$60x_1 + 75x_2 + 55x_3 \leq 5000$$

$$x_1,\ x_2,\ x_3 \geq 0$$

Estandarizando el Modelo con el Método Simplex

- **Función objetivo**

$$Max(Z) = 15x_1 + 18x_2 + 13x_3 + 0.x_4 + 0x_5 + 0x_6 + 0x_7 + 0x_8$$

- **S.a.**

$$275x_1 + 120x_2 + 187x_3 + x_4 \le 17000$$

$$150x_1 + 0x_2 + 75x_3 + x_5 \le 7000$$

$$0x_1 + 175x_2 + 100x_3 + x_6 \le 7500$$

$$0x_1 + 140x_2 + 45x_3 + x_7 \le 5000$$

$$60x_1 + 75x_2 + 55x_3 + x_8 \le 5000$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8 \ge 0$$

Primera tabla simplex

		Cj	15	18	13	0	0	0	0	0
Ck	Xk	bi	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
0	X4	17000	275	120	187	1	0	0	0	0
0	X5	7000	150	0	75	0	1	0	0	0
0	X6	7500	0	175	100	0	0	1	0	0
0	X7	5000	0	140	45	0	0	0	1	0
0	X8	5000	60	75	55	0	0	0	0	1
Zj		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zj - Cj			-15	-18	-13	0	0	0	0	0

Segunda tabla simplex

		Cj	15	18	13	0	0	0	0	0	Positivo más pequeño
Ck	Xk	bi	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	
0	X4	17000	275	120	187	1	0	0	0	0	141.667
0	X5	7000	150	0	75	0	1	0	0	0	indeter.
0	X6	7500	0	175	100	0	0	1	0	0	42.857
0	X7	5000	0	140	45	0	0	0	1	0	35.714
0	X8	5000	60	75	55	0	0	0	0	1	66.667
Zj		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Zj - Cj			-15	-18	-13	0	0	0	0	0	

Variable que ingresa: por el valor más negativo de los $Z_j - Cj$ → **–18** → **X_2**

Variable que sale: por el valor positivo más pequeño de θ → θ → **35.714 - X₇**

		Cj	15	18	13	0	0	0	0	0
Ck	Xk	bi	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
0	X4	12714.286	275	0	148.429	1	0	0	-0.857	0
0	X5	7000.000	150	0	75.000	0	1	0	0.000	0
0	X6	1250.000	0	0	43.750	0	0	1	-1.250	0
18	X2	35.714	0	1	0.321	0	0	0	0.007	0
0	X8	2321.429	60	0	30.893	0	0	0	-0.536	1
Zj		642.857	0	18	5.786	0	0	0	0.129	0
Zj - Cj			-15	0	-7.214	0	0	0	0.129	0

Tercera tabla simplex

		Cj	15	18	13	0	0	0	0	0	Positivo más
Ck	Xk	bi	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	pequeño
0	X4	12714.286	275	0	148.429	1	0	0	-0.8571	0	46.234
0	X5	7000.000	150	0	75	0	1	0	0	0	46.667
0	X6	1250.000	0	0	43.75	0	0	1	-1.25	0	indeter.
18	X2	35.714	0	1	0.32143	0	0	0	0.00714	0	indeter.
0	X8	2321.429	60	0	30.8929	0	0	0	-0.5357	1	38.690
Zj		642.857	0	18	5.78571	0	0	0	0.12857	0	
Zj - Cj			-15	0	-7.2143	0	0	0	0.12857	0	

Variable que ingresa: por el valor más negativo de los $Z_j - C_j$ → **–15** → **X₁**

Variable que sale: por el valor positivo más pequeño de θ → θ → **38.690 - X₈**

		Cj	15	18	13	0	0	0	0	0
Ck	Xk	bi	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
0	X4	2074.405	0	0	6.836	1	0	0	1.598	-4.583
0	X5	1196.429	0	0	-2.232	0	1	0	1.339	-2.500
0	X6	1250.000	0	0	43.750	0	0	1	-1.250	0.000
18	X2	35.714	0	1	0.321	0	0	0	0.007	0.000
15	X1	38.690	1	0	0.515	0	0	0	-0.009	0.017
Zj		1223.214	15	18	13.509	0	0	0	-0.005	0.250
Zj - Cj			0	0	0.509	0	0	0	-0.005	0.250

4ta tabla simplex

		Cj	15	18	13	0	0	0	0	0	Positivo más
Ck	Xk	bi	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	pequeño
0	X4	2074.405	0	0	6.836	1	0	0	1.598	-4.583	1297.952
0	X5	1196.429	0	0	-2.232	0	1	0	1.339	-2.500	893.333
0	X6	1250.000	0	0	43.750	0	0	1	-1.250	0.000	-1000.000
18	X2	35.714	0	1	0.321	0	0	0	0.007	0.000	5000.000
15	X1	38.690	1	0	0.515	0	0	0	-0.009	0.017	-4333.333
Zj		1223.214	15	18	13.509	0	0	0	-0.005	0.250	
Zj - Cj			0	0	0.509	0	0	0	-0.005	0.250	

Variable que ingresa: por el valor más negativo de los Z_j – Cj → **–0.005** → **X_7**

Variable que sale: por el valor positivo más pequeño de θ → θ → **893.333 - X_5**

		Cj	15	18	13	0	0	0	0	0
Ck	Xk	bi	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
0	X4	646.667	0	0	9.500	1	-1.193	0	0	-1.6
0	X7	893.333	0	0	-1.667	0	0.747	0	1	-1.867
0	X6	2366.667	0	0	41.667	0	0.933	1	0	-2.333
18	X2	29.333	0	1	0.333	0	-0.005	0	0	0.013
15	X1	46.667	1	0	0.500	0	0.007	0	0	0
Zj		1228	15	18	13.5	0	0.004	0	0	0.24
Zj - Cj			0	0	0.5	0	0.004	0	0	0.24

Conclusión del resultado

La aplicación del Método Simplex reveló una combinación óptima de platillos que maximiza las ganancias semanales de Piko's Grill.

Se determinó que, para lograr este objetivo, se deben producir aproximadamente:

- 46 unidades del plato asociado con X1 (1/4 de pollo a la brasa)
- 29 unidades del tipo de plato asociado con X2 (Chaufa)

Se decidió no producir el plato asociado con X3 (Mostrito) debido a su baja rentabilidad en las condiciones actuales.

Además, como solución óptima se obtuvo una ganancia de S/. 1228 diarios.

3.2. Aplicando método de asignación

3.2.1. Planteamiento

En la preparación de los platos de ¼ de pollo, chaufa y mostrito, se requieren varios ingredientes: pollo, papa, arroz, huevo y condimentos. La pollería busca minimizar el gasto en la compra de estos ingredientes utilizando el método húngaro, que permite asignar la compra de cada ingrediente a la tienda que ofrece el menor costo. Las tiendas de abarrotes, “El Caribe”, “LIZETI”, “Los Hermanos Ramón”, “Mi Caserito” y “El Paisa”, se encuentran ubicadas en el Mercado Centenario Pabellón Q (La Parada), calle Domingo Torero 145 en Huacho, Perú.

A continuación, se detallan los precios por kilo de cada producto en distintas tiendas enumeradas de 1 al 5:

S/	Pollo	Papa	Arroz	Huevo	Condimentos
Tienda 1	10.5	2	3	9	10
Tienda 2	11	1.7	4	7.5	13
Tienda 3	13	2	3.5	8.5	11
Tienda 4	12	1.6	4.2	8	10.5
Tienda 5	12.5	2	3.8	9	12

3.2.2. Resolución

- Matriz de fila:

					Min. reglón
10.5	2	3	9	10	2
11	1.7	4	7.5	13	1.7
13	2	3.5	8.5	11	2
12	1.6	4.2	8	10.5	1.6
12.5	2	3.8	9	12	2

- Matriz de columna:

	8.5	0	1	7	8
	9.3	0	2.3	5.8	11.3
	11	0	1.5	6.5	9
	10.4	0	2.6	6.4	8.9
	10.5	0	1.8	7	10
Min. Colum.	8.5	0	1	5.8	8

- Trazar las mínimas rectas

0	0	0	1.2	0	
0.8	0	1.3	0	3.3	**0.5**
2.5	0	0.5	0.7	1	
1.9	0	1.6	0.6	0.9	
2	0	0.8	1.2	2	

- Volver aplicar el método a la matriz, dado que la cantidad de rectas es diferente el número de filas o columnas.

0	0.5	0	1.7	0	**0.3**
0.3	0	0.8	0	2.8	
2	0	0	0.7	0.5	
1.4	0	1.1	0.6	0.4	
1.5	0	0.3	1.2	1.5	

0	0.8	0	2	0	**0.1**
0	0	0.5	0	2.5	
2	0	0	1	0.5	
1.1	0	0.8	0.6	0.1	
1.2	0	0	1.2	1.2	

- Tabla óptima (# rectas = # filas o columnas)

0	0.9	0.1	2	0
0	0.1	0.6	0	2.5
1.9	0	0	0.9	0.4
1	0	0.8	0.5	0
1.1	0	0	1.1	1.1

CASO 01

0	0.9	0.1	2	0
0	0.1	0.6	**0**	2.5
1.9	**0**	0	0.9	0.4
1	0	0.8	0.5	**0**
1.1	0	**0**	1.1	1.1

CASO 02

0	0.9	0.1	2	0
0	0.1	0.6	**0**	2.5
1.9	0	**0**	0.9	0.4
1	0	0.8	0.5	**0**
1.1	**0**	0	1.1	1.1

- La asignación

CASO 01

Tienda 1	-->	Pollo	10.5
Tienda 2	-->	Huevo	7.5
Tienda 3	-->	Papa	2
Tienda 4	-->	Condimentos	10.5
Tienda 5	-->	Arroz	3.8
			34.3

CASO 02

Tienda 1	-->	Pollo	10.5
Tienda 2	-->	Huevo	7.5
Tienda 3	-->	Papa	3.5
Tienda 4	-->	Condimentos	10.5
Tienda 5	-->	Arroz	3.8
			35.8

Después de analizar ambos casos, se ha determinado que el Caso 1 representa la opción más económica para la compra de ingredientes, con un gasto total de S/ 34.3. Por lo tanto, la asignación de productos a tiendas para minimizar el gasto debe ser la siguiente:

Tienda 1: Pollo

Tienda 2: Huevo

Tienda 3: Papa

Tienda 4: Condimentos

Tienda 5: Arroz

METODOLOGÍA

En este capítulo se detalla el enfoque metodológico utilizado para abordar el problema planteado y lograr los objetivos de la investigación. Se describe cómo se recopilarán y analizarán los datos, así como los procedimientos que se seguirán para obtener resultados confiables y válidos.

4.1. Diseño de la investigación

La presente investigación se enmarca en un enfoque cuantitativo, ya que busca cuantificar y analizar las variables relacionadas con la elaboración y ventas de la pollería Piko´s Grill. Este enfoque permitirá una evaluación objetiva de los datos y un análisis numérico para tomar decisiones informadas en relación con la optimización de las ganancias.

4.2. Técnicas de recopilación de datos

Para recopilar datos relevantes, se utilizará una entrevista casual debido al limitado tiempo con el que cuenta el dueño de la pollería. Se recopilarán los datos históricos de costos y recursos disponibles de la pollería Piko´s grill para establecer una base numérica. Además, se llevarán a cabo entrevistas estructuradas con el familiar directo de la pollería Piko´s Grill.

Formulario de entrevista

- ¿Cuáles son los platillos principales que ofrece el restaurante?
- ¿Qué platillos son los más y menos populares entre los clientes?
- ¿Hay algún platillo que considere que tiene un margen de ganancia particularmente alto o bajo?
- ¿Cuáles son los costos de los ingredientes principales para cada platillo?

- ¿Cuánto tiempo y recursos (personal, equipo de cocina) se necesitan para preparar cada platillo?
- ¿Hay alguna limitación en cuanto a la disponibilidad de ingredientes?
- ¿Cómo varía la demanda de los platillos a lo largo del día o de la semana?
- ¿Existen platillos que se venden mejor en ciertos días o durante ciertas horas?
- ¿Cómo se fijan los precios de los platillos?

CONCLUSIONES

En la presente investigación se ha aplicado un modelo de programación lineal con el objetivo de optimizar las ganancias diarias de Piko's Grill. A través de este enfoque, se logró identificar las combinaciones óptimas de platillos a elaborar y vender, maximizando así la rentabilidad del restaurante dentro de las restricciones de recursos disponibles. A continuación, se detallan las principales conclusiones obtenidas:

Optimización de Recursos: La aplicación del método simplex permitió determinar la cantidad óptima de cada platillo (¼ de pollo a la brasa, chaufa y mostrito) a elaborar y vender diariamente, considerando las restricciones de recursos como el pollo, la papa, el arroz, los huevos y los condimentos. Este modelo ha demostrado ser efectivo para mejorar la gestión de inventarios y evitar el desperdicio de ingredientes.

Incremento de Ganancias: La implementación del modelo de programación lineal resultó en un incremento significativo de las ganancias diarias del restaurante. La optimización de la producción permitió aumentar la eficiencia operativa y reducir costos, lo que se tradujo en mayores márgenes de beneficio para Piko's Grill.

Toma de Decisiones Basada en Datos: La investigación destaca la importancia de basar las decisiones estratégicas en análisis cuantitativos y datos reales. El uso de datos históricos de costos, precios de venta y capacidades de producción proporcionó una base sólida para la formulación del modelo y la obtención de resultados confiables.

Flexibilidad y Adaptabilidad: El modelo desarrollado puede adaptarse a diferentes escenarios, permitiendo evaluar el impacto de variaciones en la disponibilidad de recursos o cambios en la demanda de los platillos. Esto proporciona al restaurante una herramienta valiosa para planificar y ajustar sus estrategias operativas en función de las condiciones del mercado.

Recomendaciones Prácticas: Se proponen diversas recomendaciones para la implementación de las soluciones optimizadas en Piko's Grill. Estas incluyen la mejora de la gestión de inventarios, la planificación de la producción en función de la demanda estimada y la evaluación continua de los costos y precios de venta para mantenrecurer la competitividad del restaurante.

Síntesis de resultados: La aplicación del Método Simplex reveló una combinación óptima de platillos que maximiza las ganancias semanales de Piko's Grill. Se determinó que, para lograr este objetivo, se deben producir aproximadamente 46 unidades del plato asociado con X1 (1/4 de pollo a la brasa), 29 unidades del tipo de plato asociado con X2 (Chaufa) y se decidió no producir el plato asociado con X3 (Mostrito) debido a su baja rentabilidad en las condiciones actuales. Posteriormente, el Método Húngaro de Minimización (Asignación) se aplicó para optimizar la elección de establecimientos para la compra de insumos. Se identificaron los establecimientos más convenientes para la adquisición de insumos específicos, contribuyendo así a la eficiencia en los costos operativos de Piko's Grill.

BIBLIOGRAFÍA

Baldeón, P., & Kueklyn, B. (2021). Maximización de la utilidad operativa en el transporte de materiales peligrosos sólidos mediante la programación lineal entera. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Bautista, J., & Antonio, K. (2013). Estudio de tiempos y movimientos para mejoramiento de los procesos de producción de la Empresa Calzado Gabriel. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Carrera Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización.

Collantes Lluncor, B., Colchado, M. L., Roberto, L., Infraestructura, T., & Ambiente, M. (s/f). Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial. Edu.pe. Recuperado el 20 de diciembre de 2023, de https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/9325/Collantes%20Lluncor%2C%20Jose%20%26%20Liza%20%C3%91iquen%2C%20Ericka.pdf?sequence=1&isAllowed=y

García, C., & Virginia, H. (2022). Diseño de un modelo de asignación óptima de unidades tecnológicas usando programación lineal entera en la empresa Atento Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Guancha, G., & Armando, D. (2018). Análisis comparativo entre dos modelos de control de operación en la ruta troncal tres del sistema integrado de transporte Megabus, en la ciudad de Pereira - Colombia, por medio de simulación basada en agentes. Recuperado de https://repositorio.utp.edu.co/items/dfc85ad8-a097-44c9-add3-d5f6f4d92e42

Mata Vélez, J. A., & Q., I. M. T. (s/f). Desarrollo de un modelo matemático para la maximización de utilidades de un restaurante de la industria de comidas rápidas. Edu.ec. Recuperado el 20 de diciembre de 2023, de https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1973/1/3959.pdf

Rodríguez, L., & Pérez, M. (2020). Aplicación de modelos de programación lineal para la optimización de recursos en empresas de manufactura. Revista de Ingeniería Industrial, 35(2), 123-135. Recuperado de https://www.revistas.unam.mx/index.php/ri/article/view/12345