



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

DETERMINACIÓN DE LA ASIGNACIÓN ÓPTIMA DEL PRESUPUESTO
ASIGNADO A DOS MEDIOS PUBLICITARIOS

AVILES VERA ELVIS PATRICIO
INGENIERO QUÍMICO

MACHALA
2020



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

DETERMINACIÓN DE LA ASIGNACIÓN ÓPTIMA DEL
PRESUPUESTO ASIGNADO A DOS MEDIOS PUBLICITARIOS

AVILES VERA ELVIS PATRICIO
INGENIERO QUÍMICO

MACHALA
2020



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

EXAMEN COMPLEXIVO

DETERMINACIÓN DE LA ASIGNACIÓN ÓPTIMA DEL PRESUPUESTO ASIGNADO
A DOS MEDIOS PUBLICITARIOS

AVILES VERA ELVIS PATRICIO
INGENIERO QUÍMICO

ARMIJOS CABRERA GABRIELA VIVIANA

MACHALA, 07 DE DICIEMBRE DE 2020

MACHALA
07 de diciembre de 2020

Determinación de la asignación óptima del presupuesto asignado a dos medios publicitarios.

por Elvis Patricio Aviles Vera

Fecha de entrega: 20-nov-2020 06:50p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1452796866

Nombre del archivo: iles-_Determinaci_n_de_la_asignaci_n_ptima_del_presupuesto..docx (330.13K)

Total de palabras: 3753

Total de caracteres: 20531

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, AVILES VERA ELVIS PATRICIO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado DETERMINACIÓN DE LA ASIGNACIÓN ÓPTIMA DEL PRESUPUESTO ASIGNADO A DOS MEDIOS PUBLICITARIOS, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

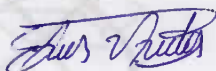
El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 07 de diciembre de 2020



AVILES VERA ELVIS PATRICIO
0705226447

DEDICATORIA

A mis padres German Aviles y Ulvia Vera por los consejos y guías para cumplir las metas que me he propuesto y su dedicación en apoyarme en la educación les dedico el esfuerzo de este trabajo y el cumplimiento de tener una construcción profesional

Elvis Patricio.

AGRADECIMIENTO

Quiero empezar agradeciendo al Dios que creó el cielo y la tierra por un nuevo objetivo cumplido en mi vida y le agradezco a la Universidad Técnica de Machala que se dedica a la instrucción profesional por ser la institución donde culmino mi educación de tercer nivel.

Elvis Patricio.

RESUMEN

La meta de esta investigación es dar solución a un problema que presenta solamente dos variables mediante el empleo de un método de programación lineal la asignación presupuestaria que permita optimizar la asignación del valor limitado de \$10000 mensuales a dos medios para publicitar productos de una empresa de alimentos en la radio y televisión el cual puede solucionarse mediante el procedimiento del método gráfico. Se agrega la revisión bibliográfica de programación lineal, el uso de un software para graficar las restricciones del caso práctico y se realiza las operaciones matemáticas del método aplicado. Como resultado de esta investigación se comprueba que es viable el uso de una herramienta software como GeoGebra facilitando la asignación de presupuesto de radio y de televisión.

PALABRAS CLAVES: Programación lineal, eficiencia empresarial, Investigación operativa, asignación, método gráfico.

ABSTRACT

The aim of this research is to solve a problem that presents only two variables by using a linear programming method the budget allocation that allows optimizing the allocation of the limited value of \$ 10,000 per month to two media to advertise products of a food company in radio and television which can be solved through the procedure of the graphic method. The bibliographic review of linear programming is added, the use of a software to graph the restrictions of the practical case and the mathematical operations of the applied method are conducted. As a result of this research, it is verified that the use of a software tool such as GeoGebra is feasible, facilitating the allocation of radio and television budget.

KEY WORD: Linear Scheduling, Business Efficiency, Operational Research, Allocation, Graphic Method.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
RESUMEN	III
ABSTRACT.....	IV
ÍNDICE GENERAL	V
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VI
ÍNDICE DE TABLAS	VI
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	2
Objetivo General	2
Objetivos Específicos.....	2
1. MARCO TEÓRICO	3
1.1 Optimización Empresarial.....	3
1.2 Investigación Operativa	3
1.3 Programación Lineal	3
1.4 Problemáticas Empresariales	4
1.5 Modelado Matemático	5
1.5.1 Componentes del Modelo.....	5
1.5.2 Estructura del Modelo.	6
1.6 Método Gráfico	6
2. METODOLOGÍA	8
3. DESARROLLO	9
3.1 Modelo Matemático	9
3.2 Proceso de Solución	10
4. CONCLUSIONES	15
BIBLIOGRAFÍA	16

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Representación de soluciones factibles	12
Ilustración 2. Representación del área de solución factible	13

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de problemas comunes en programación lineal.....	4
Tabla 2. Descripción general del modelo de programación lineal.....	6
Tabla 3. Descripción de las restricciones del caso de estudio	9
Tabla 4. Valor del punto óptimo	14

INTRODUCCIÓN

Las características de la planeación y gestión empresarial para alcanzar el máximo beneficio son bastante complejas porque diferentes problemas que están relacionados con la optimización por el método de programación lineal (PL) solicitan el uso de muchos procedimientos de iteración para solucionar problemas que se vinculan con la optimización del uso de capital, ideas y productos, entre otros. ¹ La planificación y gestión de actividades tiene un alcance directo hacia la eficiencia y desarrollo en algunos sistemas de producción o de servicio. ²

En diversas actividades desde financieras, militares e industrial, entre otros, utilizan los métodos de optimización ampliamente conocido, ³ los cuales se aplican a problemas con el objetivo de maximizar las salidas o en otros casos se minimiza la entrada, ⁴ la importancia de método de PL no es solo el tema del procedimiento matemático de modelización y resolución, también radica en que es un soporte para la toma de decisiones útil como herramienta financiera para la asignación eficiente de recursos limitados. ⁵

La modelización matemática se usa para profundizar en los conocimientos y solucionar problemas, dado a los altos niveles de complejidad que caracterizan los fenómenos y procesos además está siendo impulsada por el progreso de los equipos de computación y la creación de software siendo un apoyo para la toma de decisiones gerenciales. ⁶

En el presente trabajo el objetivo o meta es obtener un resultado de asignación óptima mediante un método de PL que nos permita determinar una asignación del presupuesto a publicidad por radio y televisión en una empresa que desea maximizar la eficacia de anunciar sus productos.

La aplicación de PL comprende un proceso de estudio, representación y aplicación de un modelo, la problemática se expresa con lenguaje lógico matemático y tiene componentes característicos como las funciones y ecuaciones que reflejan un objeto de investigación, ⁶ permitiendo formular modelos de combinación óptima, de asignación óptima y mezcla óptima entre otros, en su determinación se calcula el número de unidades óptimas de producción de un conjunto de bienes o servicios. ²

OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar la asignación óptima del presupuesto mediante programación lineal para publicitar un producto asignado a dos medios publicitarios identificados como X1 (radio) y X2 (televisión).

Objetivos Específicos

- Representar la información de la problemática de asignación óptima de presupuesto con el desarrollo del modelo de programación lineal.
- Calcular por el método gráfico la solución óptima de asignación de presupuesto.
- Determinar la asignación del presupuesto en la radio y la televisión para publicitar un producto.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Optimización Empresarial

La concentración o dominio de mercado rige a altos beneficios y a mayores precios, sin embargo, cuando una empresa tiene ventaja competitiva en condición de eficiencia respecto con otras en mercado, esto le ayuda a convertirse en industria concentrada.⁷ En la esfera económica el término eficiencia hace referencia a un juicio respecto a la relación entre los recursos utilizados y los objetivos alcanzados permitiendo responder a la pregunta de cuánto logramos fabricar sin aumentar la cantidad de recursos necesarios.⁵

Una herramienta indispensable en un sistema (organización, empresa y fábrica, entre otros) es un programa de optimización matemática de la producción con la cual el empresario puede crear una ventaja frente a otras firmas y alcanzar una mayor productividad,⁸ además es una guía para tomar una decisión personal o colectiva para la gestión empresarial.⁹

Las empresas investigan la manera de planificar su producción o servicios eficientemente con el propósito de optimizar sus recursos,⁹ como ejemplo, se logra haciendo la estrategia de maximizar el rendimiento de los bienes que se utilizan, la cual se ejecuta al conducir los recursos disponibles para servir las actividades que ayudan a producir y vender los productos más rentables.¹⁰

1.2 Investigación Operativa

La Investigación operativa (IO) es una disciplina que se destina a la optimización y control de sistemas,⁴ la programación lineal es la técnica de mayor interés de la IO aplicada para resolver problemas empresariales.⁹

1.3 Programación Lineal

La programación lineal describe una problemática usando un modelo matemático, el término *lineal* significa que en su desarrollo se requiere que las funciones matemáticas

del modelo sean lineales, además el término *programación* no significa programación en computadoras, la palabra hace referencia al sinónimo de planeación,¹¹ igualmente la palabra *programación* se usa como sinónimo de optimización.⁴ En este contexto se define PL como una metodología extensamente aplicada con fundamento en modelación matemática y ciertos casos complicados sistemas de ecuaciones lineales que se emplean para tomar decisiones con bases científica elaborada para resolver problemas y dar sentido a la optimización de recursos usando solo lo necesario.³

1.4 Problemáticas Empresariales

En la búsqueda de obtener una solución concreta y mejor para los problemas reales en una empresa, la programación lineal se creó por primera vez en la segunda guerra mundial para resolver problemas de la dieta de soldados y el transporte.³ En la tabla 1 se describe los tipos de problemas más comunes de aplicación en programación lineal.

Tabla 1. Descripción de problemas comunes en programación lineal

		Tipo
Mezcla	Transporte	Asignación
El problema es definido como la cantidad de cada tipo de producto, que compiten con los recursos disponibles, que se fabricará y venderá en una etapa determinada para maximizar los recursos económicos de la empresa.	El problema se ocupa en determinar las cantidades a transportar y a elaborarse desde un conjunto de nodos origen a un conjunto de nodos destino con la meta de minimizar los costos totales.	Los problemas de asignación son del tipo en que se desea asignar una actividad (i) del origen a una empresa (j) del destino, con la meta de optimizar alguna función del tipo efectividad. Como ejemplo, proyectos a empresas, trabajos a máquinas y tareas a personas entre otros.

Fuente: Tomado de¹⁰ y⁴

Elaborado por: Autor

Algunos problemas solucionados y documentados mediante la aplicación de programación lineal se mencionan como ejemplo: a) La planeación de dieta para enfermos en clínica, b) la limitación del mercado al que tiene que ir destinado cierto artículo, c) la distribución de trabajo y asignación de labores, d) la fabricación de prendas de vestir y proporción de componentes en cada artículo de vestir confeccionado, e) el costo de almacenamiento y fabricación, f) la optimización de

producción de motores, g) el minimizar costes del transporte, h) la optimización de asignación de horarios en compañías comerciales y se recalca i) *la elección de medios de publicidad para conocer la combinación efectiva de publicitar un producto*, entre otros.³

1.5 Modelado Matemático

Los problemas característicos de gestión empresarial se auxilian de la IO para estudiar modelos matemáticos de optimización aplicados principalmente a problemas comunes como ejemplo el que comprende en asignar de forma óptima (de mejor manera posible) bienes limitados a actividades que rivalizan entre sí por ellos, todos los modelos se caracterizan por tener tres componentes:⁴

- Unas variables de decisión,
- Una serie de ecuaciones denominadas restricciones,
- Por tener una función objetivo.

1.5.1 Componentes del Modelo

1.5.1.1 Variables de Decisión. Es conveniente diferenciar entre variables, generalmente denominadas con letras como X_1, X_2 que representa cantidades a medir,¹² se identifica cada una con actividades del problema y se necesita que cumplan dos requisitos: a) la descripción conceptual que indica la definición de la variable en el marco del problema b) su descripción en términos cuantitativos o dimensional, es decir, las dimensiones que tiene las actividades que se modelan.⁶

1.5.1.2 Restricciones. Se describe una restricción como cualquier factor o elemento que limita al sistema a hacer más de lo que fue diseñado para lograr, es decir, lograr su meta: ganar dinero ahora y también en el futuro y se basa en la idea de que toda empresa debe tener al menos una restricción,¹³ las limitaciones pueden ser políticas, recursos internos y oferta de mercado entre otros.²

1.5.1.3 Función Objetivo. Es un componente principal el cual debe ser determinado y encaminado con finalidad a solucionar uno de dos tipos de problemas que expresa la función, por una parte a maximizar un valor, como ejemplo, salida de producción, de beneficio, de ganancia, y de espacio entre otros, o bien minimizar un criterio, como ejemplo, entrada de costos, de contaminación y de insumos entre otros.³

1.5.2 Estructura del Modelo. En el sentido de los componentes del modelo y por su naturaleza metodológica el modelo se genera de manera normativa.³ El planteamiento del modelo de programación lineal de forma general, se puede representar de la siguiente manera, comenzando con la función objetivo:⁵

$$[\text{OPT}] Z \text{ max/min} = C_1X_1 + C_2X_2 \dots C_nX_n \quad (1)$$

y las ecuaciones lineales a la que está sujeta son:¹²

$$a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_nX_n = b \quad (2)$$

y sujeta a la restricción de no negatividad:¹⁴

$$X_1, X_2, \dots X_n > 0 \quad (3)$$

Tabla 2. Descripción general del modelo de programación lineal

Función objetivo		Restricciones	
Variable	Descripción	Variable	Descripción
Z	Función objetivo lineal	X_1, X_2, \dots, X_n	Representa las incógnitas
X_j	Coficiente de actividad o proceso	a_1, a_2, \dots, a_n	Representan las constantes
C_j	Coficiente de costo unitario o precio neto	b	Término independiente, constante de la ecuación

Fuente: Tomado de⁵ y¹²

Elaborado por: Autor

1.6 Método Gráfico

El método gráfico se usa en programación lineal para la resolución de problemas, se caracteriza por graficar las ecuaciones en un plano cartesiano, lo que proporciona ver el comportamiento de la función objetivo y cada una de las restricciones a dentro de una sola gráfica y paralelamente ver el proceso de solución del problema en su totalidad de forma clara.¹⁵ Con el gráfico se observa el área que será factible, así se calcula el

punto óptimo de la función objetivo. ¹⁶ Si un problema de PL presenta solamente dos variables pretende ser un problema pequeño que puede solucionarse mediante el procedimiento gráfico. ¹⁷

La manera más usual para solucionar problemas de PL es usando software propios para la resolución de este modelo de sistema de ecuaciones, sin embargo, una desventaja es que el programa no presenta procesos sino sólo cálculos, una ventaja es la visualización del comportamiento del conjunto de ecuaciones planteadas al mismo tiempo en una gráfica y provoca que el cerebro procese más expedita y natural las imágenes, así esta técnica es de connotación didáctica esencial de aprendizaje de solución de problemas. ¹⁵

2. METODOLOGÍA

En el presente trabajo se desarrolla una investigación tipo básica y cuantitativa por su aplicación inmediata sin aporte a conocimiento nuevo y debido a que se desarrolla las características de la PL que es el objeto de estudio para la asignación óptima de presupuesto para lo cual se usa una herramienta software de optimización de datos obteniendo gráficas.

Se propone seguir el procedimiento del modelo matemático que nuestro caso de estudio tiene como objetivo la asignación óptima de presupuesto entre una publicidad a radio y a televisión maximizando una función de eficiencia y se determina la asignación del presupuesto limitado de \$10000. Para esto se necesita el planteamiento de las variables de decisión, planteamiento de las restricciones, la obtención de la función objetivo y la aplicación de un software propio de PL.⁵

También se plantea seguir el procedimiento de solución del método gráfico de programación lineal en opinión de Canut,¹⁸ se usa una herramienta de representación propia de Programación Lineal, el software GeoGebra para obtener la gráfica y realizar las operaciones matemáticas manuales para obtener los resultados.

3. DESARROLLO

Una empresa de alimentos puede publicitar sus productos por medios locales de televisión y radio. El presupuesto se limita a \$10000 al mes en los anuncios para los dos medios. El valor monetario por cada minuto de publicidad en radio cuesta \$15 y por cada minuto de publicidad por televisión \$300. La empresa de alimentos desea publicitarse en radio en una cantidad por lo menos dos veces más que televisión. Estudios han indicado que no es práctico requerir publicidad por radio en más de 400 minutos al mes. Por experiencia de comerciales de otros productos pasados, se estima que es 25 veces más efectiva la publicidad por televisión en relación a la de radio. Mediante programación lineal determinar la asignación óptima de presupuesto asignado a dos medios publicitarios, por radio y televisión.

3.1 Modelo Matemático

- **Definimos las variables de decisión:**

X1= Cantidad de minutos publicitarios en radio por mes

X2= Cantidad de minutos publicitarios en televisión por mes

- **Definimos las restricciones:**

Tabla 3. Descripción de las restricciones del caso de estudio

Restricción	Descripción	Ecuación
1	Presupuesto mensual publicitario	$15X_1 + 300X_2 \leq 10000$ (4)
2	Cantidad de minutos por radio	$X_1 \leq 400$ (5)
3	Publicidad por radio en relación a Tv	$-X_1 + 2X_2 \leq 0$ (6)
Restricción no expresada		
4	No negatividad	$X_1, X_2 > 0$ (7)

Elaborado por: Autor

- **Obtenemos la función objetivo:**

$$Z \max = X_1 + 25X_2 \quad (8)$$

3.2 Proceso de Solución

- **Calculamos los puntos de coordenadas:**

$$15X_1 + 300X_2 \leq 10000 \text{ ec (4)}$$

$$15X_1 + 300X_2 = 10000$$

Punto A

$$X_1 = 0$$

$$15(0) + 300X_2 = 10000$$

$$X_2 = 33,3333$$

Punto B

$$X_2 = 0$$

$$15X_1 + 300(0) = 10000$$

$$X_1 = 666,6667$$

Coordenadas

$$A = (0; 33,3333), B = (666,6667; 0)$$

$$X_1 \leq 400 \text{ ec (5)}$$

Punto A

$$X_1 = 400$$

Coordenadas

$$A = (400; 0)$$

$$-X_1 + 2X_2 \leq 0 \text{ ec (6)}$$

$$-X_1 + 2X_2 = 0$$

Punto A

$$X_1 = 400$$

$$-400 + 2X_2 = 0$$

$$X_2 = 200$$

Punto B

$$X_2 = 0$$

$$-X_1 + 2(0) = 0$$

$$-X_1 = 0$$

$$X_1 = 0$$

Coordenadas

$$A = (400; 200), B = (0; 0)$$

- **Graficamos las restricciones y calculamos las soluciones factibles**

$$15X_1 + 300X_2 \leq 10000 \text{ ec (4)}$$

Punto

$$X_1 = 600$$

$$X_2 = 0$$

$$15(600) + 300(0) \leq 10000$$

$$9000 \leq 10000 \text{ (es afirmativa)}$$

$$X_1 \leq 400 \text{ ec (5)}$$

Punto

$$X_1 = 300$$

$$X_2 = 0$$

$$300 \leq 400 \text{ (es afirmativa)}$$

$$-X_1 + 2X_2 \leq 0 \text{ ec (6)}$$

Punto

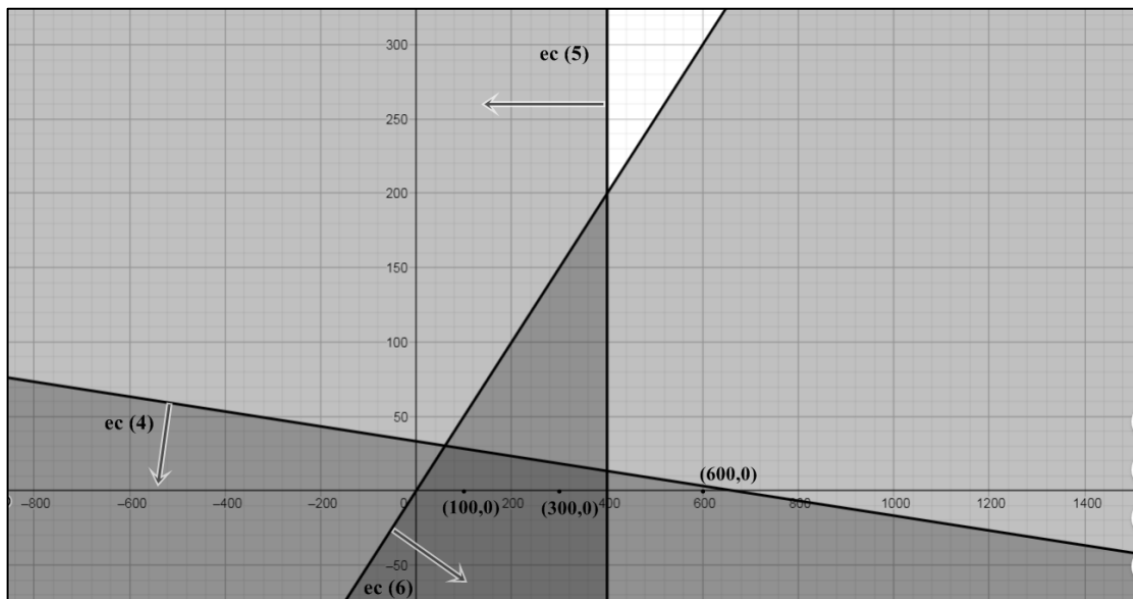
$$X_1 = 100$$

$$X_2 = 0$$

$$-100 + 2(0) \leq 0$$

$$-100 \leq 0 \text{ (es afirmativa)}$$

Ilustración 1. Representación de soluciones factibles

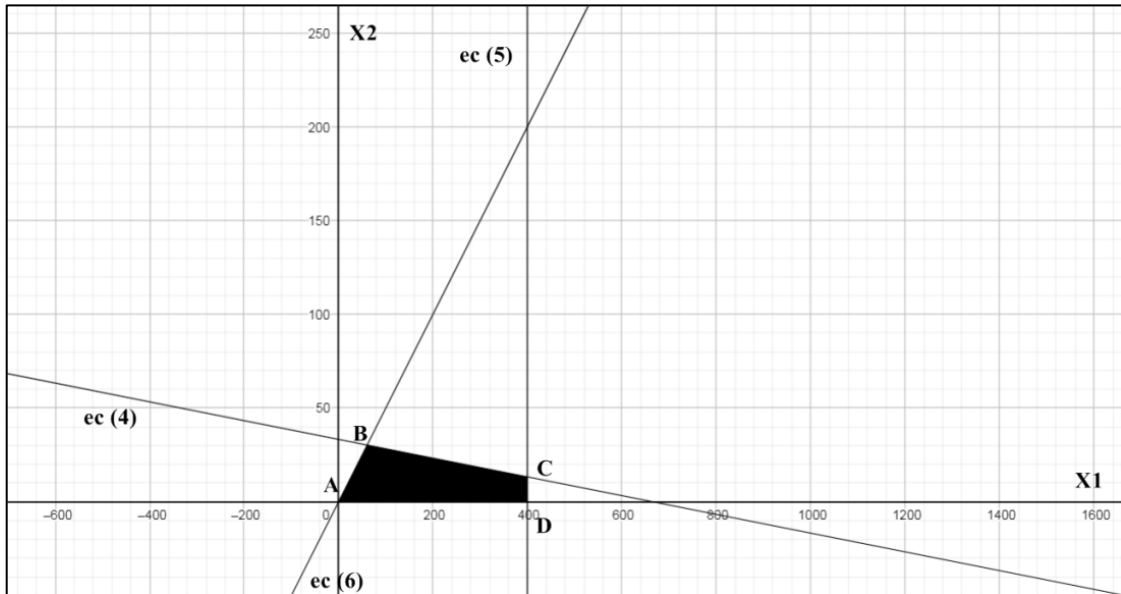


Fuente: Tomado de ¹⁹

Elaborado por: Autor

- **Hallamos el área o región de solución factible que resulta de la intersección de cada una de las desigualdades e identificamos los puntos de los vértices:**

Ilustración 2. Representación del área de solución factible



Fuente: Tomado de ¹⁹

Elaborado por: Autor

- **Calculamos de acuerdo con la función objetivo planteada el punto máximo, así determinamos la cantidad óptima del problema o punto óptimo.**

Punto B

$$\begin{array}{r}
 15X_1 + 300X_2 = 10000 \quad ec (4) \\
 \underline{-X_1 + 2X_2 = 0} \quad ec (6) \text{ por } 15 \\
 15X_1 + 300X_2 = 10000 \\
 -15X_1 + 2X_2 = 0 \\
 \hline
 3030X_2 = 10000 \\
 X_2 = 30,3030
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 15X_1 + 300X_2 = 10000 \\
 15X_1 + 300(30,3030) = 10000 \\
 15X_1 + 9090,0909 = 10000 \\
 15X_1 = 909,0909 \\
 X_1 = 60,6061
 \end{array}$$

Puntos C

$$\begin{aligned}
 X1 &= 400 \\
 15X1 + 300X2 &= 10000 \text{ ec (4)} \\
 15(400) + 300X2 &= 10000 \\
 6000 + 300X2 &= 10000 \\
 300X2 &= 4000 \\
 X2 &= 13,333
 \end{aligned}$$

Tabla 4. Valor del punto óptimo

Punto	Coordenadas X1	Coordenadas X2	Valor de la función objetivo Z	Unidad
A	0	0	0	minutos / mes
B	60,6061	30,3030	818,1811	minutos / mes
C	400	13,3333	733,3325	minutos / mes
D	400	0	400	minutos / mes

Elaborada por: Autor

En la tabla 4 se indica que se va a lograr una eficiencia máxima de 818,1811 min por mes de publicidad si la empresa anuncia el producto 60,6061 min por mes en radios con una inversión 909.0915\$ y 30,3030 min por mes en televisión con una inversión de 9090, 9\$ demostrando que es la mejor decisión sin necesidad de hacer una inversión adicional a la de 10000 dólares.

4. CONCLUSIONES

Se demostró una aplicación de programación lineal obteniendo un modelo matemático en el sector empresarial de publicidad mostrando un caso más del extenso empleo de la disciplina para solucionar una problemática en distintas áreas que según la revisión literaria muestra su necesidad e importancia en la investigación al abordar problemas desde la optimización de dieta para enfermos en hospitales, la delimitación del mercado al que tiene que ir dirigido cierto producto, la distribución de tareas y asignación de labores, la manufactura de prendas de vestir y proporción en cada una de ellas y en nuestro caso se soluciona un problema de asignación de presupuesto asignado a dos medios publicitarios.

Es viable la utilización del método gráfico de programación lineal y una herramienta de apoyo como GeoGebra para el cálculo y aplicación del modelo al obtenerse el resultado de asignación óptima y contribuyendo a la toma de decisiones gerenciales de una empresa tanto en el campo financiero, de transporte, militar, industrial, de marketing, incluido el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales entre otros.

Mediante programación lineal se soluciona el caso práctico también cumpliendo el objetivo, se determinó la asignación de presupuesto en radio con un valor de 909.0915\$ y televisión con un valor de 9090,9\$ generando un beneficio a la empresa en términos de eficiencia al calcular la función objetivo máxima con un valor de 818,1811min por mes de publicidad.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Prabowo, R.; Singgih, M. L.; Karningsih, P. D.; Widodo, E. New product development from inactive problem perspective in Indonesian SMEs to open innovation. *J. Open Innov. Technol. Mark. Complex.* **2020**, 6 (1). <https://doi.org/10.3390/JOITMC6010020>.
- (2) Romero Rojas, J. D.; Ortiz Triana, V. K.; Caicedo Rolón, Á. La Teoría de Restricciones y la Optimización como Herramientas Gerenciales para la Programación de la Producción. Una Aplicación en la Industria de Muebles. *Rev. Metod. Cuantitativos para la Econ. y la Empres.* **2019**, 27, 74-90.
- (3) Hernández Ramírez, D.; Bluhm Gutiérrez, J.; Valle Rodríguez, S. CONCEPTOS BÁSICOS DE PROGRAMACIÓN LINEAL Y APLICACIÓN EN EL MANEJO DE RECURSOS NATURALES. *Rev. del Dr. Interinstitucional en Ciencias Ambient.* **2016**, N.º 6, 97-104. <https://doi.org/10.25100/ays.v0i0.4293>.
- (4) Falco, M.; Nuñez, I. J.; Perea, L.; Carlevari, R.; Tanzi, F. Herramienta Software como Soporte al Proceso de Enseñanza-Aprendizaje de la Programación Lineal. *Simp. Argentino Enseñanza Super. en Informática (SAESI)-JAIIO 47* **2018**, 33-45.
- (5) Gonzalez, V. H.; Sabando Vera, D.; Villacreses, K. B.; Oñate Guerrero, K.; Murillo García, D.; Zambrano Carrillo, G. MODELO DE PROGRAMACIÓN LINEAL APLICADO A UNA EMPRESA PYME DE CALZADO. *Proc. LACCEI Int. Multi-conference Eng. Educ. Technol.* **2018**. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2018.1.1.291>.
- (6) López Calvajar, G. A.; Castro Perdomo, N. A.; Guerra, O. Optimización del plan de producción. Estudio de caso Carpintería de Aluminio. *Univ. Y Soc.* **2017**, 9 (1), 178-186.
- (7) Coello Montecel, D. A. ¿Poder De Mercado o Eficiencia? Determinantes de la Rentabilidad del Sector Manufacturero Ecuatoriano Durante el Periodo Post-Dolarización. *X-Pedientes Económicos* **2017**, 1 (1), 56-77.
- (8) Aldás Salaza, D.; Reyes Vásquez, J.; Morales Perrazo, L. Optimización de costos

- de inventarios con algoritmo de programación lineal. Caso aplicado industria de producción de suelas. *INNOVA Res. J.* **2018**, 3 (2.1), 77-83.
<https://doi.org/10.33890/innova.v3.n2.1.2018.670>.
- (9) Caicedo Rolón, A. J.; Criado Alvarado, A. M.; Mrales Ramón, K. Modelo matemático para la planeación de la producción en una industria metalmeccánica. *Sci. Tech.* **2019**, 24 (3), 399-410. <https://doi.org/10.22517/23447214.16031>.
- (10) Altumi, A.; Al-yaseer, A. H. The Conventional , the Theory of Constraints , and the Linear Programming : Three Approaches to the Optimum Production Mix : A Comparative Study. *Int. J. Comput. Eng. Inf. Technol.* **2016**, 8 (7), 125-140.
- (11) Bulbulian, J. P.; Gastrell, J.; Tagni, E. I.; Manopella, S. Optimización de la distribución del personal de juegos de un casino través de la Programación Lineal. *18º Concurr. Trab. Estud. (EST 2015)-JAIIO 44* **2015**, 94-102.
- (12) Toapanta Sola, E. K. Modelo matemático de transporte en programación lineal . Una aplicación, 2019.
- (13) Šukalová, V.; Ceniga, P. Application of The Theory of Constraints Instrument in The Enterprise Distribution System. *Procedia Econ. Financ.* **2015**, 23, 134-139.
[https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)00445-1](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)00445-1).
- (14) Muñoz Castorena, R. V.; Hernández Ochoa, M. B.; Morales Garcí, M. *INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES*, Primera.; McGraw, H., Ed.; 2011.
- (15) Osejo Bucheli, C. Aproximaciones iniciales a la resolución lineales de tres variables en programación de problemas modelados con sistemas de ecuaciones lineal usando por vez un método gráfico. *Sigma* **2017**, 13 (2), 16-27.
- (16) Zavala Sialer, Y. S. Diseño de Modelo de Operaciones para el Proceso de Producción en el Almacén del Ganadero S.A.C Chiclayo 2016, 2019.
- (17) Kowalski, V.; Enríquez, H.; Santelices, I.; Mercedes, E. Enseñanza de algoritmos en Investigación Operativa : un enfoque desde la formación por competencias. *Ing. Ind. Actual. y Nuevas Tendencias Año* **2015**, 4 (15), 64-80.
- (18) Canut Díaz Velarde, E. M. Aprendiendo con Geogebra programación lineal: Método gráfico. **2018**, 0-8.

- (19) GeoGebra. GeoGebra Clasico con graficas de programación lineal
<https://www.geogebra.org/classic> (accessed nov 4, 2020).