



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Aplicación de un modelo de programación lineal para reducir los  
costos operativos en una empresa que transporte de cemento,  
Arequipa – 2023

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Industrial**

**AUTORES:**

Guimaray Haya, Emerson Fernando (orcid.org/0009-0005-9916-9969)

Mamani Yanqui, Maria Luisa (orcid.org/0009-0007-5165-9218)

**ASESORA:**

Mg. Quispe Rivera, Teotista Adelina (orcid.org/0000-0002-3371-1488)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productiva

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

**CHIMBOTE – PERÚ**

**2024**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, QUISPE RIVERA TEOTISTA ADELINA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Aplicación de un modelo de programación lineal para reducir los costos operativos en una empresa de transporte de cemento, Arequipa-2023", cuyos autores son GUIMARAY HAYA EMERSON FERNANDO, MAMANI YANQUI MARIA LUISA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 11%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 01 de Marzo del 2024

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
QUISPE RIVERA TEOTISTA ADELINA <b>DNI:</b> 02773303 <b>ORCID:</b> 0000-0002-3371-1488	Firmado electrónicamente por: TAQUISPE el 17-04- 2024 08:37:58

Código documento Trilce: TRI - 0739289



**Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, GUIMARAY HAYA EMERSON FERNANDO, MAMANI YANQUI MARIA LUISA estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Aplicación de un modelo de programación lineal para reducir los costos operativos en una empresa de transporte de cemento, Arequipa-2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
MARIA LUISA MAMANI YANQUI <b>DNI:</b> 47228829 <b>ORCID:</b> 0009-0007-5165-9218	Firmado electrónicamente por: MMAMANIYA el 01-03-2024 22:40:06
EMERSON FERNANDO GUIMARAY HAYA <b>DNI:</b> 40796010 <b>ORCID:</b> 0009-0005-9916-9969	Firmado electrónicamente por: EGUIMARAY el 01-03-2024 22:47:08

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darnos vida, salud y conocimiento,  
para hacernos así mejores seres humanos.

A todas las personas que trabajan  
abnegadamente día a día para salir adelante a  
pesar de todas las dificultades que enfrentan.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Ing. Teotista Adelina Quispe Rivera por su profesionalismo, dedicación y don de gente, por guiarnos durante todo el proceso y poder así dar a lugar el consiguiente trabajo.

Del mismo modo a la empresa, por todas las facilidades brindadas para la recolección de la información, así como para la aplicación de esta investigación

## Índice de contenidos

CARÁTULA.....	i
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	ii
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR.....	iii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. METODOLOGÍA .....	15
III. RESULTADOS.....	26
IV. DISCUSIÓN .....	59
V. CONCLUSIONES .....	63
VI. RECOMENDACIONES .....	64
REFERENCIAS.....	65
ANEXOS .....	78

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Instrumentos.....	19
<b>Tabla 2.</b> Cronograma .....	22
<b>Tabla 3.</b> Costos de implementación .....	23
<b>Tabla 4.</b> Tasa de descuento.....	23
<b>Tabla 5.</b> Análisis financiero .....	24
<b>Tabla 6.</b> Generalidades .....	26
<b>Tabla 7.</b> Unidades vehiculares .....	28
<b>Tabla 8.</b> Rutas de transporte .....	28
<b>Tabla 9.</b> Horas promedio por ruta y tráiler - setiembre 2023 .....	36
<b>Tabla 10.</b> Consumo combustible promedio por ruta y por tráiler - setiembre 2023.....	37
<b>Tabla 11.</b> Cantidad de transportes realizados setiembre - 2023 .....	38
<b>Tabla 12.</b> Costos variables setiembre - 2023 .....	38
<b>Tabla 13.</b> Costos fijos prorrateados – setiembre 2023 .....	39
<b>Tabla 14.</b> Costos operativos - pretest.....	39
<b>Tabla 15.</b> Demanda - oferta - noviembre 2023.....	41
<b>Tabla 16.</b> Variables de cálculo - noviembre 2023.....	42
<b>Tabla 17.</b> Análisis descriptivo costos operativos .....	48
<b>Tabla 18.</b> Análisis descriptivo costos variables.....	50
<b>Tabla 19.</b> Análisis descriptivo costos fijos .....	52
<b>Tabla 20.</b> Prueba de normalidad costos operativos.....	53
<b>Tabla 21.</b> Prueba de rangos con signo de Wilcoxon .....	54
<b>Tabla 22.</b> Prueba de hipótesis general .....	54
<b>Tabla 23.</b> Prueba de normalidad de hipótesis específica 1 .....	55
<b>Tabla 24.</b> Prueba de rangos con signo Wilcoxon .....	56
<b>Tabla 25.</b> Prueba de hipótesis específica 1 .....	56
<b>Tabla 26.</b> Prueba de normalidad de hipótesis específica 2 .....	57
<b>Tabla 27.</b> Prueba de rangos con signo de Wilcoxon .....	58
<b>Tabla 28.</b> Prueba de hipótesis específica 2.....	58

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Organigrama de la empresa .....	26
<b>Figura 2.</b> Diagrama de flujo de proceso de carguío y transporte.....	27
<b>Figura 3.</b> Ruta Yura - Tacna - Yura .....	29
<b>Figura 4.</b> Ruta Yura - Moquegua - Yura .....	30
<b>Figura 5.</b> Ruta Yura - Ilo - Yura .....	31
<b>Figura 6.</b> Yura - Caracoto - Yura.....	32
<b>Figura 7.</b> Ruta Yura - Huasao - Yura.....	33
<b>Figura 8.</b> Diagrama de Ishikawa .....	34
<b>Figura 9.</b> Diagrama de Pareto.....	35
<b>Figura 10.</b> Comparación de costos operativos pretest y postest.....	47
<b>Figura 11.</b> Costos variables pretest - postest.....	49
<b>Figura 12.</b> Costos Fijos .....	51



## RESUMEN

Por la presente labor cuyo sentido fue determinar en qué medida un modelo de programación lineal reduce los costos operativos en una empresa que transporta cemento, la cual se apoya en una investigación aplicada, con diseño preexperimental, alcance explicativo y enfoque cuantitativo, se llevó a cabo el análisis de la problemática lo cual se plasmó en diagramas, para posteriormente realizar el análisis documental (costos fijos y costos variables), una vez sistematizado en tablas se procedió a elaborar el modelo matemático planteando las variables de decisión, función objetivo y restricciones, para luego trasladar el modelamiento al MS Excel en su complemento Solver; donde se obtuvo como resultado la asignación de vehículos por ruta y su costo mínimo; para la validación de la hipótesis se utilizó la prueba Wilcoxon ( $p = 0.00$ ) por lo ende se afirma que el modelo planteado logró una minimización de S/. 84,679.95 desde S/. 86,545.82 representando una reducción de 2.16% en comparación con el costo inicial empleando los mismos recursos y cumpliendo la respectiva demanda. Se concluye que la programación lineal es una de las herramientas de la ingeniería industrial que posibilita resolver múltiples problemas de minimización o maximización de recursos en las tareas de toda empresa.

**Palabras clave:** Programación lineal, modelamiento matemático, solver, costos operativos.

## ABSTRACT

For the present work whose sense was to determine to what extent a linear programming model reduces the operating costs of a company that transports cement, which is supported by an applied research, with pre-experimental design, explanatory scope and quantitative approach, the analysis of the problem is carried out which was embodied in diagrams, Once systematized in tables, we proceeded to elaborate the mathematical model, proposing the decision variables, objective function and restrictions, and then transferring the modeling to MS Excel with its Solver add-in; where we obtained as a result the validation of the hypothesis using Wilcoxon ( $p = 0.00$ ) so we conclude that the proposed model achieved a minimization of S/ S/. 84,679.95 from S/ S/. 86,545.82 which represents a reduction of 2.16% compared to the initial cost using the same resources and meeting the respective demand. It is concluded that linear programming is a tool of industrial engineering that makes it possible to solve multiple problems of minimization or maximization of resources in the daily tasks of any company.

**Keywords:** Linear programming, mathematical modeling, solver, operating costs.

## I. INTRODUCCIÓN

En el escenario internacional donde siempre se exige que toda empresa sea competitiva y al que el sector transporte de carga pesada no es ajeno, se hace empleo de una de las herramientas de la ingeniería como lo es la programación lineal que entre sus características realiza la optimización de medios económicos ya sea incrementando beneficios o aminorando gastos, a la vez que se favorece al monitorizar el desenvolvimiento entre intervalos de tiempo para tomar en conocimiento la fluctuaciones del ámbito de sus operaciones, siendo eficaz en las decisiones a tener en cuenta. (Guerrero, 2022).

El transporte de carga pesada por vía terrestre significa la principal forma de movilizar productos a nivel mundial, por ejemplo en países desarrollados como EEUU y Canadá representa entre el 40% y 45% de lo trasladado, mientras que en el ámbito latinoamericano los valores son más amplios por ejemplo en Argentina son del 93%, Brasil 61% , Colombia 99%, Chile 95% y México 56% en este caso debido a que hay mayor desarrollo de vías férreas, también se presenta un fuerte contraste en cuanto a la ocupación de las bodegas y/o plataformas de carga de los vehículos, mientras que en países del primer mundo ronda alrededor del 75% en los países latinoamericanos está en torno al 50-60% provocado esto por diversos factores: informalidad, corrupción, inseguridad, etc. (Álvarez, 2021).

Por su parte en al ámbito nacional conforme a los datos proporcionados por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, a diciembre del 2022 en el Perú existen 173,611 km de carreteras de los cuales solo 30,209 Km son asfaltados mientras que 143,402 Km son afirmados o transitables por vehículos motorizados, por distintos motivos entre ellos la variada geografía hacen que transportarse por los diferentes distritos, provincias y regiones sean en muchos casos todo un reto que deben sortear en cada jornada miles de transportistas a lo largo del territorio patrio; por otro lado tenemos que en el país hay una producción promedio de 41 000 barriles diarios de petróleo (bdl) mientras que la demanda ronda los 250,000 (bdl) lo que obliga a importar y estar condicionado por las constantes alzas de los precios internacionales motivados por la afectación de la pandemia de COVID-19, la conflagración en Europa, Medio Oriente y la especulación de

precios; todo ello conlleva la alta volatilidad de los costos que afecta a la actividad del transporte de carga pesada. (MTC, 2022).

En el plano local la empresa en estudio con base en la ciudad de Arequipa cuenta con 5 unidades vehiculares (tráileres) teniendo cada uno la capacidad de transportar hasta 32 toneladas, en donde realizan la actividad de trasladar cemento en sacos o *Big bags* desde una fábrica de cemento en el distrito arequipeño de Yura hacia sus respectivos puntos de almacenaje y distribución en los siguientes destinos: Caracoto (San Román – Puno), Huasao (Cusco), Ilo, Moquegua y Tacna; es necesario indicar que los vehículos antes de cargar el cemento deben esperar de acuerdo a un orden de llegada establecido por el cliente (fabricante de cemento) además la entidad en estudio es completamente responsable de cualquier estrago y/o afectación en el cemento ya sea en su carga, transporte y descarga en el destino; es necesario mencionar que es el combustible en este caso Diésel B5 S-50, el que acarrea la mayor parte de los costos en la empresa en estudio, representando alrededor del 65% del esfuerzo económico mensual, sin embargo, no hay un seguimiento detallado en cuanto al empleo del mismo, pues se consideran los requerimientos históricos o por la experiencia de los conductores, por ejemplo, hay vehículos que pueden consumir en promedio 86 gal de combustible mientras que otros 90 gal en la misma ruta, a la vez hay los que utilizan 50 gal en contraparte de 57 gal de otro tráiler para el mismo recorrido traduciéndose en mayores gastos de recursos, por ello se tuvo en cuenta un modelo de programación lineal por el cual se asignen los vehículos más pertinentes para cada ruta conforme a sus respectivos costos por considerarse lo más adecuado teniendo en consideración los múltiples factores mencionados líneas arriba. Por consiguiente, el planteamiento del problema se expresa de la siguiente forma: ¿En qué medida la aplicación de un modelo de programación lineal permite reducir los costos operativos en la empresa?, se consideró los siguientes problemas específicos: ¿En qué medida un modelo de programación lineal permite reducir los costes variables en la empresa? y ¿En qué medida un modelo de programación lineal afecta los costos fijos en la empresa?

Cuando se habla de justificación, la presente investigación posee una justificación teórica porque proporciona información al posibilitar poner a prueba teorías sobre programación

lineal para mitigar costes en la organización empresarial. Además, tiene una justificación práctica ya que hace empleo del modelamiento matemático en cuanto a buscar minimizar costos en una operación de transporte, dado que se usó dicho modelo a la problemática en donde se atacó a la variable dependiente como son los costos de operatividad cubriendo cada una de sus dimensiones.

Presenta una justificación económica ya que con la aplicación del modelo se hace posible reducir los gastos en los cuales viene incurriendo la entidad poniendo a mano datos para la mejor toma de acciones, pronosticando su desenvolvimiento, etc. todo ello es posible en el corto y mediano plazo. Culminando que muestra una justificación metodológica porque la programación lineal es una herramienta poderosa para afrontar la problemática de la reducción de costos, brindando un marco analítico riguroso que posibilita la toma de decisiones informadas y estratégicas en el entorno empresarial.

El presente trabajo tiene como objetivo general: determinar en qué medida un modelo de programación lineal reduce los costos operativos de transporte en la empresa y muestra como objetivos específicos: evaluar en qué medida un modelo de programación lineal reduce los costos variables en la empresa y evaluar en qué medida un modelo de programación lineal mitiga los costos fijos en la empresa.

Para el concerniente trabajo se ha recopilado los siguientes precedentes internacionales y nacionales:

Chia-nan et al (2020), Tailandia, con el objetivo de desarrollar un modelo matemático para el transporte intermodal de mercancías centrándose en el mejor flujo, cantidad de vehículos y tiempos desde sus almacenes hasta su destino, con una metodología aplicada, de enfoque cuantitativo y diseño pre experimental donde ejecutó un modelo de programación lineal para reducir costes totales y otro modelo mixto en caso de datos aparentes, contemplando la capacidad de los nodos, los desvíos y utilización de máquinas para medir el rendimiento de transporte de cada una de ellas, llevó a cabo experimentación computacional para así evaluar cada una de las restricciones y analizar el desempeño de los modelos bajo distintos escenarios, los resultados muestran que empleando el modelo en un caso específico los costes se reducen a \$286,500 desde \$297,629 es decir una variación del 3.73% además el planteamiento considera la incertidumbre en cuanto a datos imprevistos con lo cual los costos se reducen un 4% adicional que se traducen en un costo minimizado de \$275,040, la investigación concluye que el empleo del modelamiento numérico en el transporte es una herramienta efectiva para el mejor uso de los recursos en las organizaciones generando mayor competitividad y beneficios a la organización. Esta investigación posibilitó comprender la aplicación de la programación lineal en situaciones particulares como es el caso del transporte intermodal, para esta operación de trasladar productos a través de vías terrestres y acuáticas, tomando en cuenta la cantidad de vehículos, costos y número de envíos lo que además permitió entender la versatilidad en el manejo de la herramienta a la situación afrontada.

Esquivel (2021), México, en su investigación tuvo como objetivo diseñar y aplicar un modelo matemático basado en el método del transporte para optimizar la logística del agave mezcalero en las zonas productoras a fin de minimizar sus costos, la metodología usada fue de tipo aplicado, enfoque cuantitativo y diseño pre experimental, se inclinó por un modelo determinístico, el que conlleva a asignar o distribuir diferentes cantidades de producto desde un punto de inicio hasta su destino al menor costo operativo, el cual se identificó en la cantidad de \$1,233,658.25 pesos mexicanos para un total de 39,348.48 t

transportadas entre 20 municipios productores hacia 5 centros de procesamiento al año, es decir desde las zonas de acopio hasta las plantas de procesamiento, concluye la necesidad de identificar los centros productores de agave con los menores precios y distancias para un mejor desarrollo de modelo lineal con el fin de mantener la reducción de los costos operativos de las empresas logrando mejores ingresos y servicios tanto en beneficio de los agricultores como de las plantas de producción. Este aporte nos permitió entender cómo mediante la identificación de los centros productores con aquellos costos más económicos podemos hacer un correcto uso de los medios disponibles de programación lineal para llevar los productos a sus centros de acopio de acuerdo con la demanda establecida para este fin.

Quintero, Omaña y Sangerman (2016) en México, en su obra se plantearon el objetivo de optimizar la distribución del fruto guayaba fresca hacia todas las circunscripciones mexicanas tanto cultivadoras como consumidoras por medio de un modelo matemático, teniendo una metodología aplicada, enfoque cuantitativo y diseño pre experimental, para ello se requirió establecer las variables de decisión, restricciones de oferta y demanda, debiéndose recabar información sobre los costos de cada origen y destino, obteniendo datos sobre producción por estado, por ciclo, así como áreas sembradas, centros de ofertantes y demandantes, a la vez que se sumaron informaciones sobre rendimiento del vehículo, costo de combustible y depreciaciones, se empleó el software especializado para la obtención de resultados que mostraron que solo hay tres estados productores mientras que 29 son los demandantes del fruto, el valor de costos operativos minimizados fue de \$78,645,380.00 pesos mexicanos, a la vez que se establecen los porcentajes optimizados de envíos por cada estado productor a los estados consumidores: Aguascalientes el 19.49% de su producción va hacia Jalisco, 18.26 a Veracruz, 15.95% a Guanajuato, 2.12% a Nayarit, 1.38% Colima y 0.83% a Sonora; el estado oferente de Michoacán destina 1.56% a Campeche, 2.22% a Tlaxcala, 2.52% a Quintana Roo y 2.95% a Veracruz, mientras que Zacatecas envía el 31.16% a Nuevo León, 21.11% a Baja California Norte, 18.25% a Sinaloa, 16.01% a Sonora, Durango con el 9.32% y 4.15% a Baja California Sur; resaltando que aun así los estados ofertantes cuentan con un excedente de 5,531.43 toneladas para abastecer su demanda o destinarlo hacia la exportación, se concluye que la programación lineal es una

herramienta que permitió minimizar los costos de transporte a la vez que posibilitó ubicar los lugares con mayor oferta y demanda del producto, además de los que presentan excedentes en el mismo. De similar modo en este trabajo visualizamos las virtudes de la programación lineal para identificar aquellos centros de producción con los menores costes de producto y los lugares de distribución más adecuados conforme a cada uno de ellos con lo cual se hacen sensibles ahorros de recursos materiales y humanos.

Rodríguez, García y Rodríguez (2022), Ecuador, en su trabajo cuyo objetivo buscó diseñar un modelamiento matemático para complementar un plan de carguío y acarreo de arena para construcción desde tres puntos de partida hacia cuatro de llegada, teniendo una metodología aplicada, enfoque cuantitativo y diseño pre experimental, para lo que debieron conocer los costos de transporte tanto de oferta, demanda diaria, definir las variables de cálculo, función objetivo, restricciones y efectuar el modelado del problema, para el caso planteado los costos minimizados son de \$8,190.00 desde un valor previo de \$8,600 para mover 100 t de material diarios, explicándose que desde el centro de producción ubicado en la localidad de Chambas se destina 25 t hacia Morón y 5 t a Violeta, Majagua 15 t a Júcaro, 15 t a Gaspar y 15 t a Violeta, mientras que Corojo se envían 25 t hacia la localidad de Gaspar , que representa el mínimo costo de transporte en comparación con otro tipo de asignación, arguyen que la aplicación de la programación lineal ayudó a disminuir los costos operativos mensuales en un 5% en comparación de las cifras precedentes, concluyen que el modelamiento posibilitó una reducción sensible en los costos operativos de la organización. Este trabajo gracias al correcto empleo de la herramienta permitió conocer el número de vehículos necesarios para realizar el proceso de transporte de material para la construcción hacia sus respectivos destinos de demanda del producto a la vez que se muestra la cantidad de material que debe transportar cada uno de ellos para hacer óptima sus labores.

Tapia y Cevallos (2021), Ecuador, efectuaron una investigación cuyo objetivo fue optimizar el transporte de cemento para minimizar sus costos, utilizaron una metodología aplicada, de enfoque cuantitativo y diseño pre experimental, donde hicieron uso de la programación lineal mediante el método Simplex estableciendo sus respectivos procedimientos como son definir la función objetivo, restricciones y variables lo cual



procesaron a través del complemento Solver en Excel, donde se determinó que desde la cementera Holcim Planta ubicada en Latacunga los costos de traslado minimizados son de \$66,750 desde \$89,000 para Latacunga los costos son de \$2,660 desde \$3,325 desde la Planta Holcim Guayaquil hacia Ambato \$57,500 cuando fueron de \$69,000, hacia el propio Guayaquil 12,090 desde \$16,120, para Machala \$30,225 cuando fueron \$36,270, hacia Riobamba \$5,280 partiendo de \$5,775 y Latacunga \$16,700 de \$20,875 lo que se resume que desde unos costos de \$240,365.00 anuales se redujeron a \$191,295.00 para el envío desde las dos plantas de producción hacia seis centros de distribución, concluyeron que un modelo matemático haciendo uso del método simplex se desenvuelve ejecutando ecuaciones e inecuaciones algebraicas que otorgan factibilidad a la solución de problemas concernientes a empequeñecer los costos de envíos entre centros productores y puntos de distribución. Este aporte nos fue de utilidad pues presenta la operación de transporte de cemento donde se redujeron con uso de la programación lineal los costos de traslado necesarios para lograr la distribución de los bienes a sus respectivos destinos.

Arzapalo (2023), Perú, en su investigación con el objetivo de aplicar un modelo matemático para calcular el número máximo de vehículos y equipos auxiliares de carga a ser asignados para incrementar la producción en una mina a cielo abierto, para lo cual se empleó una metodología aplicada, de enfoque cuantitativo y diseño pre experimental; realizó el modelamiento matemático del problema usando diversos métodos de transporte para la designación de operadores de equipamiento auxiliar, para la estimación de la cantidad de camiones necesarios para el acarreo en la excavación, empleó un software especializado para conocer los costos del modelado, logró determinar que para cuatro rutas de transporte del mineral hacia las respectivas máquinas chancadoras lo óptimo es asignar un total de 17 camiones a la pala mecánica, que pueden acarrear 31.11 t/h de material con un coste total de \$7,553/h o \$181,272 al día y el costo unitario de \$0.8166/t, concluyendo que designar óptimamente los equipos con los costos más bajos redituará en ahorros en los costes operativos en la empresa. Este trabajo nos aportó conocimientos sobre asignación de vehículos para una optimización de recursos en cuanto a las cantidades necesarias para llevar a cabo sus labores a la vez que considera aspectos en cuanto a la programación de rutas con lo

cual no solo se ocupa de ahorros monetarios sino también de tiempo para la ejecución de operaciones.

Collado (2017), Perú, con el objetivo de llevar a cabo un modelo matemático, que permita optimizar la carga metálica en una fundición, seleccionando la cantidad de minerales y porcentajes necesarios para cumplir con lo requerido, siendo una investigación de tipo aplicado, enfoque cuantitativo y diseño pre experimental, de acuerdo con los datos obtenidos para el proceso de fundición a un menor costo se requiere que entre los 11 materiales metálicos a disposición solo se empleen 6 de ellos: x(2) Fundición nueva FK – 2 125 en un 29.9%, Material recirculante en 30%, Fe – Si 75 al 0.010%, Chatarra de acero en 10%, Chatarra de fundición (F) B en 27.7% y Chatarra de Fundición (F) C con un 2.3% respectivamente, El costo mínimo total del acarreo metálico es de S/.1,161.03/t correspondiente al principal producto hierro gris FC-20. Concluye que el método utilizado en el modelo posibilita disponer de las cantidades adecuadas de materia prima metálica para llevar sus operaciones con lo que se logra reducir los costos de operatividad dado a la correcta asignación de estos. Este trabajo sirvió para conocer de qué manera la herramienta empleada posibilita ahorros en cuanto al uso de recursos para el cumplimiento de una tarea determinada, cumpliendo con los requisitos necesarios del producto.

Pozo (2021), Perú, con el objetivo de optimizar la flota de máquinas para compactado masivo, asignando la cantidad y el tipo de equipamiento para el proyecto de construcción de muros de contención de los viaductos 4.2 y 6.1 de la Línea Amarilla en la ciudad de Lima. La metodología trabajada fue de tipo aplicado, enfoque cuantitativo y de diseño pre experimental, ejecuta la investigación de operaciones sobre el problema, su modelamiento y parametrización donde se analizan los elementos que sostienen el trabajo como son las características de la construcción así como de cada uno de los equipos, al tratarse de un problema de programación lineal se elaboran la función objetivo, restricciones apoyándose en el método Simplex, en su variante de dos fases, además de materializarlo en el software especializado, dando como resultados que en el viaducto 4.2 se consiguió ahorros en tiempo de 04 días y respecto al planeamiento de inicio de \$6,367.92 y un menor gasto en \$29,681.52 en relación al proyecto no

optimizado. Con respecto al viaducto 6.1 se terminó en los plazos definidos además de un ahorro en relación con el proyecto inicial de \$8,007.76 y en costos de \$21,762.80 en comparación con el proyecto sin optimizar. Concluye que la solución para el problema de optimización se inicia analizando la manera cómo se realizan las actividades y cómo trabajan las máquinas, todo ello hace que podamos hacer que los equipos trabajen mejor mediante la formulación de métodos y/o herramientas en el modelamiento matemático que reditúan en la disminución de costos económicos y de tiempo. Esta obra contribuyó en nuestra investigación aportando otros datos sobre el uso de la programación lineal en el ahorro de costos económicos y de tiempo a la vez que se abordó la problemática en dos operaciones paralelas abarcando las singularidades de cada una de ellas.

Obregón (2016) Perú, en cuya investigación tuvo como objetivo optimizar el rendimiento metalúrgico y valor monetario de concentrados de mineral en una planta, para tal propósito usó una metodología aplicada, con enfoque cuantitativo y de diseño pre experimental, para ello debió enmarcar las variables de decisión, redactar la función objetivo y plasmar las restricciones en función a las variables de decisión y de no negatividad, todo el modelamiento matemático se llevó al complemento Solver para su ejecución y solución. Se observa un incremento en cuanto a las calidades y recuperación de los concentrados minerales como el de plomo que presenta un incremento de calidad del 1.08% y se recupera un 2.8% en tanto que para el concentrado de Zinc el aumento de la calidad es de 0.41% y el rescate asciende a 0.43%, además tras la optimización los valores económicos demuestran que la empresa minera se favorece monetariamente alcanzando una utilidad de \$11.95/tm de mineral manejado en un trimestre, esto se traduce en ingresos \$17,596,756.31 desde costos anteriores de \$15,340,029.31 . Para concluir que a través del empleo de la programación lineal y con la aplicación del complemento Solver se optimizó el proceso de *blending*, haciendo la operación más beneficiosa en la reducción de gastos. De similar forma este trabajo nos ayudó a entender la manera cómo la herramienta contribuye a la optimización de recursos necesarios para lograr la elaboración de un determinado producto, indicando las cantidades y/o medios necesarios para obtener el resultado esperado.

Osorio (2016), Perú, cuya investigación tuvo el objetivo de optimizar un plan de

transporte para maximizar la rentabilidad en la colocación de los viajes, la metodología usada fue de tipo aplicado, con enfoque cuantitativo y diseño pre experimental, para lo que tuvo lugar un modelamiento matemático concerniente a la problemática planteada en este caso la distribución de 220 unidades vehiculares entre las localidades de Lima, Cañete, Chincha, Pisco e Ica por tramo de horario proyectado en una semana, se obtuvo un costo de S/. 1,583,712.00 desde S/. 1,789,227.00 para movilizar en ambos casos 219,684 pasajeros al año con lo que se ve incrementada la rentabilidad desde S/.1,795,262.00 hasta los S/.2,000,777.00 con lo que se obtiene una variación favorable del 11%, a la vez que se incrementó el número de pasajeros por unidad hasta casi completar la ocupación de asientos por viaje, concluye el modelamiento permite no solo reducir costos monetarios sino también incrementar la disponibilidad de vehículos a la vez que se incrementa la ocupación de los mismos conforme al plan de ruteo programado. Este trabajo ilustró el caso donde se requiera optimizar mediante la programación lineal la asignación idónea de vehículos para cubrir determinadas rutas al menor costo posible a la vez que se vio incrementado en cuanto a la cantidad de pasajes vendidos lo cual es beneficioso para las operaciones de la empresa.

Concerniente a los conceptos tomados en cuenta para esta investigación se tiene, los referidos a la variable independiente denominada programación lineal siendo sus dimensiones: función objetivo, variables de decisión y restricciones. Mientras que la variable dependiente está identificada como costos operativos tiene dos dimensiones: costos fijos y costos variables. (Anexo 1)

Programación lineal está entendida como un modelo matemático referido a la asignación de ciertos recursos que son de carácter finito o limitado (dinero, maquinaria, trabajadores, tiempo, etc.) para que empleando estos, los costos que demanden sean minimizados o según corresponda el caso los beneficios puedan ser maximizados (Ayuso, 2019, p.1), deben tener una serie de aspectos inherentes como son las variables de decisión para posibilitar escribir la función lineal denominada función objetivo, las directrices de operación se expresan como ecuaciones o inecuaciones conocidas como restricciones del problema; un problema de programación lineal está expresado de manera canónica si es un problema de maximización o minimización, sus restricciones son de tipo menor

o igual y sus variables de decisión expresan la no negatividad. (Ayuso, 2019, p.34).

Programación lineal es la deliberación de una cantidad de pasos o actividades por un número limitado de recursos de modo que se obtenga el mayor rendimiento posible ya sea maximizando es decir buscando la mayor utilidad o beneficio, o minimizando en donde se busca un menor gasto o egreso para la empresa. (Guerrero, 2022, p. 7).

Programación lineal entendida como la pugna de un número de actividades (productos) por unos medios o suministros finitos de modo que se consiga el máximo rendimiento posible o el mínimo egreso de recursos para lograr el propósito señalado. (Salas, 2018, p.2).

Variable de decisión es la interrogante que simboliza una cantidad que se debe establecer para optimizar el problema tratado, en estas variables figuran las decisiones que se admiten para lograr el propósito propuesto, las variables de decisión se expresan mediante letras, tales como  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , en donde cada una de ellas encarna una decisión puntual que influye en la resolución del problema. (Ayuso, 2019).

Función objetivo es la capacidad o tarea matemática lineal que se busca maximizar o minimizar, se traduce en el objetivo central del problema y el fin que se persigue lograr al tomar acuerdos óptimos relacionados con las variables de decisión, está condicionada por éstas y sus coeficientes, para el caso de una minimización presenta la ecuación: *Minimizar*  $Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$ . en donde  $Z$  es la función objetivo que se busca minimizar,  $c_1, c_2, c_3$  vienen a ser los coeficientes que simbolizan el aporte de cada variable de decisión  $x_1, x_2, \dots, x_n$ . (Pérez, 2019).

Restricciones vienen a ser las condiciones que restringen las soluciones posibles al problema y que están obligadas a acatarse para la validez de la solución, deben expresarse como ecuaciones o desigualdades lineales que incluyen las variables de decisión, se dividen en restricciones de igualdad que son las ecuaciones lineales, para fundar una igualdad entre una conjunción lineal de las variables de decisión y un valor constante, por ejemplo,  $a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n = b$ , donde  $a_1, a_2, \dots, a_n$  son los coeficientes,  $x_1, x_2, \dots, x_n$  están dadas por las variables de decisión y  $b$  es el valor

constante. Y las restricciones de desigualdad que como su nombre lo indica son las desigualdades lineales que fundan una relación de menor que ( $\leq$ ), mayor que ( $\geq$ ), o igualdad (=) entre una conjunción lineal de las variables de decisión y el valor constante, como en el caso;  $a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n \leq b$ , en donde  $a_1, a_2, \dots, a_n$  son los coeficientes,  $x_1, x_2, \dots, x_n$  están dadas por las variables de decisión y  $b$  es el valor perenne. Otra restricción elemental es la no negatividad de las variables que está implícita pues establece que las variables de decisión no pueden tener valores negativos, por ende, no pueden ser menores a cero, se asume que las variables  $x_1, x_2, \dots, x_n$  son no negativas, o sea,  $x_i \geq 0$  en todo  $i$ . (Guerrero, 2022).

Los modelos de optimización son todos aquellos que poseen una función a mejorar y unas limitaciones de medios conocidos como restricciones, que, de acuerdo con determinadas condiciones de aquellas, se obtendrán buenos resultados del empleo de estos. (Pérez, 2019, p.20).

Para elaborar un modelo de optimización se debe tener en cuenta antes: situación del problema, planteamiento del modelo, proceso de optimización, análisis de resultados y/o Implementación modelo. (Pérez, 2019, p.21).

Algoritmo Simplex es un método iterativo para solucionar un problema de carácter lineal en una forma típica o estándar, inicializa con una solución básica posible para luego en cada iteración, se vaya construyendo otra mejor más factible a la función objetivo, se suele seguir los siguientes pasos: hallar una solución básica inicial, definir si aquella solución inicial es óptima o no lo es, si en caso lo fuera, finalizar, caso contrario definir otra solución mejorada (Hernández, 2019, p. 69).

Problema de transporte viene dado cuando se necesita trasladar determinado producto desde  $m$  puntos de oferta u orígenes, hacia  $n$  puntos de demanda, conocidos como destinos, de tal forma que no se exceda las existencias de cada origen satisfaciendo la demanda de cada destino con el mínimo coste posible de transporte, las características de este modelo se analizan en la suposición que oferta total y demanda total sean iguales, pero si esto no se cumple, hay la opción de reunir al modelo inicial otro semejante en donde este posible caso se cumpla, es decir si la oferta total se impone a la demanda

total, puede conceptuarse un destino ficticio en donde la demanda signifique el exceso de producción. Este modelo puede ser representado por la denominada tabla de transporte en donde cada renglón está enlazado a un origen y cada columna hacia un destino por lo que cada variable  $X_{ij}$  se le asigna un casillero, una de sus propiedades en cuanto a la matriz de restricciones es que no tiene rango completo, porque cuando se adicionan los primeros  $m$  renglones y se sustraen los siguientes  $n$  obtenemos el vector 0, lo cual puede ser interpretado que si no conocemos la oferta desde un origen o la demanda de un destino, puede calcularse desde el punto que la oferta inicial es igual a la demanda final esto se demuestra con que el rango de la matriz es igual a  $m+n-1$  (Ayuso, 2019).

El costo operativo está referido por la totalidad de los suministros exteriorizados en condiciones monetarias que se destinan para poder elaborar un bien o suministrar un servicio que suscite provechos económicos en el futuro y que se recobra en el instante de la comercialización de los bienes o servicios. (Alcántara y Agundiz, 2018, p 11).

Por su parte (Laza, 2022, p.80) señala que los costos operativos son todos aquellos costos que incurren en el transporte de los productos desde un punto inicial hasta un punto final.

Costos operativos son las inversiones que toman a lugar con el propósito de conseguir beneficios en el presente y en el futuro, por consiguiente, comprender los costos de una actividad es entender la cantidad de dinero invertido. (Rincón, 2022, p.76).

Costos fijos que son los que se generan debido a las actividades de la empresa y no son afectos a variaciones sensibles o cambios drásticos; mientras que los costos variables se calculan en función al nivel de trabajo o lo que se da en base al kilometraje recorrido por los vehículos, es decir si el nivel de las actividades se reducen estos costos también lo hacen y en caso contrario los costos se incrementan. (Rincón, 2022, p.77).

Los costos fijos, los identificamos como aquellos costos que no son evidentes a pequeñas variaciones en los grados de actividad, más bien se mantienen invariables ante esos cambios. Estos costos son conocidos porque permanecen invariables o

estables independientemente del número de actividades u operaciones realizadas por la empresa (Arenal, 2022, p.80). Como costos fijos podemos nombrar: Salarios y contribuciones: los pagos y las cuotas sociales de los colaboradores de la planilla de la empresa, son uno de los principales costos fijos para está. Su cálculo sobre el total es acorde a la actividad misma, corresponde a todos los gastos que se incurren en el año para la operación normal de la entidad según las normas a las que se rige en el país como por ejemplos el seguro obligatorio para pago contra accidentes, permisos de operación, la depreciación que es la devaluación periódica del bien en el tiempo por uso de desgaste, gastos administrativos que son los gastos que se dan en el área administrativa tales como el salario administrativo, alquiler de oficinas entre otros servicios más(Arenal, 2022, p.82).

Los costos variables se calculan en facultad al desarrollo de actividad o lo que es lo mismo en función del kilometraje recorrido. Es decir, si el grado de actividad declina entonces estos gastos se reducen y si el nivel de actividad se incrementa de la misma forma lo hace esta clase de costo. “Tienden a ser caros, debido a que la edificación y mantenimiento de las vías de tránsito se facturan a los usuarios en forma de impuestos como el denominado impuesto general a las ventas, peajes e impuestos por la relación a la tara/kilometraje” (Arenal, 2022, p.80), dentro de los costos variables se perciben los siguientes: el combustible, hace referencia al monto destinado para la adquisición de esta materia para el funcionamiento de la unidad para la distribución de los productos finales a los clientes últimos, es el principal costo variable, ya que su consumo depende del nivel de trabajo de la entidad; el mantenimiento, los lubricantes, las revisiones de los vehículos son necesarios para el transporte de mercaderías y por otro lado la periodicidad de esta depende del grado de actividad de la organización, el valor de mantenimiento, que se efectúa en tiempo determinado de acuerdo con el kilometraje recorrido.

Se planteó la hipótesis: la aplicación de un modelo de programación lineal reduce los costos operativos en la empresa, siendo sus hipótesis específicas: la aplicación de un modelo de programación reduce los costos variables en la empresa y la aplicación de un modelo de programación lineal afecta los costos fijos en la empresa.



## II. METODOLOGÍA

La presente tesis obedeció a una investigación de tipo aplicado dado que persiguió solucionar un problema por medio de la aplicación de la programación lineal sobre los gastos operativos de la entidad en análisis. El nivel de investigación es explicativo debido a que explica cómo la programación lineal posibilita reducir los costos, su enfoque es cuantitativo dado que se miden y cuantifican los resultados, teniendo como referencia un grupo control y otro grupo tratado, además se trabajó a partir de los análisis estadísticos que se obtuvieron de la información recabada.

El diseño de esta investigación fue experimental, dado que se llevó a cabo el manejo de las variables y se determinó su relación causa y efecto. Su enfoque es preexperimental dado que el rango de control de las variables es ínfimo y la muestra es seleccionada por los investigadores, donde se dio lugar a la recopilación de información en el pretest es decir antes de la manipulación de las variables y en el post test luego de la manipulación de ésta.

$$G: O_1 \text{-----} X \text{-----} O_2$$

Donde:

G: Costos operativos de la empresa

O<sub>1</sub>: pretest costos operativos

O<sub>2</sub>: post test costos operativos

X: Aplicación del Modelo de Programación Lineal

La variable independiente está dada por la programación lineal que es un modelo matemático referido a la asignación de recursos finitos, para lograr que los costos sean minimizados y/o los beneficios maximizados. Abarca variables desconocidas denominadas *variables de decisión* que van a conformar en el modelamiento la *función objetivo*, y de pautas de operación llamadas *restricciones* en base a ecuaciones o desigualdades lineales. (Hernández, 2019, p. 1) Sus indicadores y dimensiones considerados de acuerdo con su definición y teniendo foco en el modelo o problema de

transporte son: Variables de decisión, función objetivo, restricciones de la oferta y restricciones de la demanda.

*Función Objetivo:*

$$\text{Min}(z) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

*Restricciones:*

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = O_i, \quad i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = d_j, \quad j = 1, \dots, n$$

$$X_{ij} \geq 0; \quad i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n$$

**Donde:**

***X<sub>ij</sub>* = número de transportes o envíos del origen *i* al destino *j*; (*i* = 1, ..., *m*, *j* = 1, ..., *n*).**

*La oferta total es igual a la demanda total*

$$\sum_{i=1}^m O_i = \sum_{j=1}^n d_j$$

La variable dependiente son los costos operativos de transporte, donde la definición conceptual lo puntualiza como una responsabilidad de la empresa después de la inversión inicial, con el propósito de llevar a cabo procesos productivos incluyendo también los gastos operativos y de manutención de la organización empresarial. Es decir, los que se dan en el desempeño de la actividad empresarial. Se recalca que los costos de operación se producen en cuanto el devenir empresarial está en plenas operaciones. (Nuño, 2023). Y la definición operacional son los costos que incurren en el transporte de los productos desde un punto inicial hasta un punto final.

Los indicadores y escalas de medición considerados son:

Costos fijos (Razón)

$$\mathbf{CF = SP + D + GA + M}$$

Donde:

SP: Salario personal

D: Depreciación

GA: Gastos administrativos

M: Mantenimiento

Costos variables (Razón)

$$\mathbf{CV = CM + CC + B}$$

Donde:

CM: Costo de mantenimiento

CC: Costo de combustible

B: Bonificaciones

La población se define como la totalidad de elementos en los cuales se está interesado en conocer (Sheldom, 2018, p.5), para esta investigación la población constó de N = 50 registros de costos operativos de transporte de la empresa correspondientes a 4 semanas de transportes durante el mes.

Los criterios de inclusión considerados fueron los costos operativos de los vehículos comprendidos en los meses de setiembre para el pretest y noviembre para el postest del año 2023.

Los criterios de exclusión fueron aquellos costos ocasionados producto de siniestros o hechos fortuitos como accidentes o pérdida y/o merma de carguíos de cemento.

En esta investigación se utilizó una muestra de tipo censal tal como lo explican Särndal y Lundström (2018), afirman que cuando se estudia poblaciones pequeñas es posible incluir todos los datos para tener mayor certeza en cuanto al análisis efectuado.

Dado que la muestra es de tipo censal, el muestreo no aplica.

La unidad de análisis es cada registro de los costos operativos de transporte.

Las técnicas son todos aquellos pasos o maneras específicas de obtener datos. Las técnicas son particulares e individuales a cada disciplina, por lo que se complementan al método empleado científicamente. (Escobar y Bilbao, 2020, p.99).

En la consiguiente labor se empleó la técnica de análisis documental ya que nos posibilita recopilar la data del pretest y postest de los costos operativos de la organización empresarial.

El análisis documental lo que hace es convertir unos datos primarios en uno secundario, obteniendo una nueva referencia documental que permita emplearlo mejor.

Por otra parte, el análisis de datos es una técnica por medio de la cual se obtiene información valiosa que puede emplearse para la meditación de decisiones a realizar sobre las causas de un problema o inquietud. (Escobar y Bilbao, 2020, p.89).

Los instrumentos están representados por cualquier medio o formato que se emplea para conseguir, registrar o almacenar información pertinente. (Escobar y Bilbao, 2020, p.99).

Para esta investigación con el propósito de conocer, analizar y evaluar los costos de operación en la empresa se hizo uso de los siguientes instrumentos:

Guías de revisión documental posibilitan estructurar y guiar el proceso de análisis de documentos en la investigación.

Diagramas de flujo son una representación gráfica de un determinado proceso donde se muestra las actividades que lo forman, pasos que se dan a lugar y el flujo del trabajo de inicio a fin.

Diagrama de Ishikawa, factibiliza identificar, organizar y analizar los posibles motivos de un determinado problema.

Diagrama de Pareto es una herramienta gráfica donde se combinan barras y líneas representando la distribución de un cúmulo de datos.

Microsoft Excel es un programa informático de hojas de cálculo que posibilita organizar, manipular y analizar datos mediante tablas, fórmulas, gráficos y funciones integradas.

IBM SPSS es un programa informático especializado que realiza una variada gama de análisis estadísticos.

**Tabla 1.** Instrumentos

ITEM	VARIABLES	DIMENSIÓN	TÉCNICA	INSTRUMENTO
1	Programación lineal	Variables de decisión	Análisis documentario	Guías de revisión documental Diagrama de flujo de proceso Diagrama de Ishikawa Diagrama de Pareto
		Función objetivo		
		Restricciones		
2	Costos operativos	Costos fijos	Observación  Análisis de datos	Ficha de cotejo Software estadístico: IBM SPSS, Software de hojas de cálculo: Microsoft Excel
		Costos variables		

Fuente: elaboración propia

Para la validación de los instrumentos, se realizó el método de juicio de expertos. Donde tres especialistas revisaron detalladamente los instrumentos dieron su aprobación, validados coherentemente para emplearlos en el proyecto (anexo 3).

- Ing. Caballero García, Ana María      DNI N° 32778744
- Ing. Paredes Campos, Juan      DNI N° 17972295
- Ing. Tejada Manrique, Eva Elizabeth      DNI N° 42385915

Los registros extraídos de la base de datos de la empresa, que han sido utilizados para la investigación con total confidencialidad.

Para el procedimiento previo al inicio de este trabajo, se solicitó al representante legal de la empresa otorgue la carta de autorización para poder llevar a cabo la presente investigación (anexo 5).

Con el propósito de llevar a cabo el trabajo, se procedió a utilizar los instrumentos de recolección de datos, para la indagación se procedió en primer término a diagnosticar el acontecer presente en la problemática de la entidad donde se recabó los principales retos que afronta la misma, se empleó del diagrama de Ishikawa se señaló de forma general las causas que provocan todos estos problemas, todo ello fue recopilado y especificado en un diagrama de Pareto.

Posteriormente se hizo un desglose mediante tablas sobre los aspectos del trabajo de la muestra seleccionada en los periodos determinados teniendo en cuenta fechas de operaciones, rutas atendidas, vehículos asignados, cantidad de galones consumidos, con sus respectivas observaciones según corresponda; luego en el reporte de costo de operaciones se detalló los gastos en combustible, salarios, incentivos, compras y otros gastos.

Con todo ello se obtuvo los datos del pretest para poder realizar el modelo de programación lineal que incluye como primer paso: determinar el objetivo, segundo paso: identificar las variables de decisión, tercer paso: establecer las restricciones, cuarto paso: formular la función objetivo, quinto paso: escribir las ecuaciones o desigualdades, sexto paso: identificar el dominio de las variables, séptimo paso: definir la función objetivo y las

restricciones con su debida demarcación de variables, octavo paso: resolver el modelo, y finalmente: validar y verificar el modelo.

Entendiendo que se buscan reducir los costos operativos en donde nos encontramos con un problema de asignación en el transporte donde cada vehículo reporta diferente nivel de gasto en comparación con los otros vehículos a pesar de tratarse de las mismas rutas se comprende que se enmarca dentro de la programación lineal, por ello mediante Microsoft Excel a través de su complemento *Solver* basado en buscar soluciones a problemas lineales mediante el método Simplex, por lo se debió conocer cuáles son los vehículos más apropiados para llevar a cabo los transportes conforme la demanda del cliente. (Anexo 9).

Una vez con los resultados del modelamiento se establecieron los destinos que debieron tener cada uno de los cinco vehículos para atender los pedidos de transporte del cliente, lo cual fue plasmado a través del diseño de una programación de envíos (Anexo 9).

Posteriormente se recogieron los datos del postest los cuales se plasmaron en tablas, para luego ser evaluados en el análisis estadístico en el software IBM SPSS, para luego dar a lugar el desarrollo de las conclusiones y sugerencias.

**Tabla 2.** Cronograma

N	ACTIVIDADES	TIEMPO																			
		AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Recopilación de datos administrativos	■	■																		
2	Recopilación de datos operativos			■	■																
3	Elaboración costos para Pretest					■	■	■	■												
4	Formulación del modelo matemático							■	■												
5	Programación de transportes									■	■	■									
6	Medición nuevos costos – Postest												■	■	■	■					
7	Comparación estadística																■	■			
8	Conclusiones y recomendaciones																		■	■	

Fuente: elaboración propia



## Análisis VAN y TIR

Para la realización del análisis se precisó tener en cuenta la inversión demandada para la puesta en ejecución de la implementación del modelo, la cual se detalla a continuación:

**Tabla 3.** Costos de implementación

DESCRIPCIÓN	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Tesista 1	96 horas	37.00	3,552.00
Tesista 2	96 horas	37.00	3,552.00
Portátil	1	3,750	3,750.00
Office 365 (membresía)	1	220.00	220.00
USB 16GB	1	15.00	15.00
Otros	1	236.00	236.00
<b>TOTAL: (S/.)</b>			<b>S/.11,325.00</b>

Fuente: elaboración propia

Interpretación: En la tabla 3 se muestra la valorización del trabajo de los tesistas con un costo por hora de S/.37.00 (Computrabajo, 2024), el total de la inversión para la implementación del modelo de programación lineal tomando en cuenta los recursos humanos y materiales ascendió a S/. 11,325.00

**Tabla 4.** Tasa de descuento

Costos operativos pretest	S/. 86,545.82
Costos operativos posttest	S/. 84,679.95
Diferencia costos operativos pre y post	S/. 1,865.87
Tasa descuento	11% (anual) 0.87% (mensual)

En general la tasa de descuento para empresas del sector transporte de carga terrestre teniendo en cuenta los riesgos del sector, estructura de capital y condiciones de mercado es en promedio del 11% anual que convertida a tasa mensual es de 0.87%

**Tabla 5.** Análisis financiero

Mes	Flujo de efectivo	Saldos actualizados
0	S/. – 11,325.00	S/. 0.00
1	S/. 1,865.87	S/. 1,849.78
2	S/. 1,865.87	S/. 1,833.82
3	S/. 1,865.87	S/. 1,818.00
4	S/. 1,865.87	S/. 1,802.33
5	S/. 1,865.87	S/. 1,786.78
6	S/. 1,865.87	S/. 1,771.36
7	S/. 1,865.87	S/. 1,756.09
8	S/. 1,865.87	S/. 1,740.96
9	S/. 1,865.87	S/. 1,725.93
10	S/. 1,865.87	S/. 1,711.04
11	S/. 1,865.87	S/. 1,696.29
12	S/. 1,865.87	S/. 1,681.66
VAN		<b>S/. 9,849.04</b>
TIR		<b>12%</b>
Periodo recuperación de inversión		6.27 meses
Costo/beneficio		<b>1.86</b>

Fuente: Análisis VAN, TIR, B/C en Excel

Interpretación: El costo beneficio presenta un valor de 1.86 lo que quiere decir que por cada sol invertido en la implementación del modelo hay un ingreso (reducción de costos) de S/.0.86 durante el periodo evaluado (anexo 9).

En cuanto a los métodos de análisis de datos para este trabajo, se emplearon las técnicas de análisis de datos, donde se procedieron a presentar promedios y porcentajes, para exponer la situación actual, utilizándose el software Excel mediante gráficos y tablas para así visualizar los costos y compararlos antes y después de la aplicación de la programación lineal.

Para realizar el análisis inferencial, se procedió a calcular la normalidad de cada costo mediante las pruebas de Shapiro-Wilk y luego las hipótesis a través de la prueba Wilcoxon.

Finalmente, en cuanto al aspecto ético, el trabajo propuesto se llevó adelante con el consentimiento respectivo de parte de la empresa, se asegura la credibilidad de los datos y a la sinceridad de los resultados obtenidos. La información conseguida en este trabajo de investigación fue empleada solo con fines universitarios y en ninguna circunstancia para fines comerciales o que afecten directa o indirectamente a la empresa.

### III. RESULTADOS

#### Datos de la empresa

Tabla 6. Generalidades

Inicio operaciones	10/02/2022
Domicilio fiscal:	Calle José Olaya 332 Urb. José Carlos Mariátegui, Paucarpata, Arequipa
Rubro:	Transporte de carga pesada
Clientes:	Fabricantes, distribuidores de cemento y afines.

Fuente: La empresa

#### Organigrama de la empresa

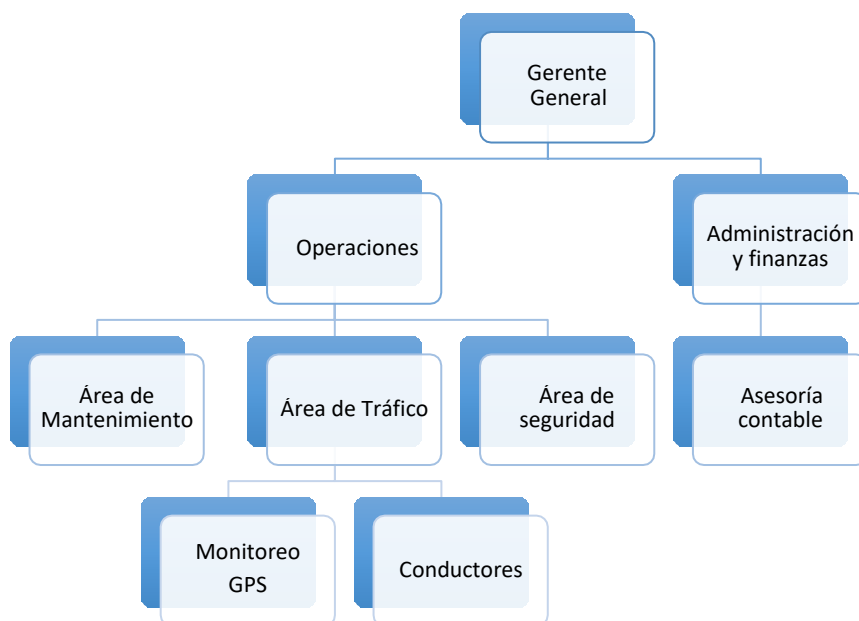


Figura 1. Organigrama de la empresa

Fuente: La empresa



**Tabla 7.** Unidades vehiculares

Placa	MARCA	MODELO	Potencia	Año
V6A-759	Freightliner	CL 120	430 hp	2008
A4P-892	Volvo	FH 6X4 T	400 hp	2007
V5J-836	Volvo	FH 12	380 hp	2000
V5U-800	Volvo	FH 12	380 hp	2000
V6O-947	Mack	CXU613E	440 hp	2013

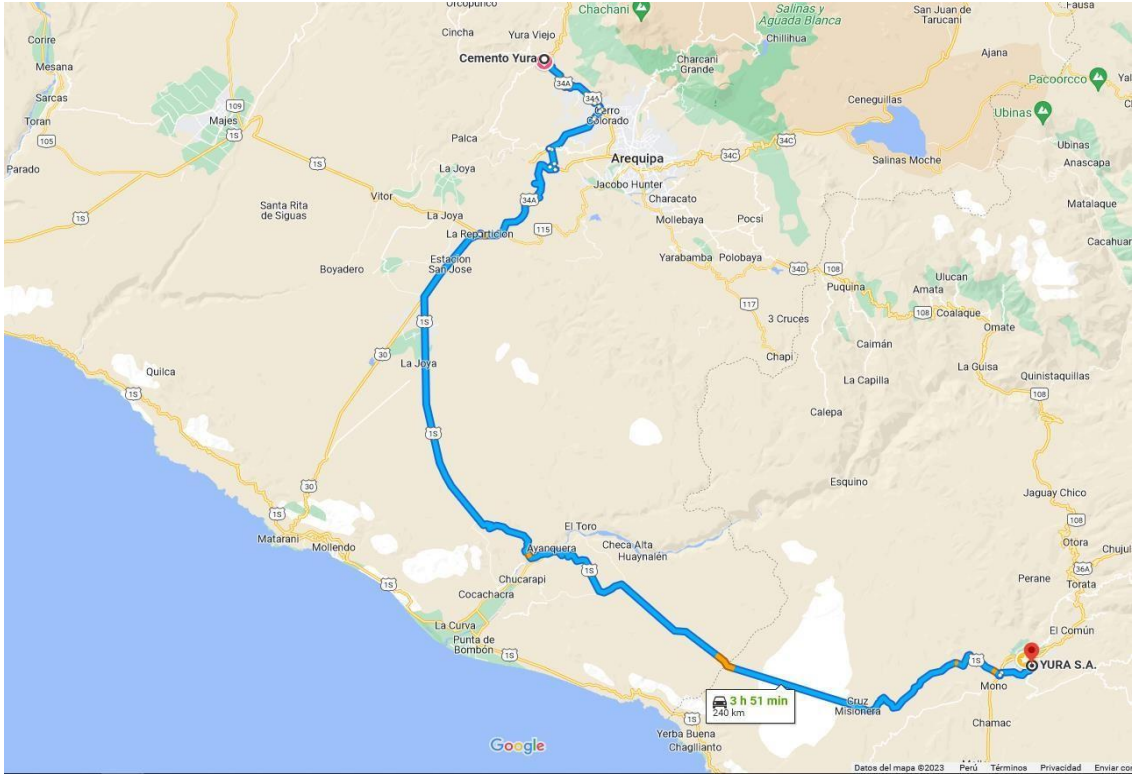
Fuente: La empresa

**Tabla 8.** Rutas de transporte

Código de carga	Inicio	Destino	Distancia
001	Distrito de Yura Arequipa - Perú	Tacna	385 km
002		Moquegua	230 km
003		Ilo	240 km
004		Caracoto (Juliaca)	262 km
005		Huasao (Cusco)	475 km

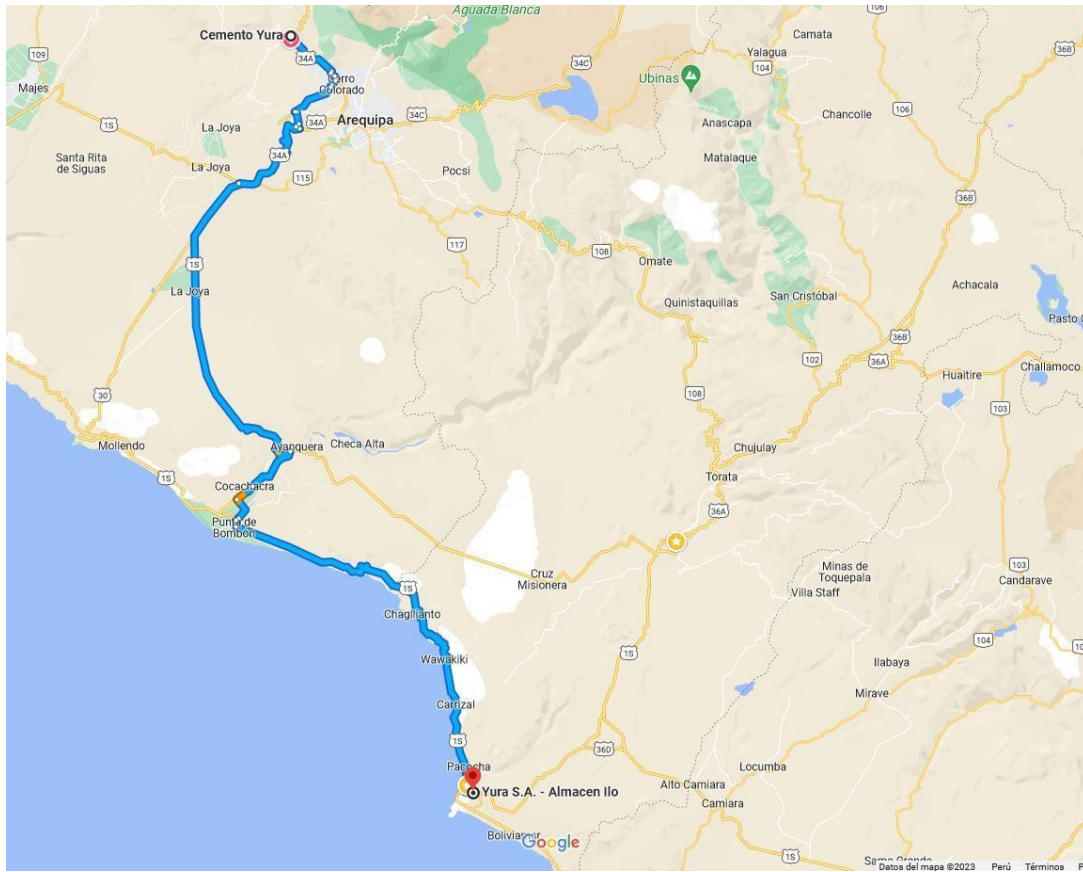
Fuente: La empresa





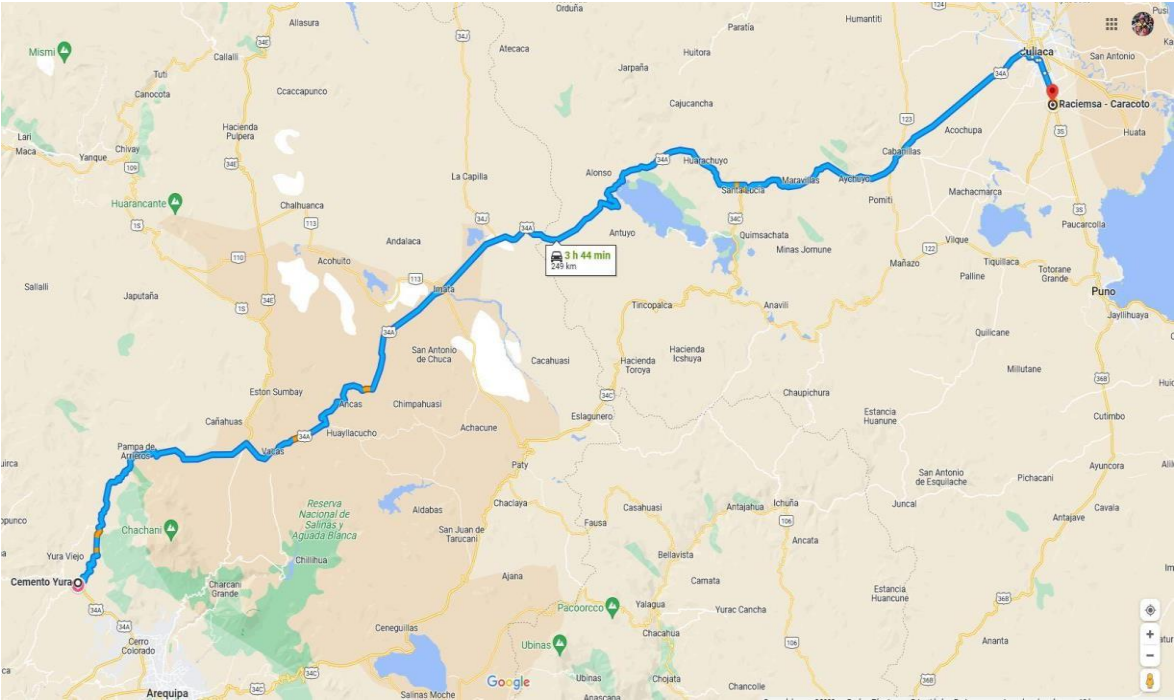
**Figura 4.** Ruta Yura - Moquegua - Yura  
Fuente. Google Maps





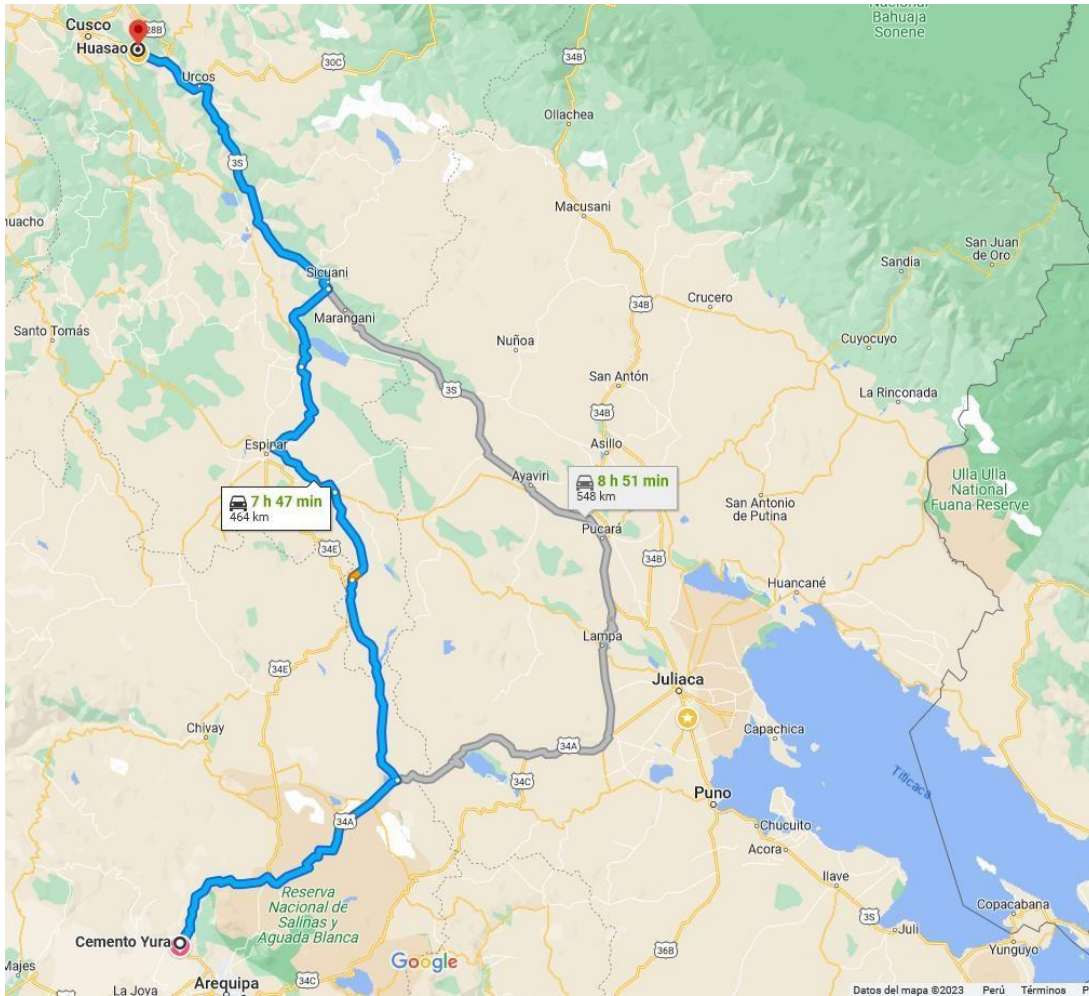
**Figura 5. Ruta Yura - Ilo - Yura**

Fuente: Google Maps



**Figura 6.** Yura - Caracoto - Yura

Fuente: Google Maps



**Figura 7.** Ruta Yura - Huasao - Yura

Fuente: Google Maps

Interpretación: tal como se puede visualizar en los mapas, las cinco rutas al ser interprovinciales son fijas tanto de ida como de retorno, por ende, se requieren recorrer los mismos kilómetros en ambos trayectos.

Se empleó el Diagrama de Ishikawa, para conocer las causas de los altos costos operativos.

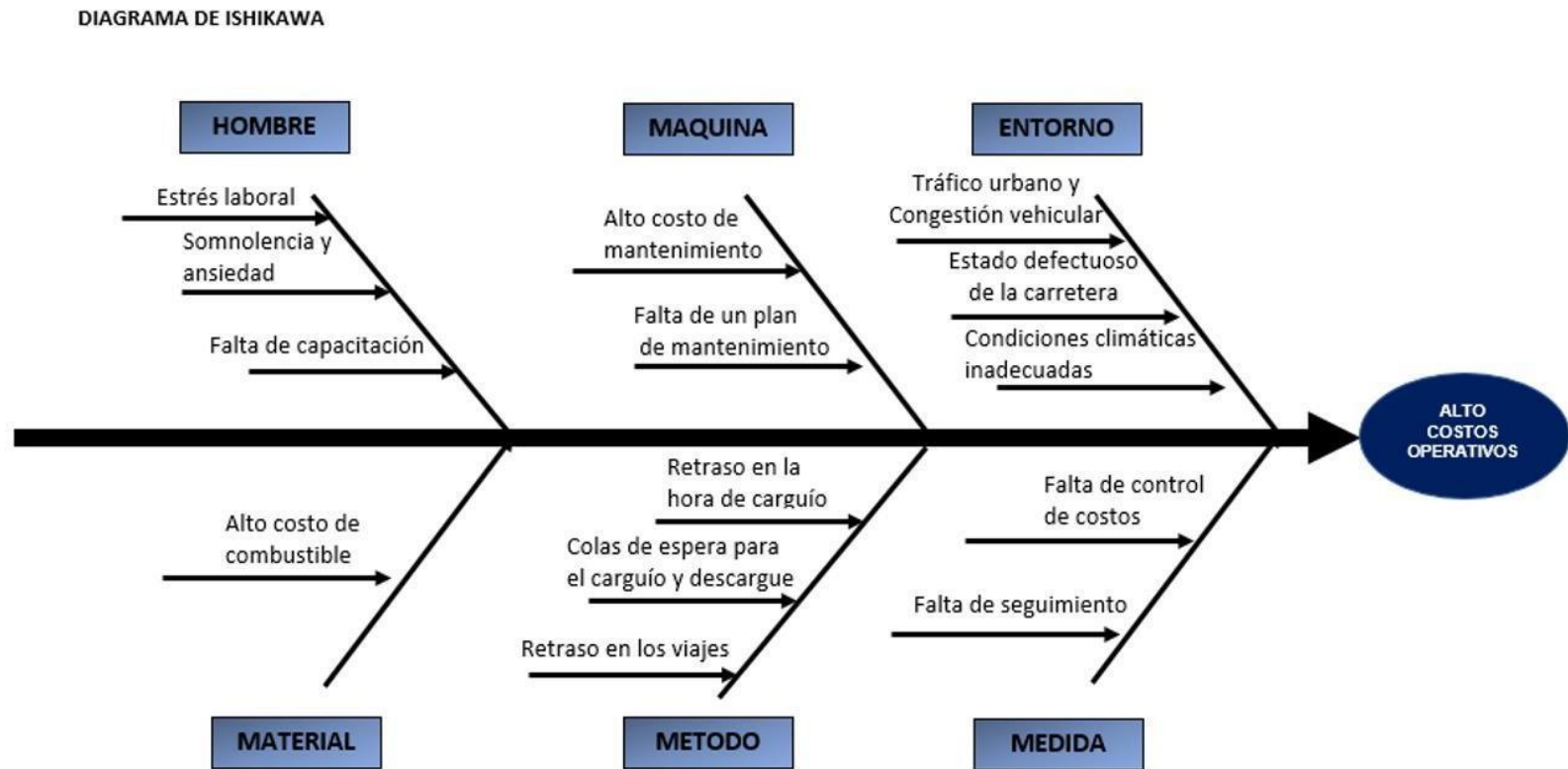
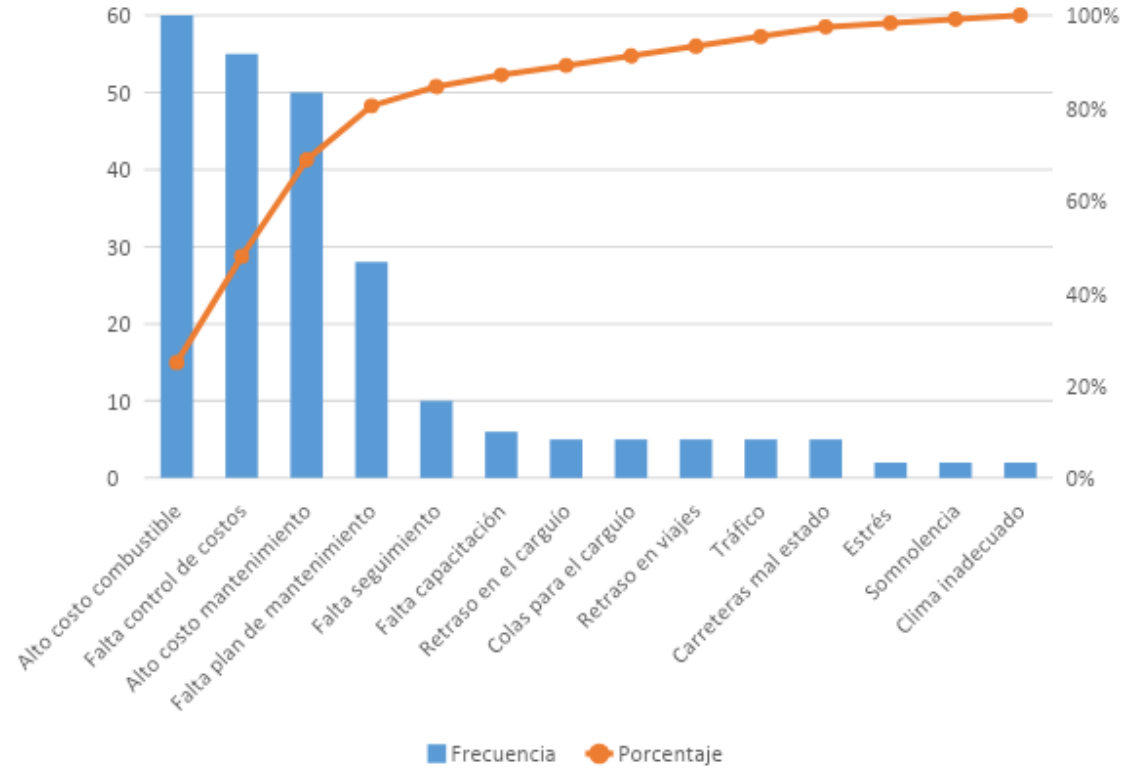


Figura 8. Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 9.** Diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la figura se observa que el problema principal son los altos costos del combustible, los cuales se incrementan sostenidamente, es por ello por lo que se incidió en la búsqueda de alternativas de solución para mitigar este problema.

**Tabla 9.** Horas promedio por ruta y tráiler - setiembre 2023

<b>HORAS PROMEDIO POR RUTA - SETIEMBRE</b>						
<b>CÓDIGO RUTA</b>	<b>VGA-759</b>	<b>VGO-947</b>	<b>VSJ-836</b>	<b>VSU-800</b>	<b>A4P-892</b>	<b>PROMEDIO</b>
<b>0001</b>	13.50	13.57	14.74	13.95	13.51	13.85
<b>0002</b>	10.21	10.32	11.79	11.32	10.42	10.81
<b>0003</b>	9.24	11.35	10.25		9.75	10.15
<b>0004</b>				11.47	9.92	10.70
<b>0005</b>	22.16				22.00	22.08

Fuente: Empresa.

En la tabla 9 se visualiza las horas promedio empleadas por cada tráiler en cada ruta por destino de acuerdo con el código de carga, así como los promedios totales de tiempo empleado en cada uno de los destinos en horas, los casilleros marcados con color gris claro indican que el tráiler no transportó carga alguna a tal destino.

**Tabla 10.** Consumo combustible promedio por ruta y por tráiler - setiembre 2023

<b>CONSUMO COMBUSTIBLE PROMEDIO POR RUTA - SETIEMBRE</b>						
<b>CÓDIGO RUTA</b>	<b>VGA-759</b>	<b>VGO-947</b>	<b>VSJ-836</b>	<b>VSU-800</b>	<b>A4P-892</b>	<b>PROMEDIO</b>
<b>0001</b>	85.00	87.00	89.71	90.00	84.50	87.24
<b>0002</b>	62.67	62.29	67.00	66.33	63.00	64.26
<b>0003</b>	52.00	51.00	57.00		50.00	52.50
<b>0004</b>				76.00	71.50	73.75
<b>0005</b>	115.00				116.50	115.75

Fuente: La empresa

La tabla 10 muestra los consumos promedio por galón de combustibles (DB5-S50) por tráiler correspondientes al mes de septiembre del 2023, los casilleros en color gris indican las rutas donde no realizan transporte los vehículos.

**Tabla 11.** Cantidad de transportes realizados septiembre - 2023

<b>TRANSPORTES REALIZADOS - SETIEMBRE</b>						
<b>CÓDIGO RUTA</b>	<b>VGA-759</b>	<b>VGO-947</b>	<b>VSJ-836</b>	<b>VSU-800</b>	<b>A4P-892</b>	<b>TOTAL</b>
<b>0001</b>	1	4	7	3	3	18
<b>0002</b>	6	4	2	3	1	16
<b>0003</b>	2	3	2		1	8
<b>0004</b>				2	2	4
<b>0005</b>	2				2	4
<b>TOTAL</b>	11	11	11	8	9	50

Fuente: La empresa

En la tabla 11 se indican la cantidad de transportes y rutas que cubren los vehículos para cumplir con la demanda requerida.

**Tabla 12.** Costos variables setiembre - 2023

<b>COSTOS VEHÍCULO-RUTA - SETIEMBRE</b>					
<b>CÓDIGO RUTA</b>	<b>VGA-759</b>	<b>VGO-947</b>	<b>VSJ-836</b>	<b>VSU-800</b>	<b>A4P-892</b>
<b>0001</b>	S/ 1,588.50	S/ 1,621.50	S/ 1,666.29	S/ 1,670.97	S/ 1,580.25
<b>0002</b>	S/ 1,313.00	S/ 1,316.54	S/ 1,384.50	S/ 1,373.50	S/ 1,318.50
<b>0003</b>	S/ 1,007.00	S/ 990.50	S/ 974.00		S/ 1,089.50
<b>0004</b>				S/ 1,332.15	S/ 1,389.90
<b>0005</b>	S/ 2,526.20				S/ 2,135.95

Fuente: La empresa

En la tabla 12 se indican los costos variables promedio que demandan el transporte por tráiler a las diferentes rutas.



**Tabla 13.** Costos fijos prorrateados – setiembre 2023

<b>CÓDIGO RUTA</b>	<b>VGA-759</b>	<b>VGO-947</b>	<b>VSJ-836</b>	<b>VSU-800</b>	<b>A4P-892</b>
<b>0001</b>	S/ 780.38	S/ 199.15	S/ 116.94	S/ 273.63	S/ 258.78
<b>0002</b>	S/ 107.51	S/ 161.70	S/ 340.09	S/ 224.92	S/ 647.74
<b>0003</b>	S/ 247.36	S/ 162.20	S/ 267.62		S/ 478.50
<b>0004</b>				S/ 341.41	S/ 327.23
<b>0005</b>	S/ 620.53				S/ 524.67

Fuente: La empresa (Anexo 7)

En la tabla 13 se indican los costos fijos prorrateados los cuales ascienden a un total mensual de S/ 12, 910.00

**Tabla 14.** Costos operativos - pretest

<b>PRETEST</b>		
<b>CÓDIGO</b>	<b>RUTA</b>	<b>COSTO OPERATIVO (S/.)</b>
0001	VGA-759	2,368.88
0001	VGO-947	1,820.65
0001	VGO-947	1,820.65
0001	VGO-947	1,820.65
0001	VGO-947	1,820.65
0001	VSJ-836	1,783.23
0001	VSJ-836	1,783.23
0001	VSJ-836	1,783.23
0001	VSJ-836	1,783.23
0001	VSJ-836	1,783.23
0001	VSJ-836	1,783.23
0001	VSJ-836	1,783.23
0001	VSU-800	1,944.60
0001	VSU-800	1,944.60
0001	VSU-800	1,944.60
0001	A4P-892	1,839.03
0001	A4P-892	1,839.03
0001	A4P-892	1,839.03
0002	VGA-759	1,420.51
0002	VGA-759	1,420.51
0002	VGA-759	1,420.51
0002	VGA-759	1,420.51
0002	VGA-759	1,420.51
0002	VGA-759	1,420.51
0002	VGO-947	1,478.24
0002	VGO-947	1,478.24

0002	VGO-947	1,478.24
0002	VGO-947	1,478.24
0002	VSJ-836	1,724.59
0002	VSJ-836	1,724.59
0002	VSU-800	1,598.42
0002	VSU-800	1,598.42
0002	VSU-800	1,598.42
0002	A4P-892	1,966.24
0003	VGA-759	1,254.36
0003	VGA-759	1,254.36
0003	VGO-947	1,152.70
0003	VGO-947	1,152.70
0003	VGO-947	1,152.70
0003	VSJ-836	1,241.62
0003	VSJ-836	1,241.62
0003	A4P-892	1,568.00
0004	VSU-800	1,673.56
0004	VSU-800	1,673.56
0004	A4P-892	1,717.13
0004	A4P-892	1,717.13
0005	VGA-759	3,146.73
0005	VGA-759	3,146.73
0005	A4P-892	2,660.62
0005	A4P-892	2,660.62
<b>TOTAL (S/.)</b>		86,545.82

Fuente: La empresa

**Interpretación:** Los costos operativos de los 50 transportes durante el periodo ascendieron a S/. 86,545.82

Para la formulación del modelo matemático mediante un plan de transporte de cemento desde un punto de distribución (distrito de Yura) donde se cuenta con cinco tráileres (Orígenes O1, O2, O3, O4, O5) hasta cinco centros de arribo (Destinos D1, D2, D3, D4, D5) para los escenarios dados de la siguiente forma:

**Tabla 15.** Demanda - oferta

Tráiler	<b>TACNA (D1)</b>	<b>MOQUEGUA (D2)</b>	<b>ILO (D3)</b>	<b>CARACOTO (D4)</b>	<b>HUASAO (D5)</b>	<b>OFERTA*</b>
<b>VGA-759 (O1)</b>	S/ 1,588.50	S/ 1,313.00	S/ 1,007.00		S/ 2,526.20	10
<b>VGO-947 (O2)</b>	S/ 1,621.50	S/ 1,316.54	S/ 990.50			10
<b>VSJ-836 (O3)</b>	S/ 1,666.29	S/ 1,384.50	S/ 974.00			10
<b>VSU-800 (O4)</b>	S/ 1,670.97	S/ 1,373.50		S/ 1,332.15		10
<b>A4P-892 (O5)</b>	S/ 1,580.25	S/ 1,318.50	S/ 1,089.50	S/ 1,389.90	S/ 2,135.95	10
<b>DEMANDA</b>	18	16	8	4	4	<b>50</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 16.** Variables de cálculo

<b>Tráiler</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>D5</b>	<b>OFERTA</b>
<b>O1</b>	X1	X2	X3		X4	10
<b>O2</b>	X5	X6	X7			10
<b>O3</b>	X8	X9	X10			10
<b>O4</b>	X11	X12		X13		10
<b>O5</b>	X14	X15	X16	X17	X18	10
<b>DEMANDA</b>	18	16	8	4	4	<b>50</b>

Fuente: Elaboración propia

Las variables indicadas por X1, ... X 18 ( $X_i \geq 0$ ,  $i = 1, 2, 3, 18$ ) número de viajes que se debe realizar para cumplir la demanda de cada destino por parte de cada uno de los vehículos. La demanda total del cliente es de 50 envíos siendo la oferta de la empresa de igual número de transportes lo que se traduce en que cada uno de los 5 vehículos puede realizar 10 transportes durante el mes.

**Tabla 17.** Programación lineal

	TACNA		MOQUEGUA		ILO		CARACOTO		HUASAO		OFERTA	
	Cant	Costo	Cant	Costo	Cant	Costo	Cant	Costo	Cant	Costo	Ku	Kt
<b>VGA-759</b>	10	S/ 1,588.50	0	S/ 1,313.00	0	S/ 1,007.00			0	S/ 2,526.20	10	10
<b>VGO-947</b>	0	S/ 1,621.50	10	S/ 1,316.54	0	S/ 990.50					10	10
<b>VSJ-836</b>	2	S/ 1,666.29	0	S/ 1,384.50	8	S/ 974.00					10	10
<b>VSU-800</b>	0	S/ 1,670.97	6	S/ 1,373.50			4	S/ 1,332.15			10	10
<b>A4P-892</b>	6	S/ 1,580.25	0	S/ 1,318.50	0	S/ 1,089.50	0	S/ 1,389.90	4	S/ 2,135.95	10	10
<b>DEMANDA</b>	18		16		8		4		4		50	
	Costo	S/. 28,699.08	Costo	S/. 21,406.40	Costo	S/. 7,792.00	Costo	S/. 5,328.60	Costo	S/. 8,543.80	<b>S/. 71,769.88</b>	

La forma algorítmica del modelo está dada por:

Función objetivo:

$$\text{Min (z)} = 10 * 1,588.50 + 2 * 1,666.29 + 6 * 1,580.25 + 10 * 1,316.54 + 6 * 1,373.50 + 8 * 974.00 + 4 * 1,332.15 + 4 * 2,135.95 = \mathbf{71,769.88}$$

Restricciones de la demanda:

$$X1 + X5 + X8 + X11 + X14 = 18$$

$$X2 + X6 + X9 + X12 + X15 = 16$$

$$X3 + X7 + X10 + X16 = 8$$

$$X13 + X17 = 4$$

$$X4 + X18 = 4$$

Restricciones de la oferta:

$$X1 + X2 + X3 + X4 = 10$$

$$X5 + X6 + X7 = 10$$

$$X8 + X9 + X10 = 10$$

$$X11 + X12 + X13 = 10$$

$$X14 + X15 + X16 + X17 + X18 = 10$$

Para este periodo tras la aplicación de la programación lineal cumpliendo la función objetivo y las respectivas restricciones tanto de la oferta como de la demanda se logra una minimización en cuanto los costos variables de S/. 71,769.88. a los que uniendo los costos fijos prorrateados suman S/ 84,679.95.

**Tabla 18. Costos operativos**

PRETEST			POSTEST		
RUTA	PLACA	COSTO	RUTA	PLACA	COSTO
0001	VGA-759	2,368.88	0001	VGA-759	2,368.88
0001	VGO-947	1,820.65	0001	VGA-759	1,787.65
0001	VGO-947	1,820.65	0001	VGA-759	1,787.65
0001	VGO-947	1,820.65	0001	VGA-759	1,787.65
0001	VGO-947	1,820.65	0001	VGA-759	1,787.65
0001	VSJ-836	1,783.23	0001	VGA-759	1,705.44
0001	VSJ-836	1,783.23	0001	VGA-759	1,705.44
0001	VSJ-836	1,783.23	0001	VGA-759	1,705.44
0001	VSJ-836	1,783.23	0001	VGA-759	1,705.44
0001	VSJ-836	1,783.23	0001	VGA-759	1,705.44
0001	VSJ-836	1,783.23	0001	VSJ-836	1,783.23
0001	VSJ-836	1,783.23	0001	VSJ-836	1,783.23
0001	VSU-800	1,944.60	0001	A4P-892	1,853.88
0001	VSU-800	1,944.60	0001	A4P-892	1,853.88
0001	VSU-800	1,944.60	0001	A4P-892	1,853.88
0001	A4P-892	1,839.03	0001	A4P-892	1,839.03
0001	A4P-892	1,839.03	0001	A4P-892	1,839.03
0001	A4P-892	1,839.03	0001	A4P-892	1,839.03
0002	VGA-759	1,420.51	0002	VGO-947	1,424.05
0002	VGA-759	1,420.51	0002	VGO-947	1,424.05
0002	VGA-759	1,420.51	0002	VGO-947	1,424.05
0002	VGA-759	1,420.51	0002	VGO-947	1,424.05
0002	VGA-759	1,420.51	0002	VGO-947	1,424.05
0002	VGA-759	1,420.51	0002	VGO-947	1,424.05
0002	VGO-947	1,478.24	0002	VGO-947	1,478.24
0002	VGO-947	1,478.24	0002	VGO-947	1,478.24
0002	VGO-947	1,478.24	0002	VGO-947	1,478.24
0002	VGO-947	1,478.24	0002	VGO-947	1,478.24
0002	VSJ-836	1,724.59	0002	VSU-800	1,713.59
0002	VSJ-836	1,724.59	0002	VSU-800	1,713.59
0002	VSU-800	1,598.42	0002	VSU-800	1,598.42
0002	VSU-800	1,598.42	0002	VSU-800	1,598.42
0002	VSU-800	1,598.42	0002	VSU-800	1,598.42

0002	A4P-892	1,966.24	0002	VSU-800	2,021.24
0003	VGA-759	1,254.36	0003	VSJ-836	1,221.36
0003	VGA-759	1,254.36	0003	VSJ-836	1,221.36
0003	VGO-947	1,152.70	0003	VSJ-836	1,136.20
0003	VGO-947	1,152.70	0003	VSJ-836	1,136.20
0003	VGO-947	1,152.70	0003	VSJ-836	1,136.20
0003	VSJ-836	1,241.62	0003	VSJ-836	1,241.62
0003	VSJ-836	1,241.62	0003	VSJ-836	1,241.62
0003	A4P-892	1,568.00	0003	VSJ-836	1,452.50
0004	VSU-800	1,673.56	0004	VSU-800	1,673.56
0004	VSU-800	1,673.56	0004	VSU-800	1,673.56
0004	A4P-892	1,717.13	0004	VSU-800	1,659.38
0004	A4P-892	1,717.13	0004	VSU-800	1,659.38
0005	VGA-759	3,146.73	0005	A4P-892	2,756.48
0005	VGA-759	3,146.73	0005	A4P-892	2,756.48
0005	A4P-892	2,660.62	0005	A4P-892	2,660.62
0005	A4P-892	2,660.62	0005	A4P-892	2,660.62
<b>Total (S/.):</b>		<b>86,545.82</b>	<b>Total (S/.):</b>		<b>84,679.95</b>

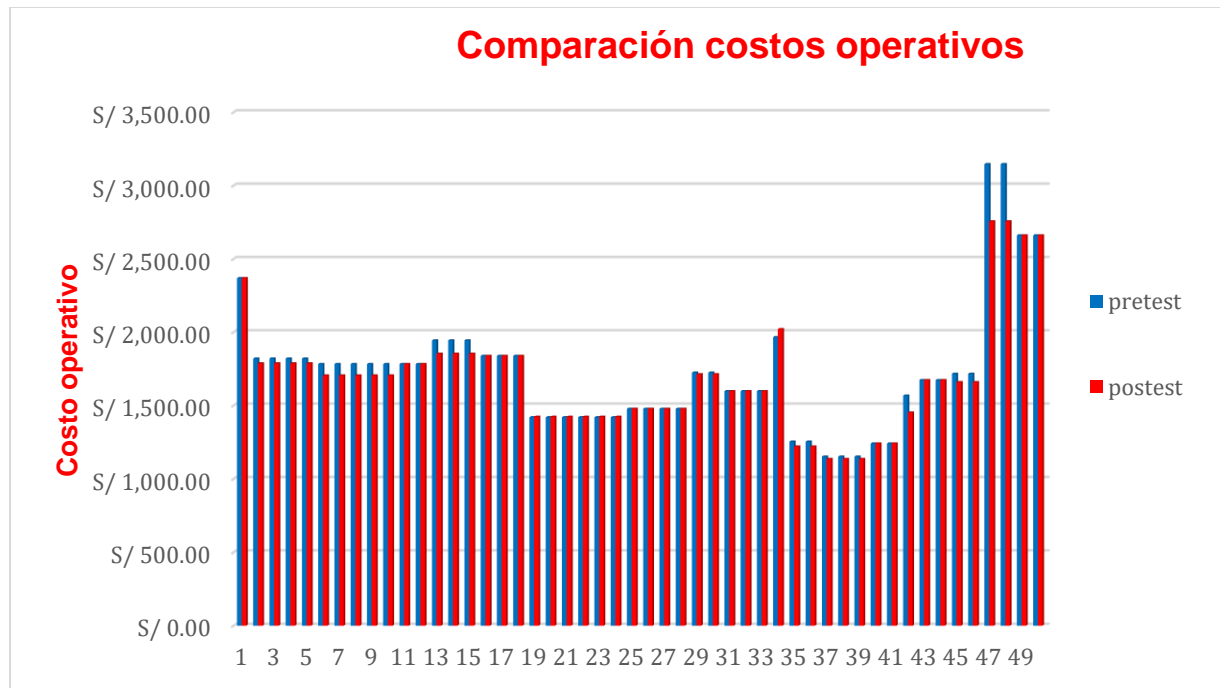
Fuente: La empresa

Interpretación: En la tabla 18 se muestra que para el pretest se tuvo un total de costos operativos que ascendían a S/. **86,545.82** mientras que empleando el modelo de programación lineal con la nueva asignación de vehículos para cumplir la demanda de cada ruta se redujo a S/. **84,679.95**, lo que representa una minimización de costos operativos de S/. **1,865.87** a favor de la empresa.



## Análisis descriptivo

**Objetivo General:** Determinar en qué medida un modelo de programación lineal reduce los costos operativos de transporte en la empresa.



**Figura 10.** Comparación de costos operativos pretest y postest

### Interpretación:

En la figura se muestran los valores del pretest y del postest, en los cuales se muestra mediante el gráfico la disminución de los costos (postest), donde desde un total de S/. 86,545.82 se redujeron a S/. 84,679.95, lo que representan una diferencia porcentual del 2.16% entre ambos.

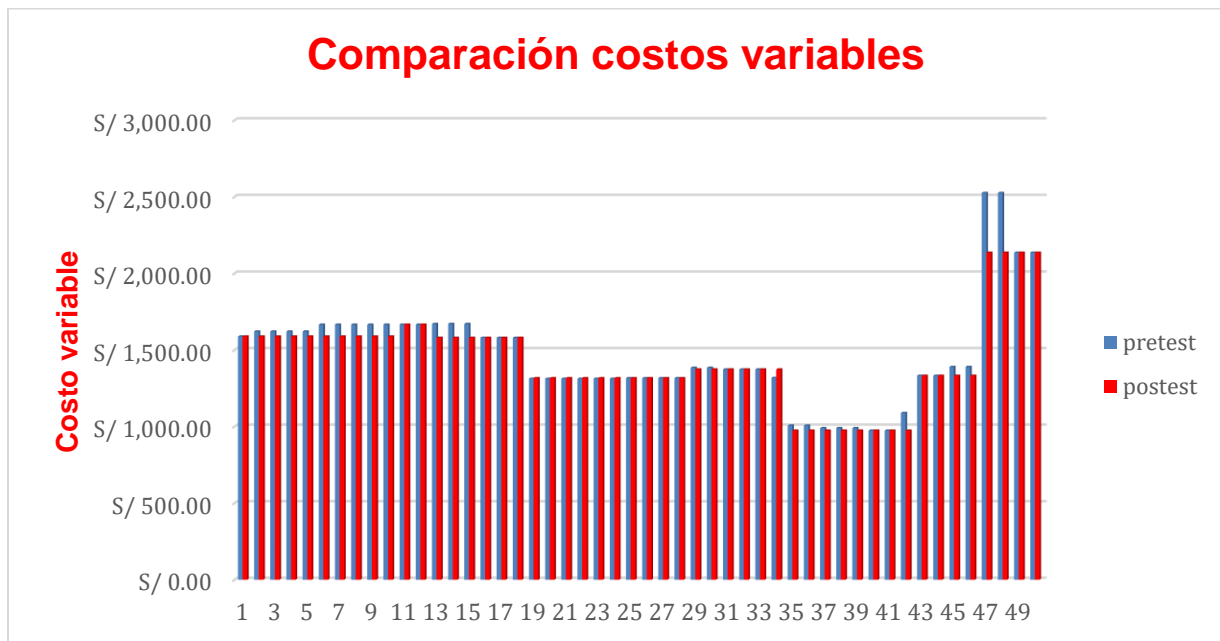
**Tabla 17.** Análisis descriptivo costos operativos

	<b>PRETEST</b>	<b>POSTEST</b>
N Válido	50	50
Perdidos	0	0
Media	1730.92	1693.6
Err.Est.Media	61.54	54.9
Mediana	1720.86	1689.5
Moda	1783.23	1424.05
Desv Std	435.17	388.17
Varianza	189373.90	150675.40
Curtosis	3.45	1.93
Asimetría	1.63	1.27
Err.Est.Asim.	.34	.34
Mínimo	1152.70	1136.20
Máximo	3146.73	2756.48

Fuente: Reporte de resultados IBM Statistics SPSS

Interpretación: En la tabla 17 se muestran los datos de tendencia central de los costos operativos sobre media, mediana y moda donde son menores en el posttest en comparación al pretest, mientras que en los datos de dispersión la varianza señala una mayor variabilidad en el pretest que el posttest de igual forma la desviación estándar indica datos más dispersos entre ambos casos, por último la distribución interna señala una asimetría positiva (derecha) menor en el caso del posttest que para con el pretest lo que sugiere resultados más equilibrados después de la intervención, la curtosis nos indica menos valores extremos en comparación con la distribución normal y por tanto más amplia y menos concentrada.

**Objetivo específico 1:** Evaluar en qué medida un modelo de programación lineal reduce los costos variables en la empresa.



**Figura 11.** Costos variables pretest - posttest

**Interpretación:**

En la figura se aprecian las diferencias entre los valores de los costos variables del pretest (S/. 73,635.75) y posttest (S/.71,769.88), donde se nota una diferencia de reducción de éstos en varios casos, traduciéndose en una diferencia porcentual entre ambos del 2.54%.

**Tabla 18.** Análisis descriptivo costos variables

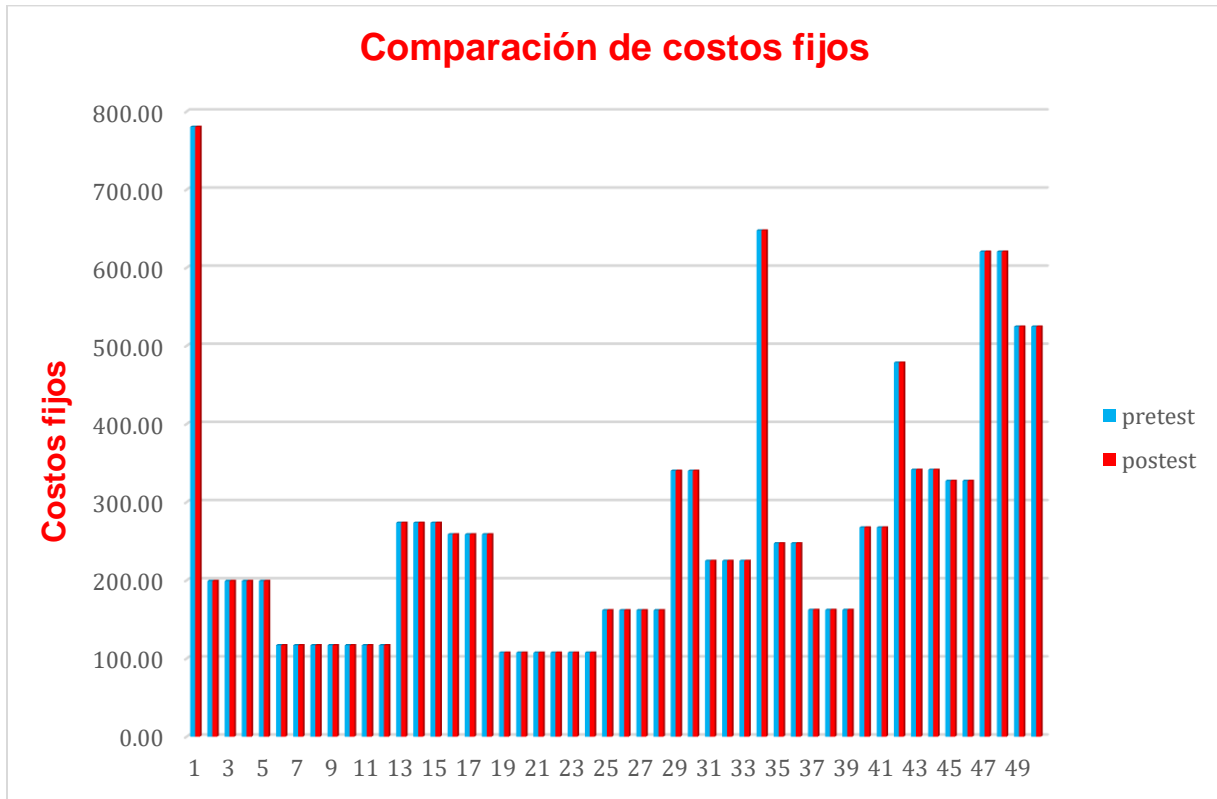
**Estadísticas**

	<b>PRETEST</b>	<b>POSTEST</b>
N Válido	50	50
Pérdidos	0	0
Media	1472.71	1435.4
Err.Est.Media	48.51	42.09
Mediana	1384.50	1373.50
Moda	1666.29	1316.54
Desv Std	343.00	297.61
Varianza	117646.30	88571.74
Curtosis	2.27	.75
Asimetría	1.12	.52
Err.Est.Asim.	.34	.34
Mínimo	974.00	974.00
Máximo	2526.20	2135.95

Fuente: Reporte de resultados IBM Statistics SPSS

Interpretación: En la tabla 18 los datos de tendencia central de los costos variables de la media y mediana son ligeramente inferiores en el postest que en el pretest, mientras que en la moda son muy inferiores los del postest, en cuanto a los datos de dispersión la marcada reducción de la varianza nos indica que hay mayor uniformidad de los datos obtenidos en el postest en comparación al pretest, es decir los costos variables son más homogéneos, mientras que los datos de distribución interna en la curtosis están menos concentrados, más dispersos y se redujo los valores extremos en el postest consecuentemente la asimetría disminuyó con datos más uniformes en el postest en comparación al pretest.

**Objetivo específico 2:** Evaluar en qué medida un modelo de programación lineal reduce los costos fijos en la empresa.



**Figura 12.** Costos Fijos

**Interpretación:**

De acuerdo con la distribución de los costos fijos prorrateados, no hay variación entre el pretest y posttest, dada la dinámica empleada por la empresa para el desarrollo de sus actividades los costos fijos se mantuvieron uniformes.

**Tabla 19.** Análisis descriptivo costos fijos

**Estadísticos**

	<b>PRETEST</b>	<b>POSTEST</b>
N Válido	50	50
Perdidos	0	0
Media	258.20	258.20
Err.Est.Media	22.80	22.80
Mediana	224.92	224.92
Moda	116.94	116.94
Desv Std	161.22	161.22
Varianza	25990.50	25990.50
Curtosis	1.97	1.97
Asimetría	1.53	1.53
Err.Est.Asim.	.34	.34
Mínimo	107.51	107.51
Máximo	780.38	780.38

Fuente: Reporte de resultados IBM Statistics SPSS

Interpretación: En la tabla 19 sobre los costos fijos los datos de tendencia central, dispersión y distribución interna son los mismos para el pretest y el posttest lo que se traduce en que la intervención no produjo cambios significativos en los aspectos medidos.

## Análisis inferencial

### Pruebas de hipótesis

**Hipótesis general:** La aplicación de un modelo de programación lineal reduce los costos operativos en la empresa.

Para constatar la hipótesis general, se realiza la prueba de normalidad para lo cual empleamos la prueba Shapiro-Wilk para muestras menores o iguales a 50 datos.

Si p valor (significancia)  $\leq 0.05$  los datos no presentan normalidad.

Si p valor (significancia)  $> 0.05$  los datos presentan normalidad.

**Tabla 20.** Prueba de normalidad costos operativos

	<b>Shapiro-Wilk</b>		
	Estadístico	Grado de libertad	Significancia
Pretest	0.84	50	0.000
Posttest	0.86	50	0.000

Fuente: Reporte de resultados IBM Statistics SPSS

### Análisis e interpretación

Mediante los datos mostrados en la tabla se verificó que los datos del pretest como de los datos del posttest no tienen una distribución normal, dado que los valores de p son 0,000 para ambos casos, es decir inferiores a 0.05. entendida esta falta de normalidad en la distribución, se optó por el uso de la prueba Wilcoxon para llevar a lugar la constatación de la hipótesis.

### Análisis de hipótesis general

$H_0$  = La aplicación de un modelo de programación lineal no reduce los costos operativos de la empresa.

$H_a$  = La aplicación de un modelo de programación lineal reduce los costos operativos de la empresa.

**Tabla 21.** Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

		N	Rango promedio	Suma de rangos
Pretest - posttest	Rangos negativos	7(a)	5.57	39.00
	Rangos positivos	24(b)	19.04	457.00
	Empates	19(c)		
	Total	50		

(a) Posttest > Pretest

(b) Posttest < Pretest

(c) Posttest = Pretest

**Tabla 22.** Prueba de hipótesis general

	Pretest - posttest
Z	-4.11
Sig. asintótica	0.000

Interpretación:

Los datos muestran que los rangos negativos (7) son menores a los positivos (24) esto quiere decir que hay mayor cantidad de datos con costos operativos posttest más bajos que los datos de costos operativos del pretest, mientras que la suma de rangos muestra una marcada diferencia en cuanto a los rangos positivos lo que indica que la mayoría de los datos muestran una reducción significativa en los costos operativos tras la intervención. En la significancia asintótica tenemos el valor de  $p = 0.000 < 0.05$ , con lo



que se acepta la hipótesis alterna ( $H_a$ ), es decir que la aplicación de un modelo de programación lineal reduce los costos operativos de la empresa.

**Hipótesis específica 1:** La aplicación de un modelo de programación lineal reduce los costos variables de la empresa.

Para esta prueba de normalidad emplearemos Shapiro-Wilk para muestras menores o iguales a 50 datos, donde:

Si p valor (significancia)  $\leq 0.05$  los datos no presentan normalidad.

Si p valor (significancia)  $> 0.05$  los datos presentan normalidad.

**Tabla 23.** Prueba de normalidad de hipótesis específica 1

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Grado de libertad	Significancia
Pretest	0.87	50	0.000
Posttest	0.88	50	0.000
(a) Corrección de significación de Lilliefors			

Fuente: Reporte de resultados IBM Statistics SPSS

Interpretación:

Conforme a los datos de la tabla se observa que los datos del pretest y el posttest acerca de los costos variables no tienen una distribución normal, ya que tenemos valores de p del 0.000 para ambos casos, siendo menores a 0.05, por ello se decidió a emplear la prueba no paramétrica Wilcoxon para llevar a cabo la constatación de hipótesis.

### Análisis de hipótesis específica 1

$H_0$  = La aplicación de un modelo de programación lineal no reduce los costos variables de la empresa.

$H_a$  = La aplicación de un modelo de programación lineal reduce los costos variables de la empresa.

**Tabla 24.** Prueba de rangos con signo Wilcoxon

		N	Rango promedio	Suma de rangos
Pretest - posttest	Rangos negativos	7(a)	5.57	39.00
	Rangos positivos	24(b)	19.04	457.00
	Empates	19(c)		
	Total	50		

(a) Posttest > Pretest

(b) Posttest < Pretest

(c) Posttest = Pretest

**Tabla 25.** Prueba de hipótesis específica 1

	Pretest - posttest
Z	-4.11
Sig. asintótica	0.000

Interpretación: La suma de los rangos negativos es inferior a la suma de rangos positivos lo que se traduce en que la intervención para reducir los costos variables ha sido efectiva en la mayoría de los casos. En la significancia asintótica se obtuvo el valor de  $p = 0.000 < 0.05$ , con lo que se acepta la hipótesis alterna ( $H_a$ ), es decir que la aplicación de un modelo de programación lineal reduce los costos variables de la empresa.

**Hipótesis específica 2:** La aplicación de un modelo de programación lineal reduce los costos fijos de la empresa.

Para esta prueba de normalidad emplearemos Shapiro-Wilk para muestras menores o iguales a 50 datos, donde:

Si p valor (significancia)  $\leq 0.05$  los datos no presentan normalidad.

Si p valor (significancia)  $> 0.05$  los datos presentan normalidad.

**Tabla 26.** Prueba de normalidad de hipótesis específica 2

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Grado de libertad	Significancia
Pretest	0.82	50	0.000
Posttest	0.82	50	0.000

**Análisis e interpretación:**

Los resultados de esta prueba muestran que tanto datos pretest como posttest sobre los costos variables no presentan una distribución normal, ya que los valores de p son 0.000 en ambos casos siendo inferiores a 0.05 por lo que se utilizó la prueba Wilcoxon para realizar el contraste de hipótesis.

## Análisis de hipótesis específica 2

$H_0$  = La aplicación de un modelo de programación lineal no reduce los costos fijos de la empresa.

$H_a$  = La aplicación de un modelo de programación lineal reduce los costos fijos de la empresa.

**Tabla 27.** Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

		N	Rango promedio	Suma de rangos
Pretest - posttest	Rangos negativos	0(a)	0	0
	Rangos positivos	0(b)	0	0
	Empates	50(c)		
	Total	50		

**Tabla 28.** Prueba de hipótesis específica 2

	Pretest - posttest
Z	NaN
Sig. asintótica	NaN

### Interpretación:

De acuerdo con la tabla 27 se observa que la cantidad de datos (empates) son los mismos tanto para el pretest como el posttest, por ende, no presentan ninguna variación lo que se corrobora con la prueba de hipótesis en la tabla 28, es por ello por lo que se rechaza la hipótesis alterna ( $H_a$ ) y se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ), esto implica que el modelo de programación lineal no reduce los costos fijos de la empresa como sí ocurrió para el caso de los costos operativos y los costos variables.

#### IV. DISCUSIÓN

Concerniente a la información plasmada en los resultados, en cuanto al objetivo general planteado que buscó determinar en qué medida un modelo de programación lineal reduce los costos operativos, se consiguió una minimización S/. 84,679.95 desde S/. 86,545.82 mostrando una reducción del 2.16% en los costos operativos, de igual forma en el análisis inferencial la hipótesis planteaba que la aplicación de un modelo de programación lineal reduce los costos operativos en la empresa, lo que fue validado mediante la prueba Wilcoxon con un valor de significancia de  $p = 0.000$ , demostrando que la programación lineal es una herramienta eficaz para sus propósitos a la vez ofrece variados modelos para poder darle sino una solución sí una aproximación bastante acertada a dicha problemática, todo ello se inició plasmando en tablas para su mejor análisis y desarrollo, tal como en el trabajo de Tapia y Cevallos (2021) en cuya investigación se plantearon el objetivo de minimizar los costos del transporte de cemento desde 2 plantas de fabricación hasta 6 puntos de distribución localizados en 6 localidades ecuatorianas, donde desde unos costos anteriores de \$240,365.00 el año anterior, los redujeron a \$191,295.00, lo que representa una reducción porcentual del 20.41%, se identifica una diferencia porcentual en comparación con este trabajo, dado que, si bien el modelo que fue planteado presentó una reducción bastante modesta, esto puede ser atribuido a que solo fue efectuada en un periodo breve a la vez de la cantidad de vehículos y rutas empleadas entre otros, en contraparte al trabajo llevado a cabo en todo un año, empero cumpliéndose el objetivo propuesto. De similar forma el estudio ejecutado por Chia-nan et al (2020) con objetivo de llevar a cabo un modelo matemático para el transporte intermodal de productos con foco en el flujo óptimo, cantidad de vehículos y tiempos desde los puntos de partida hasta sus almacenes llevó a cabo el uso de software pertinente los resultados muestran ahorros en torno al 3.73% con un 4% adicional dando un menor gasto que desciende al monto de \$ 275,040.00 ello está

relacionado con la investigación ya que se comprueba una vez más la efectividad del modelo para lograr sus fines en este caso la minimización de costes para transportes diferenciados de carga. También es de resaltar el trabajo efectuado por Obregón (2016) que persiguió el objetivo de optimizar el rendimiento metalúrgico mediante la programación lineal maximizando ingresos a través del empleo óptimo de materia prima en una planta fundidora, mediante el modelamiento matemático obtuvo no solo mayores ingresos sino también incremento en la calidad de su producto lo que se relaciona directamente con la presente investigación, su trabajo ocupó un trimestre donde lograron USD 17,596,756.31 desde USD 15,340,029.31 para el anterior periodo, aquí hay una variación porcentual positiva del 14.71% con lo que se observa y plasma los beneficios del modelamiento matemático para reducir gastos. En cuanto a los objetivos específicos para este trabajo se plantearon dos, siendo uno de ellos evaluar en qué medida un modelo de programación lineal reduce los costos variables en la entidad, como se ha mencionado el combustible Diésel DB5-S50 es el que genera los mayores gastos para esta y toda empresa del rubro, no está bajo nuestro control su precio, ni las opciones para abastecerse del mismo muestran grandes diferencias que hagan inclinarse por tal o cual proveedor, caso similar al llevado a cabo en la obra de Osorio (2016) cuyo objetivo planteó optimizar un plan de transporte para maximizar los ingresos en la venta de pasajes en 220 vehículos interprovinciales que efectúan su servicio entre cinco localidades peruanas para lo que debieron movilizar a 219,684 pasajeros al año, la correcta distribución de vehículos por destino, teniendo en cuenta sus gastos además intervalos de partida y retorno, ello se tradujo en un crecimiento de la rentabilidad desde los S/.1,795,262.00 hasta alcanzar los S/.2,000,777.00 es decir un incremento del 11.4%, aquí es necesario mencionar que para este caso el número de transportes realizados podría variar según lo determine el cliente o se busque una mayor rentabilidad caso contrario a la entidad empresarial donde se realizó este estudio, porque si bien los

tiempos establecidos entre la planta de cemento hacia las localidades no varían mucho, salvo casos excepcionales (interrupciones por conflictos sociales, desastres ambientales, etc.) hay una cola de espera establecida por el cliente para el acarreo del cemento, lo que puede y ha generado retrasos en los traslados del cargamento. Otra investigación donde se hace uso de la programación lineal se llevó a cabo por Pozo (2021) con propósito de optimizar el uso de máquinas para el proyecto de construcción de muros de contención en dos viaductos, teniendo en cuenta el número de equipos y su tipo para lo que logró disminuir los gastos con respecto a un costo inicial de USD 86,400 para el viaducto 4.2 logró una reducción de USD 6,367.92 es decir 7.4%, mientras que para el viaducto 6.1 sector Nro. 1 los costos ascendían USD 109,280 se lograron minimizar en USD 8,007.76 un 7.3% al igual se aprecia la ventaja de aplicar el modelo matemático, en cuanto a la selección de equipos y maquinaria, como fue al realizar la selección de los vehículos que realizaban los menores gastos variables para tal ruta, caso parecido al trabajo de Arzapalo (2023) que se planteó el objetivo de aplicar un modelo para el cálculo de vehículos y equipos auxiliares de carga para la explotación de una mina a cielo abierto, obteniendo el número adecuado de camiones para el acarreo de mineral que asciende a 17 camiones por pala mecánica que le otorga a la empresa material con un coste total de USD 7,553.00/h o USD 181,272.00 al día o USD 5,438,160.00 mensuales y el costo unitario de USD 0.8166/t, lo cual se condice con que la correcta asignación de vehículos reditúa en la minimización de costos como en la presente investigación en donde para el mes de noviembre en la ruta 0001 se asignaron 3 camiones cada uno de ellos con 10, 2 y 6 transportes, para la ruta 0002 se asignaron 2 camiones con 10 y 6 envíos, para la ruta número 0003 es un camión que completó 8 traslados, para la ruta 0004 un vehículo se asignó para hacer 4 envíos y para la ruta número 0005 otro hizo 4 transportes, cumpliendo una demanda de 50 traslados, subrayando que la empresa puede realizar 50 envíos al mes en promedio, de similar

forma a la investigación efectuada por Rodríguez, García y Rodríguez (2022) con el objetivo planteado de diseñar y aplicar un modelo matemático para un plan de carguío y acarreo de arena para la industria de la construcción desde 3 puntos de partida hacia cuatro de llegada donde se tuvo que suplir una demanda de 100 t diarias de carga, lo cual fue equiparado con la oferta proveniente de la empresa. Para el objetivo específico acerca del impacto del modelo planteado sobre los costos fijos, no hubo cambio con lo que se acepta la hipótesis nula es decir que la presente investigación no tiene impacto significativo por cuanto estos costos son independientes, es decir no se ven afectados salvo como lo explica López (2020) que su reducción se origina cuando hay una reinversión del quehacer operativo, renegociación de contratos a mediano y largo o implantando tecnologías que optimicen recursos; así como se constató en las investigaciones referenciadas líneas arriba por los diversos autores, pues no consideraron entre sus objetivos los costos fijos en cuanto a su afectación por los modelos matemáticos que plantearon oportunamente, sin embargo el hecho que el objetivo general se haya cumplido sugiere que en términos generales la programación lineal tiene un impacto positivo en la reducción de los costos de operatividad, además el cumplimiento del otro objetivo específico sobre los costos variables indica que la programación lineal tuvo éxito en esta área para la correcta asignación de recursos.



## V. CONCLUSIONES

Conforme a los resultados alcanzados durante la investigación realizada en la empresa y con el objetivo de lograr los menores costos operativos de transporte haciendo uso del modelamiento lineal, se concluye que:

El modelo de programación lineal propuesto reduce los costos operativos de transporte en la empresa de S/ 86,545.82 a S/ 84,679.95 lo que representa una reducción de 2.16%.

El modelo de programación lineal propuesto reduce los costos variables desde S/. 73,635.75 hasta S/. 71,769.88 lo que indica una variación de 2.54%.

El modelo de programación lineal propuesto no tiene impacto en los costos fijos de la empresa dado que tal como en los resultados plasmados en esta investigación, estos costos no varían directamente con el volumen de los servicios de transporte o carga debido a que de su gestión depende la viabilidad misma de la empresa.

## **VI. RECOMENDACIONES**

En concordancia con los resultados alcanzados durante la investigación ejecutada en la empresa y con el objetivo de lograr los menores costos de transporte, de tal forma que se posibilite seguir haciendo uso del modelamiento lineal, se recomienda lo siguiente:

Realizar un monitoreo permanente de los vehículos sobre los gastos operativos que generan, para conocer cuáles de ellos pueden mostrar cambios sensibles en los mismos que pudieran influir en las decisiones sobre asignación de estos a determinadas rutas.

Mantener actualizada la información concerniente a los reportes sobre costos variables para así tomar decisiones oportunas que promuevan el correcto desempeño de la empresa.

Mejorar el modelo de programación lineal que considere otras variables o aspectos inherentes a las actividades de la empresa para conocer de qué manera inciden en los costos fijos.

## REFERENCIAS

AGGARWAL Rakesesh. Total Cost Minimization Transportation Problem - A Case Study of Carl Star. International Journal of Research and Growth. 2020. Jaipur National University. [Fecha de consulta: 10 de julio del 2023]. Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/346032748\\_Total\\_Cost\\_Minimization\\_Transportation\\_Problem\\_-A\\_Case\\_Study\\_of\\_Carl\\_Star](https://www.researchgate.net/publication/346032748_Total_Cost_Minimization_Transportation_Problem_-A_Case_Study_of_Carl_Star)

ISSN: 2555-1848

ALDÁS, Darwin Santiago, et al. Optimización de costos de inventarios con algoritmo de programación lineal. Caso aplicado industria de producción de suelas. INNOVA Research Journal, 2018, vol. 3, no 2.1, p. 77-83. [Fecha de consulta: 10 de julio del 2023]. Disponible en:

<http://201.159.222.115/index.php/innova/article/view/670>

ALIYU M. [et al]. A Minimization of the cost of transportation. Scientific and Academic Publishing. 2019. [Fecha de consulta: 11 julio del 2023]. Disponible en: <http://article.sapub.org/10.5923.j.ajor.20190901.01.html>

ISSN: 2324-6537

ÁLVAREZ OCHOA, JOSÉ FRANCISCO. *Transporte internacional de mercancías 2*. Ediciones Paraninfo, SA, 2021. [Fecha de consulta: 10 julio del 2023]. Disponible en:

[https://www.google.com.pe/books/edition/Transporte\\_internacional\\_de\\_mercanc%C3%ADAs/eHI-EAAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=transporte+de+carga&printsec=frontcover](https://www.google.com.pe/books/edition/Transporte_internacional_de_mercanc%C3%ADAs/eHI-EAAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=transporte+de+carga&printsec=frontcover)

ISBN: 978-84-283-4515-6

ARLSURA. Plan de viaje. Agosto del 2023. [Fecha de consulta: 10 julio del 2023]. Disponible en: [https://www.arlsura.com/images/stories/riesgos/joaquin/joaquin\\_02.pdf](https://www.arlsura.com/images/stories/riesgos/joaquin/joaquin_02.pdf)

ARZAPALO GONZALES, Horeb Pedro Antonio. Aplicación de modelos matemáticos

para mejorar las operaciones unitarias de carguío y acarreo en una mina a tajo abierto del sur del Perú. Tesis (Pregrado). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2022. [Fecha de consulta:15 de julio del 2023]. Disponible en:

<http://hdl.handle.net/20.500.14076/24547>

ASKERBEYLİ, Rehile. Study of Transportation Problem of Iron and Steel Industry in Turkey Based on Linear Programming, VAM and MODI Methods. Communications Faculty of Sciences University of Ankara Series A2-A3 Physical Sciences and Engineering, 2020, vol. 62, no 1, p. 79-99. [Fecha de consulta: 10 julio del 2023]. Disponible en:

<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1138197>

ISSN 1303-6009

AYUSO, María del Carmen Hernández. Introducción a la programación lineal. UNAM, 2007. [Fecha de consulta: 10 julio del 2023]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/LuhSm/introduccion-a-la-programacion-linealpdf>

ISBN: 978-607-30-0147-2

BALOGUN, Oluwafemi Samson; EMIOLA, Rashidat Bolanle; AKINGBADE, Toluwalase Janet. On the Application of Linear Programming on a Transportation Problem. Proceedings of the 37th International Business Information Management Association (IBIMA), 2021. [Fecha de consulta: 10 de julio del 2023]. Disponible en: <https://erepo.uef.fi/bitstream/handle/123456789/25881/16258129651514082608.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

ISBN: 978-0-9998551-6-4

BIRUK, Sławomir; JAŚKOWSKI, Piotr; CZARNIGOWSKA, Agata. Updating linear schedules with lowest cost: A linear programming model. En IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing, 2017. p. 072011. [Fecha de consulta: 12 de julio del 2023]. Disponible en:

<https://www.proquest.com/docview/2564436345?accountid=37408&pq-origsite=primo&parentSessionId=dwhwg46pPT4z0HSEcQHGDGEHL3RyKJwQ9H7oxTCeJ%2Fs%3D&sourcetype=Scholarly%20Journals>

ISSN: 1757-8981

CHANDA, Ruby; PABALKAR, Vanishree; GUPTA, Sudeepa. A study on application of linear programming on product mix for profit maximization and cost optimization. *Indian Journal of Science and Technology*, 2022, vol. 15, no 22, p. 1067-1074. [Fecha de consulta: 10 de julio del 2023]. Disponible en:

<https://indjst.org/articles/a-study-on-application-of-linear-programming-on-product-mix-for-profit-maximization-and-cost-optimization>

ISSN: 0974-5645

CHIA-NAN Wang et al. Transportation Optimization Models for Intermodal Networks with Fuzzy Node Capacity, Detour Factor, and Vehicle Utilization Constraints. MPDI. 2020. [Fecha de consulta: 16 de julio del 2023]. Disponible en:

<https://www.mdpi.com/2227-7390/8/12/2109>

ISSN: 2227-7390

CEPEDA SILVA, Patricia. Modelo matemático para optimizar el costo de transporte pesado en carga agrícola, utilizando programación lineal, para la compañía de transporte pesado interprovincial Jaime Roldós Aguilera S.A. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. 2022. [Fecha de consulta: 7 de julio del 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/16235/1/20T01525.pdf>

COLLADO CÁRDENAS, Esequiel Nicolás. Modelamiento matemático para optimizar la carga metálica en un horno de fusión para la elaboración de fundiciones grises por el método de la Programación Lineal-Método Simplex. 2017. [Fecha de consulta: 10 de julio del 2023]. Disponible en:

<https://repositorio.unsa.edu.pe/items/1c255779-cfe0-4530-8353-60ac119e271b/full>

COMPUTRABAJO. [Fecha de consulta: 16 de julio del 2023]. Disponible en: <https://pe.computrabajo.com/trabajo-de-asesor-de-tesis>

CORONADO-HERNÁNDEZ, Jairo R., et al. Linear programming model for production cost minimization at a rice crop products manufacturer. En *Applied Computer Sciences in Engineering: 8th Workshop on Engineering Applications, WEA 2021, Medellín, Colombia, October 6–8, 2021, Proceedings 8*. Springer International Publishing, 2021. p. 335-346. [Fecha de consulta: 16 de julio del 2023]. Disponible en:

<https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/9230/Coronado-herandez-2021-Linear-programming-model-for-produc.pdf;jsessionid=E68B40087E2209218549173F726A2EFD?sequence=1>

DÍAZ, Adenso, MAR, Julio y CALZADA Laura. Formulación de modelos de programación matemática. Liberdigital, Madrid, 2021. p. 249.

ISBN: 978-84-1366-110-0

EKANAYAKE, EMUSB; DAUNDASEKARA, Wasantha Bandara; PERERA, Sattambirallage Pantaleon Chrysantha. An examination of different types of transportation problems and mathematical models. *American Journal of Mathematical and Computer Modelling*, 2022, vol. 7, no 3, p. 37-48. [Fecha de consulta: 13 julio del 2023]. Disponible en:

[https://www.researchgate.net/profile/Uthpala-Ekanayake-2/publication/364607554\\_An\\_Examination\\_of\\_Different\\_Types\\_of\\_Transportation\\_Problems\\_and\\_Mathematical\\_Models/links/6352d38196e83c26eb3eb2a4/An-Examination-of-Different-Types-of-Transportation-Problems-and-Mathematical-Models.pdf?\\_sg%5B0%5D=started\\_experiment\\_milestone&origin=journalDetail&\\_rtd=e30%3D](https://www.researchgate.net/profile/Uthpala-Ekanayake-2/publication/364607554_An_Examination_of_Different_Types_of_Transportation_Problems_and_Mathematical_Models/links/6352d38196e83c26eb3eb2a4/An-Examination-of-Different-Types-of-Transportation-Problems-and-Mathematical-Models.pdf?_sg%5B0%5D=started_experiment_milestone&origin=journalDetail&_rtd=e30%3D)

ISSN: 2578-8272

ESQUIVEL-GARCÍA, Margarito, et al. Distribución de agave cupreata a las mezcaleras del Estado de Guerrero basado en programación lineal (método de transporte). Foro de

estudios sobre Guerrero, 2021, vol. 8, no 1, p. 13-19. [Fecha de consulta: 12 julio del 2023]. Disponible en: <https://revistafesgro.cocytieg.gob.mx/index.php/revista/article/view/60/27>ISSN: 2007-882X

FAULIN, Javier; JUAN, Ángel A. Aplicaciones de la programación lineal. Universitat Oberta de Catalunya (UOC), 2016. [Fecha de consulta: 10 julio del 2023]. Disponible en: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/56760818>

FERRER, Marolys, et al. Modelo de optimización colaborativo para la minimización de los costos variables de transporte de carga por carretera en Colombia. Investigación y desarrollo en TIC, 2019, vol. 10, no 1, p. 26-36. [Fecha de consulta: 11 julio del 2023]. Disponible en:

<https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/7103/MODELOS%20DE%20OPTIMIZACION%20PARA%20LA%20MINIMIZACION.pdf>

ISSN: 2011-0413

GALLEGO, Mariano. Excel Avanzado 2019. RA-MA Editorial, 2020. [Fecha de consulta: 13 de julio del 2023]. Disponible en:

[https://www.google.com.pe/books/edition/Excel\\_2019\\_Avanzado/78y4EAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=EXCEL+SOLVER&pg=PT138&printsec=frontcover](https://www.google.com.pe/books/edition/Excel_2019_Avanzado/78y4EAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=EXCEL+SOLVER&pg=PT138&printsec=frontcover)

ISBN: 9788418551178

GUPTA, Mohak. Comparison of Various Methods for Solving Linearly Programmed Transportation Problem. [Fecha de consulta: 11 de julio del 2023]. Disponible en:

<https://ijmtjournal.org/public/assets/volume-66/issue-1/IJMTT-V66I1P510.pdf>

ISSN: 2231-5373

HASSAN, Tengku Mohd Hazimi Tuan; MASROM, Maslin. Determining optimal transportation allocation using linear programming methods. Malaysian Journal of

Computing, 2022, vol. 7, no 2, p. 1082-1099. [Fecha de consulta: 10 de julio del 2023].  
Disponible en:

[https://mjoc.uitm.edu.my/main/images/journal/vol7-2-2022/2\\_Tuan\\_Hassan\\_\\_Masrom.pdf](https://mjoc.uitm.edu.my/main/images/journal/vol7-2-2022/2_Tuan_Hassan__Masrom.pdf)

ISSN: 2600-8238

HANIF, Muhammad, et al. A New method for optimal solutions of transportation problems in LPP. Journal of Mathematics Research, 2018, vol. 10, no 5, p. 60-75. [Fecha de consulta: 11 de julio del 2023]. Disponible en:

<https://www.semanticscholar.org/paper/A-New-Method-for-Optimal-Solutions-of-Problems-in-Hanif-Rafi/9b46ab112a14d074d94f121fab1fee39ba395a5f?p2df>

ISSN 1916-9795

KOUTSOKOSTA, Aspasia; KATSAVOUNIS, Stefanos. A dynamic multi-period, mixed-integer linear programming model for cost minimization of a three-echelon, multi-site and multi-product construction supply chain. Logistics, 2020, vol. 4, no 3, p. 19. [Fecha de consulta: 17 de julio del 2023]. Disponible en:

[https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/discovery/fulldisplay?docid=cdi\\_doaj\\_primary\\_oai\\_d\\_oaj\\_org\\_article\\_619fa08152644f3ea79f34f3ce876e75&context=PC&vid=51UCV\\_INST:UCV&lang=es&search\\_scope=MyInst\\_and\\_CI&adaptor=Primo%20Central&tab=Everything&query=any,contains,linear%20programming%20cost&sortby=rank&facet=searchcreationdate,include,2017%7C,%7C2023&offset=20](https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/discovery/fulldisplay?docid=cdi_doaj_primary_oai_d_oaj_org_article_619fa08152644f3ea79f34f3ce876e75&context=PC&vid=51UCV_INST:UCV&lang=es&search_scope=MyInst_and_CI&adaptor=Primo%20Central&tab=Everything&query=any,contains,linear%20programming%20cost&sortby=rank&facet=searchcreationdate,include,2017%7C,%7C2023&offset=20)

ISSN: 2305-6290

KRYNKE, Marek; MIELCZAREK, Krzysztof. Applications of linear programming to optimize the cost-benefit criterion in production processes. En MATEC Web of Conferences. EDP Sciences, 2018. p. 04004. [Fecha de consulta: 17 de julio del 2023]. Disponible en:



[https://www.matec-conferences.org/articles/matecconf/pdf/2018/42/matecconf\\_qpi2018\\_04004.pdf](https://www.matec-conferences.org/articles/matecconf/pdf/2018/42/matecconf_qpi2018_04004.pdf)

ISSN: 2261-236X

LONDOÑO, Daniel y BOADA Antonio, Colombia. Enseñanza con el uso directo de las TIC. Potencialidades del Solver (Microsoft Excel) para la Enseñanza de Programación Lineal y Modelos de Transporte. 2017. [Fecha de consulta: 10 de julio del 2023]. Disponible en:

<https://recursos.educoas.org/publicaciones/ense-anza-con-el-uso-directo-de-las-tic-potencialidades-del-solver-microsoft-excel>

López, M.A. (2020). Gestión de costos fijos: estrategias para sostenibilidad financiera. Revista de Administración y Economía, 14(2), 45 – 62. Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/321344991\\_Gestion\\_estrategica\\_de\\_costos\\_Un\\_aporte\\_a\\_la\\_competitividad\\_del\\_sector\\_social](https://www.researchgate.net/publication/321344991_Gestion_estrategica_de_costos_Un_aporte_a_la_competitividad_del_sector_social)

LUQUE, Macarena Melina, [et al]. Modelos de forecasting y optimización de compra de insumos para el mantenimiento de surtidores. 2023. [Fecha de consulta: 11 de julio del 2023]. Disponible en:

[https://repositorio.utdt.edu/bitstream/handle/20.500.13098/12101/MiM\\_Luque\\_2023.pdf?sequence=1](https://repositorio.utdt.edu/bitstream/handle/20.500.13098/12101/MiM_Luque_2023.pdf?sequence=1)

MAHADI, Mohammed Khairul Azhari; KAMARDAN, MUHAMAD GHAZALI. Optimization Cost of Transportation by Applying Linear Programming. Enhanced Knowledge in Sciences and Technology, 2022, vol. 2, no 1, p. 361-366. [Fecha de consulta: 11 de julio del 2023]. Disponible en:

<https://penerbit.uthm.edu.my/periodicals/index.php/ekst/article/view/5374/2543>

ISSN: 2773-6385

MARTÍNEZ MIRAVAL, Janis Alonso; CABREJOS SALINAS, Juan Alberto. Aplicación de

un modelo de programación lineal para la minimización del costo de uso de ingredientes en una planta de fundición de estaño. 2016. [Fecha de consulta: julio del 2023]. Disponible en:

<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/7319>

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Agosto del 2023. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/mtc/informes-publicaciones/344790-estadistica-infraestructura-de-transportes-infraestructura-vial>

MORADI-AFRAPOLI, A.; UPADHYAY, S.; ASKARI-NASAB, H. Truck dispatching in surface mines-Application of fuzzy linear programming. Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy, 2021, vol. 121, no 9, p. 505-512. [Fecha de consulta: 12 de julio del 2023]. Disponible en:

[http://www.scielo.org.za/scielo.php?pid=S2225-62532021000900011&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.za/scielo.php?pid=S2225-62532021000900011&script=sci_arttext)

ISSN 2411-9717

NURPRIHATIN, Filscha; REGINA, Tasya; REMBULAN, Glisina Dwinoor. Optimizing rice distribution routes in Indonesia using a two-step linear programming considering logistics costs. En Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing, 2021. p. 01201. [Fecha de consulta: 14 de julio del 2023]. Disponible en:

<https://www.proquest.com/docview/2512914834?pq-origsite=primo&accountid=37408&sourcetype=Scholarly%20Journals>

ISSN: 1742-6588

OSITADINMA Peter. Application of transportation model for optimal product distribution chain management. International Journal of Management & Entrepreneurship Research. Nigeria. 2021. [Fecha de consulta: 13 de julio del 2023]. Disponible en:

<https://fepbl.com/index.php/ijmer/article/view/218>

ISSN: 2664-3588

OBREGON QUISPE, Cinthya Judith. Optimización del blending con aplicaciones de programación lineal para el incremento del valor económico del mineral en la Unidad Minera Catalina Huanca. 2016. [Fecha de consulta: 15 de julio del 2023]. Disponible en:

<https://repositorio.unsa.edu.pe/items/a248c1f6-286d-47c1-b588-5b970a77f097>

OSORIO CUELLAR, Paula Beatriz. Programación lineal para la distribución de viajes en una empresa de transportes. 2016. [Fecha de consulta: 9 de julio del 2023]. Disponible en:

[https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/6400/Osorio\\_cp.pdf?sequence=3](https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/6400/Osorio_cp.pdf?sequence=3)

PADILLA VILLAMARÍN, Jenny Margoth, et al. Modelo matemático de transporte para una empresa comercializadora de combustibles, usando programación lineal. Visionario Digital, 2019, vol. 3, no 2, p. 64-81. [Fecha de consulta: 9 de julio del 2023]. Disponible en:

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/28616>

ISSN: 2602-8506

PASTORIZA, Nathaly. Diseño de un modelo de transporte para la minimización de costos de distribución de la empresa los Chifladitos, provincia de Santa Elena, Ecuador. 2023. Tesis de Licenciatura. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2023. [Fecha de consulta: 9 de julio del 2023]. Disponible en:

<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/9185/1/UPSE-TII-2023-0004.pdf>

PINEDA, Uriel y CARABALÍ, Hader. Un problema de enrutamiento de vehículo con Enfoque de ventanas de Tiempo para mejorar procesos de entregas. Revista Ingeniería, Universidad Santiago de Cali. 2020. [Fecha de consulta: 15 de julio del 2023]. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/journal/4988/498868273003/movil/>

ISSN: 2344-8393

POZO SEDANO, Finley Fermín. Modelamiento y programación de herramienta para optimización del dimensionamiento de flotas de maquinaria de compactación masiva en obras civiles. [Fecha de consulta: 7 de julio del 2023]. Disponible en:

<https://cybertesis.uni.edu.pe/handle/20.500.14076/22088>

PRIFTI, V., et al. Minimization of transport costs in an industrial company through linear programming. En IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing, 2020. p. 012040. [Fecha de consulta: 5 de julio del 2023]. Disponible en:

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/909/1/012040/pdf>

ISSN: 1757-899X

RINCÓN, Carlos Augusto. Auditoría a los sistemas de información de costos y presupuestos. Ediciones de la U, 2022. [Fecha de consulta: 5 de julio del 2023]. Disponible en:

<https://latam.casadellibro.com/ebook-auditoria-a-los-sistemas-de-informacion-de-costos-y-presupuestos-ebook/9789587924275/13360970>

ISBN: 978-958-792-426-8

RIVERA LÓPEZ, Samuel; GUTIÉRREZ HERNÁNDEZ, Maricruz; PÉREZ SOTO, Francisco. Modelo de transporte para la distribución de cacao en México. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 2019, vol. 10, no 3, p. 499-510. [Fecha de consulta: 5 de julio del 2023]. Disponible en:

[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2007-09342019000300499&lng=es](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-09342019000300499&lng=es)

ISSN: 2007-0934

RODRÍGUEZ, Carlos M. Mata; GARCÍA, Osleydys Rivera; RODRÍGUEZ, Ricardo Vega. El Problema de Transporte por el criterio del costo: Solución a través de Mathcad/Transportation Problem By The Criteria Of Cost: Solution Through Mathcad. *Universidad & ciencia*, 2022, vol. 11, no 3, p. 98-108. [Fecha de consulta: 5 de julio del 2023]. Disponible en:

<https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/2302/4225>

ISSN: 2227-2690

ROHMAH, W. G.; PURWANINGSIH, I.; SANTOSO, EF SM. Applying linear programming model to aggregate production planning of coated peanut products. En *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2018. p. 012035. [Fecha de consulta: 17 de julio del 2023]. Disponible en:

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/131/1/012035/pdf>

ISSN: 1755-1307

SAGHI, S., et al. Simplex algorithm for hesitant fuzzy linear programming problem with hesitant cost coefficient. *Iranian Journal of Fuzzy Systems*, 2023, vol. 20, no 1, p. 137-152. [Fecha de consulta: 18 de julio del 2023]. Disponible en:

[https://ijfs.usb.ac.ir/article\\_7351\\_1665c9da850182ea66c5e9311071a084.pdf](https://ijfs.usb.ac.ir/article_7351_1665c9da850182ea66c5e9311071a084.pdf)

ISSN: 1735-0654

SALINAS, Daniela Trejo, et al. Implementación Del Modelo De Costo Mínimo Para El Análisis De Costo Y Selección Del Medio De Transporte Óptimo En La Importación Del Rubber Grummet Socket Proveniente De Europa. 2017. Vol. 3 no. 1, *Jóvenes Investigadores*, 2017. [Fecha de consulta: 3 de julio del 2023]. Disponible en:

<http://repositorio.ugto.mx/handle/20.500.12059/3372>

SERT Egemen et al. Freight Time and Cost Optimization in Complex Logistics Networks. Middle East Technical University, Ankara, Turquía. 2020. [Fecha de consulta: 2 de julio

del 2023]. Disponible en:

<https://www.hindawi.com/journals/complexity/2020/2189275/>

Article ID: 2189275

Sarnal, C. E. & Lundstrom, S. (2018). *Census and Survey Data in Statistical Methods*. Springer

Disponible

en:

[https://books.google.com.pe/books/about/Estimation\\_in\\_Surveys\\_with\\_Nonresponse.html?id=Zi9g6b5YdXoC&redir\\_esc=y](https://books.google.com.pe/books/about/Estimation_in_Surveys_with_Nonresponse.html?id=Zi9g6b5YdXoC&redir_esc=y)

ISBN: 13 978 0470011331

SHELDON M. Ross. *Introducción a la Estadística*. Editorial Reverté. p. 5. 2018. [Fecha de consulta: 2 de julio del 2023]. Disponible en:

[https://books.google.com.pe/books?id=Ed3eDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbg\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=Ed3eDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbg_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

ISBN: 978-84-291-9424-1

SOJOBI, Olayiwola A., et al. Application of linear programming to minimize transportation cost in Nigeria breweries plc, Ibadan, Oyo State, Nigeria. *Studies*, 2022, vol. 5, no 3, p. 75-86. [Fecha de consulta: 7 de julio del 2023]. Disponible en:

[https://abjournals.org/ajmss/wp-content/uploads/sites/12/journal/published\\_paper/volume-5/issue-3/AJMSS\\_TILFQZRZ](https://abjournals.org/ajmss/wp-content/uploads/sites/12/journal/published_paper/volume-5/issue-3/AJMSS_TILFQZRZ)

ISSN: 2689-5323

SUNAT. Agosto del 2023. Disponible en:

[https://www.sunat.gob.pe/institucional/quienessomos/sistematributario\\_entiende.html](https://www.sunat.gob.pe/institucional/quienessomos/sistematributario_entiende.html)

SUÑÉ TORRENTS, Albert, et al. *Programación lineal*. Universitat Politècnica de Catalunya. Iniciativa Digital Politècnica, 2016. [Fecha de consulta: 5 de julio del 2023].

Disponible en:

<https://upcommons.upc.edu/handle/2117/89074>

ISBN: 9788498806007

TAPIA, Carlos Ernesto Flores; CEVALLOS, Karla Lissette Flores. Modelo de transporte aplicado a una empresa distribuidora de cemento. Caso de estudio en Ecuador. Revista Científica de FAREM-Estelí, 2021, no 40, p. 81-95. [Fecha de consulta: 15 de julio del 2023]. Disponible en:

<https://rcientificaesteli.unan.edu.ni/index.php/RCientifica/article/view/1135/1226>

ISSN 2007-0934

TAYONG, Albert Alipan. Linear Programming using an Excel Add-in Optimizer. Parameters, 2016, vol. 25, no 40, p. 150. [Fecha de consulta: 12 de julio del 2023]. Disponible en:

[http://www.researchgate.net/publication/370741570\\_Linear\\_Programming\\_using\\_an\\_Excel\\_Add-in\\_Optimizer\\_MS\\_EXCEL/link/645f9b10f43b8a29ba4bdeec/download?\\_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19](http://www.researchgate.net/publication/370741570_Linear_Programming_using_an_Excel_Add-in_Optimizer_MS_EXCEL/link/645f9b10f43b8a29ba4bdeec/download?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19)

ISSN 2347 – 8527

WANG, Hui; GUAN, Jinbo; WANG, Shuo. Optimization of Integrating Inventory and Transportation of Engineering Logistics Based on an Improved Heuristics Approach. En International Conference on Construction and Real Estate Management 2019. Reston, VA: American Society of Civil Engineers, 2019. p. 153-160. [Fecha de consulta: 16 de julio del 2023]. Disponible en:

<https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/9780784482308.017>

ISSN: 1755-1307

## ANEXOS

### Anexo 1. Operacionalización de las variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
<p><b>Programación Lineal</b></p>	<p>Modelo matemático referido a la asignación de recursos finitos, de para que los costos sean minimizados y los beneficios maximizados. (Hernández, 2019, p. 1)</p>	<p>Abarca variables desconocidas denominadas <i>variables de decisión</i> que forman la <i>función objetivo</i>, y de pautas de operación llamadas <i>restricciones</i> en base a ecuaciones o desigualdades lineales.</p>	<p>VARIABLES de decisión</p> <p>Función objetivo</p> <p>Restricciones</p>	<p><i>Función Objetivo:</i></p> $\text{Min}(z) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$ <p><i>Sujeto a:</i></p> $\sum_{j=1}^n X_{ij} = O_i, \quad i = 1, \dots, m$ $\sum_{i=1}^m X_{ij} = d_j, \quad j = 1, \dots, n$ $X_{ij} \geq 0; \quad i = 1, \dots, m; \quad j = 1, \dots, n$ <p><b>Donde:</b>  <i>X<sub>ij</sub></i> = número de transportes del origen <i>i</i> al destino <i>j</i>;  <i>(i = 1, ..., m, j = 1, ..., n).</i></p>	<p>Razón</p>





	<p>cabo en el desenvolvimiento de las actividades de la empresa”. “Se recalca que los costes operativos de una entidad se inician en tanto que el proyecto empresarial o negocio se encuentre en pleno funcionamiento” (Nuño, 2023).</p>	<p>genera en base al kilometraje recorrido por los vehículos. Es decir, si el nivel de actividad se reduce estos costos decrecen y en caso de que el nivel de trabajo aumente también lo harán este tipo de costos” (Arenal, 2022, p.80).</p>		<p>IL: Incentivos laborales  CC: Costo de combustible  P: Peajes</p>	
--	--	---	--	--	--

## Anexo 2. Instrumento análisis documental

### Ficha N°

PLACA		TIPO	
CARGA		Hora salida	
DNI		Hora llegada	

gal/ida	
gal/retorno	
Total	

Mes	Placa		Mantenimiento preventivo	Peajes	Incentivos laborales	Costo por pérdidas	Costo Total
Carga	Costo combustible ida	Costo combustible retorno					
<b>Total</b>							

Fuente: Elaboración propia

Mes:		Semana: 01		Nro. Placa:		DNI Conductor(es):			
Código de carga	Costo combustible Ida		Costo Combustible Retorno		Mantenimiento Preventivo	Mantenimiento Correctivo	Peajes	Incentivos Laborales	Costo por pérdidas
	gal	S/.	gal	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S /.
Subtotal:									
<b>Costo Totales (S/.):</b>									
Mes:		Semana: 02		Nro. Placa:		DNI Conductor(es):			
Código de carga	Costo combustible Ida		Costo Combustible Retorno		Mantenimiento Preventivo	Mantenimiento Correctivo	Peajes	Incentivos Laborales	Costo por pérdidas
	gal	S/.	gal	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S /.
Subtotal:									
<b>Costo Totales (S/.):</b>									

### Anexo 3. Fichas de validación

#### CARTA DE PRESENTACIÓN

Mg. Ing. Ana María Caballero García

**Presente:**

**Asunto: "Validación de instrumento a través de Juicio de expertos"**

Es grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo participantes de la EAP de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, y siendo requisito la validación de los instrumentos con las cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación, gracias a la cual optaremos por el grado académico de Ingeniero Industrial. El título del proyecto de investigación es "**Aplicación de un Modelo de Programación Lineal para reducir costos operativos de una empresa que transporta cemento, Arequipa - 2023**", y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su amplia experiencia en temas educativos y/o investigación industrial.

El expediente de validación, adjunto al presente, contiene:

1. Matriz de operacionalización.
2. Hoja de ruta del vehículo
3. Reporte de costos de operaciones del vehículo
4. Kilómetros recorridos por vehículo
5. Consolidado de reportes por vehículo

Expresando respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

Mamani Yanqui María Luisa

~~Guimaray~~ Haya Emerson Fernando

DNI: 47228829

DNI:40796010

Constancia de registro de grados y títulos del validador **01**



**PERÚ**

Ministerio de Educación

Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria

Dirección de Documentación e Información Universitaria y Registro de Grados y Títulos

**REGISTRO NACIONAL DE GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES**

<b>Graduado</b>	<b>Grado o Título</b>	<b>Institución</b>
CABALLERO GARCIA, ANA MARIA DNI 32778744	<b>MAGISTER EN ADMINISTRACION DE NEGOCIOS MBA EXECUTIVE</b>  Fecha de diploma: 18/09/2006 Modalidad de estudios: -  Fecha matricula: Sin información (***) Fecha egreso: Sin información (***)	UNIVERSIDAD PRIVADA CESAR VALLEJO <i>PERU</i>
CABALLERO GARCIA, ANA MARIA DNI 32778744	<b>INGENIERO INDUSTRIAL</b>  Fecha de diploma: 28/12/1990 Modalidad de estudios: -	UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO <i>PERU</i>
CABALLERO GARCIA, ANA MARIA DNI 32778744	<b>BACHILLER EN INGENIERIA INDUSTRIAL</b>  Fecha de diploma: Modalidad de estudios: -  Fecha matricula: Sin información (***) Fecha egreso: Sin información (***)	UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO <i>PERU</i>

**Validación de instrumento: Ficha análisis documental**

N°	DIMENSIONES	PERTINENCIA		RELEVANCIA		APLICABLE		SUGERENCIA
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	<b>Dimensión 1</b>	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	Variable de decisión	X		X		X		
	<b>Dimensión 2</b>	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
2	Función objetivo	X		X		X		
	<b>Dimensión 3</b>	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
3	Restricciones	X		X		X		

**Observaciones (precisar si hay suficiencia):**

---

<b>Aplicable</b>	<b>X</b>
<b>Aplicable después de corregir</b>	
<b>No aplicable</b>	

Chimbote 01/09/23	32778744	 Ing. Ana María Caballero García REG. CIP N° 39288	Ingeniera Industrial	943954722
<b>Lugar y fecha</b>	<b>D.N.I. N°</b>	<b>Firma y sello del experto</b>	<b>Especialidad</b>	<b>Teléfono</b>

**Validación de instrumentos: Costos operativos del vehículo**

N°	DIMENSIONES	PERTINENCIA		RELEVANCIA		APLICABLE		SUGERENCIA
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	<b>Dimensión 1</b>	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	Registro de gastos administrativos	x		x		x		
2	Registro de costos de mantenimiento	x		x		x		
	<b>Dimensión 2</b>	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
3	Registro de costos de Combustibles	x		x		x		
4	Registro de costos de neumáticos	x		x		x		
5	Registro de gastos de peajes	x		x		x		

**Observaciones (precisar si hay suficiencia):**

---

<b>Aplicable</b>	<b>x</b>
<b>Aplicable después de corregir</b>	
<b>No aplicable</b>	

Chimbote 01/09/23	32778744	 <b>Ing. Ana María Caballero García</b> REG. CIP N° 39288	Ingeniera Industrial	943954722
<b>Lugar y fecha</b>	<b>D.N.I. N°</b>	<b>Firma y sello del experto</b>	<b>Especialidad</b>	<b>Teléfono</b>



**Validación de instrumentos: kilómetros recorridos por los vehículos**

Nro.	Kilómetros recorridos	PERTINENCIA		RELEVANCIA		APLICABLE		SUGERENCIAS
		SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	
1	Kilómetros ida	x		x		x		
2	Kilómetros retorno	x		x		x		
3	Kilómetros totales	x		x		x		

**Observaciones (precisar si hay suficiencia):**

\_\_\_\_\_

<b>Aplicable</b>	<b>x</b>
<b>Aplicable después de corregir</b>	
<b>No aplicable</b>	

Chimbote 01/09/23	32778744	 <b>Ing. Ana María Caballero García</b> REG. CIP N° 39288	Ingeniera Industrial	943954722
<b>Lugar y fecha</b>	<b>D.N.I. N°</b>	<b>Firma y sello del experto</b>	<b>Especialidad</b>	<b>Teléfono</b>

**Validación de instrumento: Reportes de los vehículos**

Nro.	DIMENSIONES	PERTINENCIA		RELEVANCIA		APLICABLE		SUGERENCIA
		SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	
	<b>Dimensión 1</b>	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	
1	Kilómetros recorridos	x		x		x		
2	Tiempo Requerido	x		x		x		
3	Cantidad Transportada	x		x		x		
	<b>Dimensión 2</b>	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	
4	Costos de operación	x		x		x		
5	Fletes	x		x		x		

**Observaciones (precisar si hay suficiencia):**

---

<b>Aplicable</b>	<b>x</b>
<b>Aplicable después de corregir</b>	
<b>No aplicable</b>	

Chimbote 01/09/23	32778744	 <b>Ing. Ana María Caballero García</b> REG. CIP N° 39288	Ingeniera Industrial	943954722
<b>Lugar y fecha</b>	<b>D.N.I. N°</b>	<b>Firma y sello del experto</b>	<b>Especialidad</b>	<b>Teléfono</b>

## CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor: Mg. Ing. Juan Paredes Campos

Presente:

**Asunto: “Validación de instrumento a través de Juicio de expertos”**

Es grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo participantes de la EAP de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, y siendo requisito la validación de los instrumentos con las cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación, gracias a la cual optaremos por el grado académico de Ingeniero Industrial.

El título del proyecto de investigación es **“Aplicación de un Modelo de Programación Lineal para reducir costos operativos de una empresa que transporta cemento, Arequipa - 2023”**, y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su amplia experiencia en temas educativos y/o investigación industrial.

El expediente de validación, adjunto al presente, contiene:

1. Matriz de operacionalización.
2. Hoja de ruta del vehículo
3. Reporte de costos de operaciones
4. Reporte de kilómetros recorridos
5. Consolidado de reportes

Expresando respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

Mamani Yanqui María Luisa

~~Guimaray~~ Haya Emerson Fernando

DNI: 47228829

DNI:4079601

## Constancia de registro de grados y títulos del validador 02



**PERÚ**

Ministerio de Educación

Superintendencia Nacional de  
Educación Superior Universitaria

Dirección de Documentación e  
Información Universitaria y  
Registro de Grados y Títulos

### REGISTRO NACIONAL DE GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES

Graduado	Grado o Título	Institución
PAREDES CAMPOS, JUAN DNI 17972295	<b>MAGISTER EN DOCENCIA UNIVERSITARIA E INVESTIGACION PEDAGOGICA</b>  Fecha de diploma: 14/08/2013 Modalidad de estudios: -  Fecha matricula: Sin información (***) Fecha egreso: Sin información (***)	UNIVERSIDAD SAN PEDRO <i>PERU</i>
PAREDES CAMPOS, JUAN DNI 17972295	<b>INGENIERO INDUSTRIAL</b>  Fecha de diploma: Modalidad de estudios: -	UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO <i>PERU</i>
PAREDES CAMPOS, JUAN DNI 17972295	<b>LICENCIADO EN EDUCACION SECUNDARIA EN LA ESPECIALIDAD DE MATEMATICA, FISICA Y COMPUTACION</b>  Fecha de diploma: 06/12/2011 Modalidad de estudios: -	UNIVERSIDAD SAN PEDRO <i>PERU</i>
PAREDES CAMPOS, JUAN DNI 17972295	<b>BACHILLER EN INGENIERIA INDUSTRIAL</b>  Fecha de diploma: Modalidad de estudios: -  Fecha matricula: Sin información (***) Fecha egreso: Sin información (***)	UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO <i>PERU</i>
PAREDES CAMPOS, JUAN DNI 17972295	<b>BACHILLER EN EDUCACION</b>  Fecha de diploma: 31/03/2009 Modalidad de estudios: -  Fecha matricula: Sin información (***) Fecha egreso: Sin información (***)	UNIVERSIDAD SAN PEDRO <i>PERU</i>

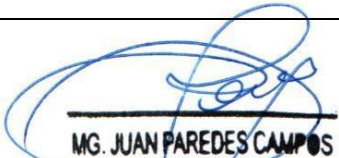
**Validación de instrumentos que mide: Ficha de análisis documental**

N°	DIMENSIONES	PERTINENCIA		RELEVANCIA		APLICABLE		SUGERENCIA
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	<b>Dimensión 1</b>	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	Variables de decisión	X		X		X		
	<b>Dimensión 2</b>	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
2	Función Objetivo	X		X		X		
	<b>Dimensión 3</b>	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
3	Restricciones	X		X		X		

**Observaciones (precisar si hay suficiencia):**

---

<b>Aplicable</b>	<b>X</b>
<b>Aplicable después de corregir</b>	
<b>No aplicable</b>	

Trujillo, 22 septiembre 2023	17972295	 MG. JUAN PAREDES CAMPOS ING. INDUSTRIAL REGISTRO Nº 12673	Ing. Industrial Mg. Docencia Universitaria e investigación pedagógica	944977666
<b>Lugar y fecha</b>	<b>D.N.I. N°</b>	<b>Firma y sello del experto</b>	<b>Especialidad</b>	<b>Teléfono</b>

**Validación de instrumentos que mide: Costos operativos**

N°	DIMENSIONES	PERTINENCIA		RELEVANCIA		APLICABLE		SUGERENCIA
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	<b>Dimensión 1</b>	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	Registro de gastos administrativos	X		X		X		
2	Registro de costos de mantenimiento	X		X				
	<b>Dimensión 2</b>	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
3	Registro de costos de neumáticos	X		X		X		
4	Registro de costos de combustible	X		X		X		
5	Registro de gastos de peaje por viaje	X		X		X		

**Observaciones (precisar si hay suficiencia):**

---

<b>Aplicable</b>	<b>X</b>
<b>Aplicable después de corregir</b>	
<b>No aplicable</b>	

Trujillo, 22 septiembre 2023	17972295	 <b>MG. JUAN PAREDES CAMPOS</b> ING INDUSTRIAL REGISTRO CIP N° 28073	Ing. Industrial Mg. Docencia Universitaria e investigación pedagógica	944977666
<b>Lugar y fecha</b>	<b>D.N.I. N°</b>	<b>Firma y sello del experto</b>	<b>Especialidad</b>	<b>Teléfono</b>


**Validación de instrumentos: kilómetros recorridos por los vehículos**

Nro.	Kilómetros recorridos	PERTINENCIA		RELEVANCIA		APLICABLE		SUGERENCIAS
		SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	
1	Kilómetros ida	x		x		x		
2	Kilómetros retorno	x		x		x		
3	Kilómetros totales	x		x		x		

**Observaciones (precisar si hay suficiencia):**

---

<b>Aplicable</b>	<b>x</b>
<b>Aplicable después de corregir</b>	
<b>No aplicable</b>	

Chimbote 01/09/23	17972295		Ing. Industrial Mg. Docencia Universitaria e investigación pedagógica	944977666
<b>Lugar y fecha</b>	<b>D.N.I. N°</b>	<b>Firma y sello del experto</b> MG. JUAN PAREDES CAMPOS REGISTRO CIP N° 2073	<b>Especialidad</b>	<b>Teléfono</b>

**Validación: Reportes de los vehículos**

Nro.	DIMENSIONES	PERTINENCIA		RELEVANCIA		APLICABLE		SUGERENCIA
		SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	
	<b>Dimensión 1</b>	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	
1	Kilómetros recorridos	x		x		x		
2	Tiempo Requerido	x		x		x		
3	Cantidad Transportada	x		x		x		
	<b>Dimensión 2</b>	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	
4	Costos de operación	x		x		x		
5	Fletes	x		x		x		

**Observaciones (precisar si hay suficiencia):**

<b>Aplicable</b>	<b>x</b>
<b>Aplicable después de corregir</b>	
<b>No aplicable</b>	

Chimbote 01/09/23	17972295	 <b>MG. JUAN PAREDES CAMPOS</b> ING INDUSTRIAL <small>REGISTRO CIR N° 2007</small>	Ing. Industrial Mg. Docencia Universitaria e investigación pedagógica	944977666
<b>Lugar y fecha</b>	<b>D.N.I. N°</b>	<b>Firma y sello del experto</b>	<b>Especialidad</b>	<b>Teléfono</b>



## CARTA DE PRESENTACIÓN

Mg. Ing. Eva Elizabeth Tejada Manrique

**Presente:**

**Asunto: "Validación de instrumento a través de Juicio de expertos"**

Es grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo participantes de la EAP de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, y siendo requisito la validación de los instrumentos con las cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación, gracias a la cual optaremos por el grado académico de Ingeniero Industrial. El título del proyecto de investigación es "**Aplicación de un Modelo de Programación Lineal para reducir costos operativos de una empresa que transporta cemento, Arequipa - 2023**", y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su amplia experiencia en temas educativos y/o investigación industrial.

El expediente de validación, adjunto al presente, contiene:

1. Matriz de operacionalización.
2. Hoja de ruta del vehículo
3. Reporte de costos de operaciones del vehículo
4. Kilómetros recorridos por vehículo
5. Consolidado de reportes por vehículo

Expresando respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

Mamani Yanqui María Luisa

**DNI: 47228829**

~~Guimaray~~ Haya Emerson Fernando

**DNI:40796010**

## Constancia de registro de grados y títulos del validador 03



### REGISTRO NACIONAL DE GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES

Graduado	Grado o Título	Institución
TEJADA MANRIQUE, EVA ELIZABETH DNI 42385915	INGENIERA INDUSTRIAL  Fecha de diploma: 30/12/2009 Modalidad de estudios: -	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA <i>PERU</i>
TEJADA MANRIQUE, EVA ELIZABETH DNI 42385915	BACHILLER EN INGENIERIA INDUSTRIAL  Fecha de diploma: 23/01/2007 Modalidad de estudios: -  Fecha matrícula: Sin información (***) Fecha egreso: Sin información (***)	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA <i>PERU</i>
TEJADA MANRIQUE, EVA ELIZABETH DNI 42385915	MAESTRA EN GESTIÓN DE LA ENERGIA ELECTRICIDAD  Fecha de diploma: 24/04/15 Modalidad de estudios: PRESENCIAL  Fecha matrícula: Sin información (***) Fecha egreso: Sin información (***)	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA <i>PERU</i>
TEJADA MANRIQUE, EVA ELIZABETH DNI 42385915	MAESTRA EN CIENCIAS: INGENIERÍA DE PROYECTOS, CON MENCIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS  Fecha de diploma: 27/05/22 Modalidad de estudios: PRESENCIAL  Fecha matrícula: 21/08/2008 Fecha egreso: 05/09/2010	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA <i>PERU</i>
TEJADA MANRIQUE, EVA ELIZABETH DNI 42385915	DOCTOR EN EDUCACIÓN  Fecha de diploma: 24/03/23 Modalidad de estudios: PRESENCIAL  Fecha matrícula: 01/04/2018 Fecha egreso: 31/07/2020	UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ <i>PERU</i>

**Validación de instrumento: Ficha de análisis documental**

N°	DIMENSIONES	PERTINENCIA		RELEVANCIA		APLICABLE		SUGERENCIA
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	<b>Dimensión 1</b>	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	Variable de decisión	X		X		X		
	<b>Dimensión 2</b>	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
2	Función objetivo	X		X		X		
	<b>Dimensión 3</b>	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
3	Restricciones	X		X		X		

**Observaciones (precisar si hay suficiencia):**

---

Aplicable X

Aplicable después de corregir No aplicable

Ingeniera Industrial

08 de Setiembre del 2023	Lugar y fecha	42385915	D.N.I. N°		Firma y sello del experto	Maestría	Especialidad	958453107	Teléfono
<b>Lugar y fecha</b>	<b>D.N.I. N°</b>	<b>Firma y sello del experto</b>	<b>Especialidad</b>	<b>Teléfono</b>					

**Validación ficha: Costos operativos**

N°	DIMENSIONES	PERTINENCIA		RELEVANCIA		APLICABLE		SUGERENCIA
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	<b>Dimensión 1</b>	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	Registro de gastos administrativos	X		X		X		
2	Registro de costos de mantenimiento	X		X				
	<b>Dimensión 2</b>	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
3	Registro de costos de neumáticos	X		X		X		
4	Registro de costos de combustible	X		X		X		
5	Registro de gastos de peaje por viaje	X		X		X		

**Observaciones (precisar si hay suficiencia):**

---

Aplicable	X
Aplicable después de corregir	

08 de Setiembre del 2023	42385915		Maestría	958453107
<b>Lugar y fecha</b>	<b>D.N.I. N°</b>	<b>Firma y sello del experto</b>	<b>Especialidad</b>	<b>Teléfono</b>

**Validación: kilómetros recorridos por los vehículos**

Nro.	Kilómetros recorridos	PERTINENCIA		RELEVANCIA		APLICABLE		SUGERENCIAS
		SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	
1	Kilómetros ida	x		x		x		
2	Kilómetros retorno	x		x		x		
3	Kilómetros totales	x		x		x		

**Observaciones (precisar si hay suficiencia):**

---

Aplicable	x
Aplicable después de corregir	
No aplicable	

08 de Setiembre del 2023	42385915		Maestría	958453107
<b>Lugar y fecha</b>	<b>D.N.I. N°</b>	<b>Firma y sello del experto</b>	<b>Especialidad</b>	<b>Teléfono</b>

**Validación: Reportes de los vehículos**

Nro.	DIMENSIONES	PERTINENCIA		RELEVANCIA		APLICABLE		SUGERENCIA
		SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	
	<b>Dimensión 1</b>	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	
1	Kilómetros recorridos	x		x		x		
2	Tiempo Requerido	x		x		x		
3	Cantidad Transportada	x		x		x		
	<b>Dimensión 2</b>	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	
4	Costos de operación	x		x		x		
5	Fletes	x		x		x		

**Observaciones (precisar si hay suficiencia):**

---

Aplicable	<b>x</b>
Aplicable después de corregir	
No aplicable	

08 de Setiembre del 2023	42385915		Maestría	958453107
<b>Lugar y fecha</b>	<b>D.N.I. N°</b>	<b>Firma y sello del experto</b>	<b>Especialidad</b>	<b>Teléfono</b>

#### Anexo 4. Matriz de Consistencia

Título: Aplicación de un modelo de programación lineal para reducir los costos operativos en una empresa que transporta cemento, Arequipa – 2023.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN
<p><b>PROBLEMA PRINCIPAL</b> ¿En qué medida la aplicación de un modelo de programación lineal permite reducir los costos operativos de transporte en la empresa?</p> <p><b>PROBLEMAS SECUNDARIOS</b> ¿En qué medida un modelo de programación lineal permitirá reducir el costo variable en la</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b> Determinar en qué medida un modelo de programación lineal reduce los costos operativos de transporte en la empresa.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> Evaluar en qué medida un modelo de programación lineal reduce los costos variables en</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b> La aplicación de un modelo de programación lineal reduce los costos operativos de la empresa</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b> La aplicación de un modelo de programación reduce</p>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b> Modelo de Programación lineal</p> <p><b>INDICADORES</b> Función objetivo Restricciones de la oferta Restricciones de la demanda</p>	<p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b> Aplicada</p> <p><b>DISEÑO</b> Pre-Experimental</p> <p><b>ENFOQUE</b> Cuantitativo</p> <p><b>ALCANCE:</b> Explicativo</p> <p><b>POBLACIÓN</b> Costos operativos del período: total 50 datos</p>

<p>empresa? ¿En qué medida un modelo de programación lineal permitirá reducir los costos fijos de mantenimiento en la empresa?</p>	<p>la empresa; Evaluar en qué medida un modelo de programación lineal reduce los costos fijos en la empresa.</p>	<p>costos variables en la empresa. y La aplicación de un modelo de programación lineal reduce los costos fijos en la empresa.</p>	<p><b>VARIABLE</b> <b>DEPENDIENTE</b> <b>INDICADORES</b> Costos fijos Costos variables</p>	<p><b>MUESTRA</b> Censal <b>MUESTREO</b> No aplica</p>
--	--	---	--	--



## Anexo 5. Carta de autorización



Arequipa, 25 de agosto de 2023

Sr.

**CARLOS HUNG**  
**COORDINADOR NACIONAL EPIM**  
**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**

**Presente:**

Asunto: Autorizar para la ejecución del Proyecto de Investigación de Ingeniería Industrial

De mi especial consideración:

Es grato dirigirme a Ud. a fin de saludarlo cordialmente a nombre de la empresa **TRANS-LOGISTICO EXPRESS S.R.L.** con **R.U.C. 20609066874** y en atención al documento enviado, autorizo a la Srta. MARIA LUISA MAMANI YANQUI identificada con D.N.I. 47228829 y al Sr. EMERSON FERNANDO GUIMARAY HAYA identificado con D.N.I. 40796010 bachilleres en Ingeniería Industrial y estudiantes del programa de Titulación de la Universidad Cesar Vallejo para que pueda desarrollar el proyecto y desarrollo de su tesis titulado: **"Aplicación de un modelo de programación lineal para reducir costos operativos de transporte de la empresa Trans Logístico Express, Arequipa 2023"**

Aprovecho la oportunidad para expresarle las muestras de mi consideración más distinguida.

Atentamente,

**TRANS - LOGISTICO EXPRESS S.R.L.**  
  
.....  
**Renzo Santos Chuquineira**  
**Jefe Administrativo**

Urb. José Carlos Mariátegui  
Calle José Olaya N° 332 – Paucarpata  
Cel.:949345777

## Anexo 6. Reporte de similitud Turnitin

Feedback Studio - Google Chrome  
ev.turnitin.com/app/carta/es/?lang=es&no=103&o=2487045505&u=1088032488&s=1

feedback studio EMERSON FERNANDO GUIMARAY HAYA | Aplicación de un modelo de programación lineal para reducir los costos operativos en una empresa que transporta ce... /100 1 de 4

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
Aplicación de un modelo de programación lineal para reducir los costos operativos en una empresa que transporta cemento, Arequipa - 2023

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
Ingeniero Industrial

**AUTOR (ES):**  
Guimaray Haya, Emerson Fernando (orcid.org/0009-0005-9916-9969)  
Mamani Yanqui, María Luisa (orcid.org/0009-0007-5165-9218)

**ASESOR (A):**  
Mg. Ing. Teolista Adelina Quispe Rivera (orcid.org/0000-0002-3371-1488)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  
Gestión empresarial y productiva

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**  
Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA - PERÚ  
2023

**Resumen de coincidencias**  
**11 %**  
Se están viendo fuentes estándar  
Ver fuentes en inglés

**Coincidencias**

Número	Fuente	Porcentaje
1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	3 %
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1 %
4	repositorioacademico... Fuente de Internet	1 %
5	repositorio.continental... Fuente de Internet	<1 %
6	www.scielol.org.mx Fuente de Internet	<1 %
7	www.buenastareas.com Fuente de Internet	<1 %
8	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
9	www.clubensayos.com Fuente de Internet	<1 %
10	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
11	capricornio6.tripod.com Fuente de Internet	<1 %

Página: 1 de 65 Número de palabras: 13667 Versión solo texto del informe Alta resolución Activado 10:37 16/10/2024

## Anexo 7. Análisis complementario

### Prorrateo costos fijos setiembre 2023

Costos fijos	Agosto
CF1	S/. 50.00
CF2	S/. 35.00
CF3	S/. 11,870.00
CF4	S/. 460.00
CF5	S/. 300.00
CF6	S/. 85.00
CF7	S/. 110.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 12,910.00</b>

Costos variables - SETIEMBRE					
CÓDIGO RUTA	VGA-759	VGO-947	VSJ-836	VSU-800	A4P-892
0001	S/ 1,588.50	S/ 1,621.50	S/ 1,666.29	S/ 1,670.97	S/ 1,580.25
0002	S/ 1,313.00	S/ 1,316.54	S/ 1,384.50	S/ 1,373.50	S/ 1,318.50
0003	S/ 1,007.00	S/ 990.50	S/ 1,089.50		S/ 974.00
0004				S/ 1,389.90	S/ 1,332.15
0005	S/ 2,526.20				S/ 2,135.95
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 6,434.70</b>	<b>S/. 3,928.54</b>	<b>S/. 4,140.29</b>	<b>S/. 4,434.37</b>	<b>S/. 7,340.85</b>

PLACA	COSTO PROMEDIO	COSTO FIJO
<b>VGA-759</b>	S/. 6,434.70	S/. 3,161.18
<b>VGO-947</b>	S/. 3,928.54	S/. 1,929.98
<b>VSJ-836</b>	S/. 4,140.29	S/. 2,034.01
<b>VSU-800</b>	S/. 4,434.37	S/. 2,178.48
<b>A4P-892</b>	S/. 7,340.85	S/. 3,606.35
<b>TOTAL</b>	S/. 26,278.75	S/. 12,910.00

VGA - 759		
RUTA	COSTO PROMEDIO	COSTO FIJO
<b>0001</b>	S/ 1,588.50	S/. 780.38
<b>0002</b>	S/ 1,313.00	S/. 645.04
<b>0003</b>	S/ 1,007.00	S/. 494.71
<b>0004</b>		
<b>0005</b>	S/ 2,526.20	S/. 1,241.05
<b>TOTAL</b>	S/. 6,434.70	S/. 3,161.18

VGO - 947		
RUTA	COSTO PROMEDIO	COSTO FIJO
<b>0001</b>	S/ 1,621.50	S/ 796.60
<b>0002</b>	S/ 1,316.54	S/ 646.78
<b>0003</b>	S/ 990.50	S/ 486.60
<b>0004</b>		
<b>0005</b>		
<b>TOTAL</b>	S/. 3,928.54	S/ 1,929.98

VSJ - 836		
RUTA	COSTO PROMEDIO	COSTO FIJO
<b>0001</b>	S/ 1,666.29	S/ 818.60
<b>0002</b>	S/ 1,384.50	S/ 680.17
<b>0003</b>	S/ 1,089.50	S/ 535.24
<b>0004</b>		
<b>0005</b>		
<b>TOTAL</b>	S/ 4,140.29	S/ 2,034.01

VSU - 800		
RUTA	COSTO PROMEDIO	COSTO FIJO
<b>0001</b>	S/ 1,670.97	S/ 820.90
<b>0002</b>	S/ 1,373.50	S/ 674.76
<b>0003</b>		
<b>0004</b>	S/ 1,389.90	S/ 682.82
<b>0005</b>		
<b>TOTAL</b>	S/ 4,434.37	S/ 2,178.48

A4P - 892		
RUTA	COSTO PROMEDIO	COSTO FIJO
<b>0001</b>	S/ 1,580.25	S/ 776.33
<b>0002</b>	S/ 1,318.50	S/ 647.74
<b>0003</b>	S/ 974.00	S/ 478.50
<b>0004</b>	S/ 1,332.15	S/ 654.45
<b>0005</b>	S/ 2,135.95	S/ 1,049.33
<b>TOTAL</b>	S/ 7,340.85	S/ 3,606.35

### Consolidado de costos fijos prorrateados

Setiembre		
RUTA	PLACA	CF (\$/.)
1	VGA-759	780.38
1	VGO-947	199.15
1	VGO-947	199.15
1	VGO-947	199.15
1	VGO-947	199.15
1	VSJ-836	116.94
1	VSJ-836	116.94
1	VSJ-836	116.94
1	VSJ-836	116.94
1	VSJ-836	116.94
1	VSJ-836	116.94
1	VSJ-836	116.94
1	VSJ-836	116.94
1	VSU-800	273.63
1	VSU-800	273.63
1	VSU-800	273.63
1	A4P-892	258.78
1	A4P-892	258.78
1	A4P-892	258.78
2	VGA-759	107.51
2	VGA-759	107.51
2	VGA-759	107.51
2	VGA-759	107.51

2	VGA-759	107.51
2	VGA-759	107.51
2	VGO-947	161.70
2	VGO-947	161.70
2	VGO-947	161.70
2	VGO-947	161.70
2	VSJ-836	340.09
2	VSJ-836	340.09
2	VSU-800	224.92
2	VSU-800	224.92
2	VSU-800	224.92
2	A4P-892	647.74
3	VGA-759	247.36
3	VGA-759	247.36
3	VGO-947	162.20
3	VGO-947	162.20
3	VGO-947	162.20
3	VSJ-836	267.62
3	VSJ-836	267.62
3	A4P-892	478.50
4	VSU-800	341.41
4	VSU-800	341.41
4	A4P-892	327.23
4	A4P-892	327.23
5	VGA-759	620.53



5	VGA-759	620.53
5	A4P-892	524.67
5	A4P-892	524.67
TOTAL (S/.)		12,910.00

Fuente: La empresa

**Costos variables**

<b>Setiembre</b>		
<b>RUTA</b>	<b>PLACA</b>	<b>CV (S/.)</b>
1	VGA-759	S/ 1,588.50
1	VGO-947	S/ 1,621.50
1	VGO-947	S/ 1,621.50
1	VGO-947	S/ 1,621.50
1	VGO-947	S/ 1,621.50
1	VSJ-836	S/ 1,666.29
1	VSJ-836	S/ 1,666.29
1	VSJ-836	S/ 1,666.29
1	VSJ-836	S/ 1,666.29
1	VSJ-836	S/ 1,666.29
1	VSJ-836	S/ 1,666.29
1	VSJ-836	S/ 1,666.29
1	VSJ-836	S/ 1,666.29
1	VSU-800	S/ 1,670.97
1	VSU-800	S/ 1,670.97
1	VSU-800	S/ 1,670.97
1	A4P-892	S/ 1,580.25
1	A4P-892	S/ 1,580.25
1	A4P-892	S/ 1,580.25
2	VGA-759	S/ 1,313.00
2	VGA-759	S/ 1,313.00
2	VGA-759	S/ 1,313.00
2	VGA-759	S/ 1,313.00

2	VGA-759	S/ 1,313.00
2	VGA-759	S/ 1,313.00
2	VGO-947	S/ 1,316.54
2	VGO-947	S/ 1,316.54
2	VGO-947	S/ 1,316.54
2	VGO-947	S/ 1,316.54
2	VSJ-836	S/ 1,384.50
2	VSJ-836	S/ 1,384.50
2	VSU-800	S/ 1,373.50
2	VSU-800	S/ 1,373.50
2	VSU-800	S/ 1,373.50
2	A4P-892	S/ 1,318.50
3	VGA-759	S/ 1,007.00
3	VGA-759	S/ 1,007.00
3	VGO-947	S/ 990.50
3	VGO-947	S/ 990.50
3	VGO-947	S/ 990.50
3	VSJ-836	S/ 974.00
3	VSJ-836	S/ 974.00
3	A4P-892	S/ 1,089.50
4	VSU-800	S/ 1,332.15
4	VSU-800	S/ 1,332.15
4	A4P-892	S/ 1,389.90
4	A4P-892	S/ 1,389.90
5	VGA-759	S/ 2,526.20

5	VGA-759	S/ 2,526.20
5	A4P-892	S/ 2,135.95
5	A4P-892	S/ 2,135.95

Fuente: La empresa

## Anexo 8. Constancia de ejecución de la investigación



### CONSTANCIA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

La empresa **TRANS-LOGISTICO EXPRESS S.R.L.** hace constar que los bachilleres en la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, Maria Mamani Yanqui y Emerson Guimaray Haya, han llevado a cabo exitosamente el proyecto de investigación titulado:

**"Aplicación de un modelo de programación lineal para reducir costos operativos de transporte de la empresa Trans Logístico Express, Arequipa 2023"**

Este proyecto se desarrolló en las instalaciones de nuestra institución durante la semana del 01/06/23 hasta día 15/11/23; La empresa de Trans-Logístico Express S.R.L. reconoce el esfuerzo y dedicación del estudiante en la ejecución de esta investigación, la cual contribuye al avance del conocimiento en el campo de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial.

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado (a) para los fines que estime conveniente.

Arequipa, 14 de diciembre 2023.

**TRANS-LOGISTICO EXPRESS S.R.L.**  
  
.....  
**Renzo Santos Chuquineira**  
**Jefe Administrativo**

Urb. José Carlos Mariátegui  
Calle José Olaya Nº 332 – Paucarpata  
Cel.:949345777

## Anexo 9. Otras evidencias

### Programación lineal

	TACNA		MOQUEGUA		ILO		CARACOTO	
	CANTIDAD	COSTO	CANTIDAD	COSTO	CANTIDAD	COSTO	CANTIDAD	COSTO
VGA-759	10	S/ 1,588.50	0	S/ 1,313.00	0	S/ 1,007.00		
VGO-947	0	S/ 1,621.50	10	S/ 1,316.54	0	S/ 990.50		
VSJ-836	2	S/ 1,666.29	0	S/ 1,384.50	8	S/ 974.00		
VSU-800	0	S/ 1,670.97	6	S/ 1,373.50			4	S/ 1,332.15
A4P-892	6	S/ 1,580.25	0	S/ 1,318.50	0	S/ 1,089.50	0	S/ 1,389.90
DEMANDA	18	18	16	16	8	8	4	4
	COSTOS	S/ 28,699.08	COSTOS	S/ 21,406.40	COSTOS	S/ 7,792.00	COSTOS	S/ 5,328.60

HUASAO		COSTO TOTAL	
CANTIDAD	COSTO	CAPACIDAD	CAPACIDAD UTILIZADA
0	S/ 2,526.20	10	10
		10	10
		10	10
		10	10
4	S/ 2,135.95	10	10
4	4		
COSTOS	S/ 8,543.80		

Fuente: Complemento Solver - Microsoft Excel 2023

Parámetros de Solver



Establecer objetivo:

\$Z\$39



Para:



Máx



Mín



Valor de:

0

Cambiando las celdas de variables:

\$O\$41:\$O\$45;\$Q\$41:\$Q\$45;\$S\$41:\$S\$43;\$S\$45;\$U\$44:\$U\$45;\$W\$41;\$W\$45



Sujeto a las restricciones:

\$O\$46 = \$P\$46  
\$Q\$46 = \$R\$46  
\$S\$46 = \$T\$46  
\$U\$46 = \$V\$46  
\$W\$46 = \$X\$46  
\$Z\$41 <= \$Y\$41  
\$Z\$42 <= \$Y\$42  
\$Z\$43 <= \$Y\$43  
\$Z\$44 <= \$Y\$44  
\$Z\$45 <= \$Y\$45

Agregar

Cambiar

Eliminar

Restablecer todo

Cargar/Guardar

Convertir variables sin restricciones en no negativas

Método de resolución:

Simplex LP

Opciones

Método de resolución

Seleccione el motor GRG Nonlinear para problemas de Solver no lineales suavizados. Seleccione el motor LP Simplex para problemas de Solver lineales, y seleccione el motor Evolutionary para problemas de Solver no suavizados.

Ayuda

Resolver

Cerrar

### Ficha de cotejo

Ítem	Placa	Origen	Ruta	Código de carga	Fecha Carguío	Hora partida	Hora de arribo	DNI conductor	Combustible utilizado (Gal)	Costo combustible (S/.)

Fuente: elaboración propia



### Costos postest por vehículo

Mes:	Noviembre		Nro. Placa:		V6A-759					
Código de carga	Costo combustible Ida		Costo Combustible Retorno		Mantenimiento Preventivo	Mantenimiento Correctivo	Peajes	Incentivos Laborales	Costo por pérdidas	Costo Totales
	gal	S/.	gal	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.
0001	55	S/ 907.50	30	S/ 495.00			S/ 126.0	S/ 60.00		S/ 1,588.50
0001	54	S/ 891.00	30	S/ 495.00			S/ 126.0	S/ 60.00		S/ 1,572.00
0001	54	S/ 891.00	30	S/ 495.00			S/ 126.0	S/ 60.00		S/ 1,572.00
0001	54	S/ 891.00	30	S/ 495.00			S/ 126.0	S/ 60.00		S/ 1,572.00
0001	54	S/ 891.00	30	S/ 495.00			S/ 126.0	S/ 60.00		S/ 1,572.00
0001	54	S/ 891.00	30	S/ 495.00			S/ 126.0	S/ 60.00		S/ 1,572.00
0001	54	S/ 924.00	30	S/ 495.00			S/ 126.0	S/ 60.00		S/ 1,572.00
0001	54	S/ 891.00	30	S/ 495.00			S/ 126.0	S/ 60.00		S/ 1,572.00
0001	55	S/ 907.50	30	S/ 495.00			S/ 126.0	S/ 60.00		S/ 1,588.50
0001	55	S/ 907.50	30	S/ 495.00			S/ 126.0	S/ 60.00		S/ 1,588.50
<b>Total</b>										S/ 15,769.50



Mes:	Noviembre		Nro. Placa:		A4P-892					
Código de carga	Costo combustible Ida		Costo Combustible Retorno		Mantenimiento Preventivo	Mantenimiento Correctivo	Peajes	Incentivos Laborales	Costo por pérdidas	Costo Totales
	gal	S/.	gal	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.
0001	55	S/ 907.50	30	S/ 495.00			S/ 126.00	S/ 60.00		S/ 1,588.50
0001	55	S/ 907.50	30	S/ 495.00			S/ 126.00	S/ 60.00		S/ 1,588.50
0001	55	S/ 907.50	30	S/ 495.00			S/ 126.00	S/ 60.00		S/ 1,588.50
0001	55	S/ 907.50	30	S/ 495.00			S/ 126.00	S/ 60.00		S/ 1,588.50
0001	55	S/ 907.50	30	S/ 495.00			S/ 126.00	S/ 60.00		S/ 1,588.50
0001	55	S/ 907.50	30	S/ 495.00			S/ 126.00	S/ 60.00		S/ 1,588.50
0005	75	S/1,237.50	45	S/ 742.00			S/ 78.70	S/ 60.00		S/ 2,118.20
0005	76	S/ 1,254.0	46	S/ 759.00			S/ 78.70	S/ 60.00		S/ 2,151.70
0005	74	S/ 1,221.0	45	S/ 742.50			S/ 78.70	S/ 60.00		S/ 2,102.20
0005	75	S/ 1,237.5	46	S/ 759.00			S/ 78.70	S/ 60.00		S/ 2,135.20
<b>Total</b>										<b>S/.18,038.30</b>

Mes:	Noviembre		Nro. Placa:		V6O-947					
Código de carga	Costo combustible Ida		Costo Combustible Retorno		Mantenimiento Preventivo	Mantenimiento Correctivo	Peajes	Incentivos Laborales	Costo por pérdidas	Costo Totales
	gal	S/.	gal	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.
0002	40	S/ 660.00	22	S/ 363.00			S/ 219.00	S/ 60.00		S/ 1,302.00
0002	41	S/ 676.50	22	S/ 363.00			S/ 219.00	S/ 60.00		S/ 1,318.50
0002	41	S/ 660.00	22	S/ 363.00			S/ 219.00	S/ 60.00		S/ 1,318.50
0002	40	S/ 660.00	22	S/ 363.00			S/ 219.00	S/ 60.00		S/ 1,302.00
0002	40	S/ 660.00	22	S/ 363.00			S/ 219.00	S/ 60.00		S/ 1,302.00
0002	40	S/ 660.00	22	S/ 363.00			S/ 219.00	S/ 60.00		S/ 1,302.00
0002	41	S/ 660.00	22	S/ 363.00			S/ 219.00	S/ 60.00		S/ 1,318.50
0002	41	S/ 660.00	22	S/ 363.00			S/ 219.00	S/ 60.00		S/ 1,318.50
0002	40	S/ 660.00	23	S/ 363.00			S/ 219.00	S/ 60.00		S/ 1,318.50
0002	41	S/ 660.00	22	S/ 363.00			S/ 219.00	S/ 60.00		S/ 1,318.50
<b>Total</b>										S/ 13,119.00

Mes:	Noviembre		Nro. Placa:		VSU-800					
Código de carga	Costo combustible Ida		Costo Combustible Retorno		Mantenimiento Preventivo	Mantenimiento Correctivo	Peajes	Incentivos Laborales	Costo por pérdidas	Costo Totales
	gal	S/.	gal	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.
0002	44	S/.726.00	22	S/.363.00			S/ 219.00	S/ 60.00		S/.1,368.0
0002	45	S/.742.50	22	S/.363.00			S/ 219.00	S/ 60.00		S/.1,384.5
0002	44	S/.726.00	22	S/.363.00			S/ 219.00	S/ 60.00		S/.1,368.0
0002	45	S/.742.50	22	S/.363.00			S/ 219.00	S/ 60.00		S/.1,384.5
0002	44	S/.726.00	22	S/.363.00			S/ 219.00	S/ 60.00		S/.1,368.0
0002	44	S/.726.00	23	S/.379.50			S/ 219.00	S/ 60.00		S/.1,384.5
0004	53	S/ 874.50	20	S/ 330.00			S/ 92.40	S/ 60.00		S/ 1,356.9
0004	53	S/ 874.50	21	S/ 346.50			S/ 92.40	S/ 60.00		S/ 1,373.4
0004	53	S/ 874.50	21	S/ 346.50			S/ 92.40	S/ 60.00		S/ 1,373.4
0004	53	S/ 874.50	21	S/ 346.50			S/ 92.40	S/ 60.00		S/ 1,373.4
Total										S/ 13,734.6

Fuente: Elaboración propia

## Análisis financiero

0	1	2	3	4
-11325	1865.87	1865.87	1865.87	1865.87
-11325	1849.776941	1833.822683	1818.006031	1802.325796
-11325	-9475.223059	-7641.400376	-5823.394345	-4021.068549

5	6	7	8
1865.87	1865.87	1865.87	1865.87
1786.780803	1771.369885	1756.09189	1740.945659
-2234.287746	-462.9178602	1293.17403	3034.119685

9	10	11	12
1865.87	1865.87	1865.87	1865.87
1680.41145	1660.97801	1641.76931	1622.78275
6106.15811	7767.13612	9408.90543	11031.6882

<b>Tasa descuento</b>	11% (0.87%)
<b>VAN</b>	S/ 9,849.04
<b>TIR</b>	12%
<b>VNA</b>	S/ 21,174.036
<b>PR</b>	6.27
<b>C/B</b>	1.86

Fuente: elaboración propia

## Programación de envíos

Programación		Noviembre - 2023	
placa	destino	fecha partida	fecha retorno
1	VGA-759	2/11/2023	3/11/2023
1	VGA-759	4/11/2023	5/11/2023
1	VGA-759	6/11/2023	7/11/2023
1	VGA-759	9/11/2023	10/11/2023
1	VGA-759	13/11/2023	14/11/2023
1	VGA-759	15/11/2023	16/11/2023
1	VGA-759	17/11/2023	18/11/2023
1	VGA-759	24/11/2023	25/11/2023
1	VGA-759	11/11/2023	12/11/2023
1	VGA-759	21/11/2023	22/11/2023
1	VSJ-836	2/11/2023	3/11/2023
1	VSJ-836	4/11/2023	5/11/2023
1	A4P-892	6/11/2023	7/11/2023
1	A4P-892	12/11/2023	13/11/2023
1	A4P-892	16/11/2023	17/11/2023
1	A4P-892	20/11/2023	21/11/2023
1	A4P-892	22/11/2023	23/11/2023
1	A4P-892	8/11/2023	9/11/2023
2	VGO-947	10/11/2023	11/11/2023
2	VGO-947	14/11/2023	15/11/2023
2	VGO-947	18/11/2023	19/11/2023
2	VGO-947	25/11/2023	26/11/2023
2	VGO-947	3/11/2023	4/11/2023
2	VGO-947	5/11/2023	6/11/2023
2	VGO-947	7/11/2023	8/11/2023
2	VGO-947	13/11/2023	14/11/2023
2	VGO-947	15/11/2023	16/11/2023
2	VGO-947	22/11/2023	23/11/2023
2	VSU-800	24/11/2023	25/11/2023
2	VSU-800	9/11/2023	10/11/2023
2	VSU-800	11/11/2023	12/11/2023
2	VSU-800	17/11/2023	18/11/2023
2	VSU-800	19/11/2023	20/11/2023
2	VSU-800	27/11/2023	28/11/2023

3	VSJ-836	4/11/2023	6/11/2023
3	VSJ-836	8/11/2023	10/11/2023
3	VSJ-836	13/11/2023	15/11/2023
3	VSJ-836	18/11/2023	20/11/2023
3	VSJ-836	6/11/2023	7/11/2023
3	VSJ-836	8/11/2023	9/11/2023
3	VSJ-836	10/11/2023	11/11/2023
3	VSJ-836	16/11/2023	17/11/2023
4	VSU-800	18/11/2023	19/11/2023
4	VSU-800	20/11/2023	21/11/2023
4	VSU-800	22/11/2023	23/11/2023
4	VSU-800	24/11/2023	25/11/2023
5	A4P-892	30/11/2023	1/12/2023
5	A4P-892	2/11/2023	5/11/2023
5	A4P-892	12/11/2023	15/11/2023
5	A4P-892	26/11/2023	29/11/2023

Fuente: La empresa