Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ciencias Matemáticas
Escuela Profesional de Investigación Operativa

Maximización de la utilidad operativa en el transporte de materiales peligrosos sólidos mediante la programación lineal entera

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de Licenciado en Investigación Operativa

AUTOR

Bryan Kueklyn PIZARRO BALDEÓN

ASESOR

Mg. Miky Gerónimo ORTIZ RAMÍREZ

Lima, Perú

2021



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Pizarro, B. (2021). *Maximización de la utilidad operativa en el transporte de materiales peligrosos sólidos mediante la programación lineal entera*. [Trabajo de Suficiencia Profesional de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Matemáticas, Escuela Profesional de Investigación Operativa]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Bryan Kueklyn Pizarro Baldeón
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	75336576
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-8578-6732
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Miky Gerónimo Ortiz Ramírez
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	25736803
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-2090-4544
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Inés Gambini López Vda de Chuquimuni
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08263251
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Luis Antonio Durand Romero
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	09516593
Datos de investigación	
Línea de investigación	A.3.3.5. Aplicaciones de herramientas de IO a la producción de bienes y servicios
Grupo de investigación	No aplica
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	Universidad Nacional Mayor de San Marcos y sus coordenadas geográficas. Ejemplo:

	País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Lima Coordenadas geográficas Latitud: -12.058333 Longitud: -77.083333
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Octubre de 2021
URL de disciplinas OCDE	Matemáticas aplicadas https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.01.02

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL EN LA MODALIDAD VIRTUAL PARA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO(A) EN INVESTIGACIÓN OPERATIVA (PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL 2021-I)

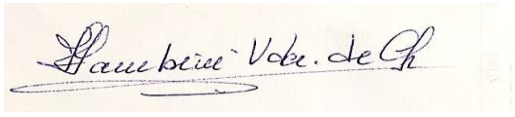
En Lima, siendo las 15:30 horas del sábado 02 de octubre del 2021, se reunieron los docentes designados como Miembros del Jurado del Trabajo de Suficiencia Profesional (PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL 2021-I): Mg. Inés Gambini López Vda. de Chuquimuni (PRESIDENTE), Mg. Luis Antonio Durand Romero (MIEMBRO) y el Mg. Miky Gerónimo Ortiz Ramírez (MIEMBRO ASESOR), para la sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional titulado: "**MAXIMIZACIÓN DE LA UTILIDAD OPERATIVA EN EL TRANSPORTE DE MATERIALES PELIGROSOS SOLIDOS MEDIANTE LA PROGRAMACIÓN LINEAL ENTERA**", presentado por el señor **Bachiller Bryan Kueklyn Pizarro Baldeón**, para optar el Título Profesional de Licenciado en Investigación Operativa.

Luego de la exposición del trabajo de suficiencia, la Presidente invitó al expositor a dar respuesta a las preguntas formuladas.

Realizada la evaluación correspondiente por los miembros del Jurado Evaluador, el expositor mereció la aprobación **16 (dieciséis)** con un calificativo promedio de **Bueno**.

A continuación, los miembros del Jurado dan manifiesto que el participante **Bachiller Bryan Kueklyn Pizarro Baldeón** en vista de haber aprobado la sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional, será propuesta para que se le otorgue el Título Profesional de Licenciado en Investigación Operativa.

Siendo las 16:00 horas se levantó la sesión firmando para constancia la presente Acta.



Mg. Inés Gambini López Vda. de Chuquimuni
PRESIDENTE



Mg. Luis Antonio Durand Romero
MIEMBRO



Mg. Miky Gerónimo Ortiz Ramírez
MIEMBRO ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú. Decana de América
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INVESTIGACIÓN OPERATIVA

INFORME DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD

La Directora de la Escuela Profesional de Investigación Operativa, Mg. Carmela Catalina Velásquez Pino, informa lo siguiente:

1. Operador del programa informático de similitudes: Mg. Paulo César Olivares Taipe

Documento evaluado: MAXIMIZACIÓN DE LA UTILIDAD OPERATIVA EN EL TRANSPORTE DE MATERIALES PELIGROSOS SOLIDOS MEDIANTE LA PROGRAMACIÓN LINEAL ENTERA

2. Autor de la tesis: PIZARRO BALDEON BRYAN KUEKLYN
3. Fecha de recepción de la tesis: 30 de octubre 2021
4. Fecha de aplicación del programa informático de similitudes: 31 de octubre 2021
   - Software utilizado: Turnitin
5. Configuración del programa detector de similitudes:
   - Excluye textos entrecomillados
   - Excluye bibliografía
   - Excluye cadenas menores a 40 palabras
6. Porcentaje de similitudes según programa detector de similitudes: 2%
7. Fuentes originales de las similitudes encontradas:
   Fuentes de internet:2%
   Publicaciones: 0%
   Trabajos de estudiantes:1%
8. Calificación de originalidad:
   - El documento mencionado cumple criterios de originalidad, sin observaciones.

Lima, 8 noviembre del 2021

UNMSM

Firmado digitalmente por VELASQUEZ PINO Carmela Catalina FAU 20148092282 soft
Motivo: Doy V° B°
Fecha: 07.11.2021 15:12:03 -05:00

Mg. Carmela Catalina Velásquez Pino
Directora

Dedico este documento a mi alma máter UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, quien me formó en su campus, con conocimientos, principios y valores. A mis padres, quienes dieron todo su esfuerzo para que fuese profesional. Y a toda persona que apoyó y alentó mi profesionalismo en lo que va de mi vida. Gracias

Agradezco a Dios por guiar mi camino, por permitirme ingresar a las aulas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, donde fui instruido y formado, Agradezco a las personas que conforman esta bella universidad. A las personas que me compartieron sus conocimientos, y me enseñaron a trabajar con ética y profesionalismo. Gracias

RESUMEN

MAXIMIZACIÓN DE LA UTILIDAD OPERATIVA EN EL TRANSPORTE DE MATERIALES PELIGROSOS SÓLIDOS MEDIANTE LA PROGRAMACIÓN LINEAL ENTERA

Pizarro Baldeón, Bryan Kueklyn

Octubre 2021

Asesor : Mg. Miky Gerónimo Ortiz Ramírez

Título obtenido : Licenciado en Investigación Operativa

La incertidumbre que tiene toda empresa de transporte de materiales peligrosos sólidos con semi tráiler's encapsulados, es determinar el número de semi tráiler's encapsulados a distribuir, y de ello obtener una máxima utilidad operativa posible al prestar el servicio. El problema suscita cuando dicha distribución de semi tráiler's encapsulados no es la adecuada o se genera de forma empírica, generando utilidades operativas por debajo de las esperadas, por tal motivo. En la presente investigación se tuvo como objetivo principal el poder determinar la forma óptima de asignar semi tráiler's encapsulados a cada cliente con el fin de incrementar la utilidad operativa, acercando o llegando a la utilidad esperada utilizando herramientas de optimización que en el caso de la investigación será la programación lineal entera.

Para luego poder presentar una solución a dicho problema que aqueja a la empresa del transporte de materiales peligrosos sólidos con semi trailer's encapsulados, dejar hechos históricos del aporte de la investigación operativa en el rubro de transporte especializado y su apoyo como herramienta en la toma de decisiones.

Palabras clave: Investigación Operativa, Optimización, Programación Lineal, Utilidad Operativa, Semi Tráiler`s Encapsulados, Transporte de Materiales Peligrosos y Transporte a centros mineros.

ABSTRAC

MAXIMIZING OPERATIONAL PROFIT IN THE TRANSPORTATION OF SOLID HAZARDOUS MATERIALS THROUGH LINEAR INTEGER PROGRAMMING

Pizarro Baldeón, Bryan Kueklyn

October 2021

Adviser : Mg. Miky Gerónimo Ortiz Ramírez

Obtained title : Bachelor of Operations Research

The uncertainty that any solid hazardous materials transportation company with encapsulated semi-trailers has is to determine the number of encapsulated semi-trailers to distribute, and from this obtain the maximum possible operating profit when providing the service. The problem arises when said distribution of encapsulated semi-trailers is not adequate or is generated empirically, generating operating profits below those expected, for this reason.

The main objective of this research was to be able to determine the optimal way to assign encapsulated semi-trailers in order to increase operating profit, bringing it closer to or reaching the expected profitability using optimization tools that in the application case will be the entire linear programming .

In order to then be able to present a solution, said problem that afflicts the solid hazardous materials transport company with encapsulated semi-trailers, leave historical facts of the contribution of operational research in the specialized transport sector and its support as a tool in decision-making .

Keywords: Operational Research, Optimization, Linear Programming, Operating Utility, Encapsulated Semi Trailers, Transportation of Hazardous Materials and Transportation to mining center

ÍNDICE DE CONTENIDO

_Toc132120745

RESUMEN iv

ABSTRAC vi

INTRODUCCIÓN 1

Objetivo del informe 4

Estructura del informe 4

INFORMACIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ LA ACTIVIDAD 6

Objetivos 10

Objetivo principal 10

Objetivos específicos 10

Tabla 1 – Matriz de consistencia 11

Problemática 12

Pregunta principal 12

Preguntas específicas 12

Metodología y procedimientos 12

Metodología 13

Tipo de investigación 13

Procedimientos 13

Resultados de la actividad Recolección de datos.....16

Construcción del modelo de programación lineal 27

Formulación del modelo 30

Programación en LINGO.....35

Obtención de resultados.....36

Resultados en LINGO.....36

Resultados obtenidos del programa lingo Costo reducido:.....37

La columna de holgura o sobrante (slack o surplus):.....37

Interpretación de resultado 38

CONCLUSIONES 40

Conclusión del objetivo principal 40

Utilidad Operativa de la empresa 41

Conclusión de los objetivos específicos 41

Justificación.....42

Metodología aplicada.....43

Descripción de la implementación Requerimientos para la implementación.....43

Evaluación de resultados de la implementación 44

RECOMENDACIONES.....44

BIBLIOGRAFIA.....45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Matriz de consistencia 11

Tabla 2- Instrumentos de recolección 17

Tabla 3 - Recolección de variables 17

Tabla 4 - Recolección de información 18

Tabla 5 - Matriz de variables 19

Tabla 6 - Información de utilidad operativa de viajes 20

Tabla 7 - Gastos de operación 21

Tabla 8 - Viajes que incumplen el 70% de utilidad operativa del cliente 1 23

Tabla 9 - Viajes que incumplen el 70% de utilidad operativa del cliente 2 25

Tabla 10 - Número de semi trailer´s según la capacidad de carga 27

Tabla 11 - Costo del servicio por tonelada transportada 27

Tabla 12 - Requerimiento de semi trailer's por cliente según su capacidad de carga .28

Tabla 13 - Utilidad Operativa de la empresa 40

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1- Flujograma de procesos de actividades 15

Ilustración 2 - Representación de costos del cliente 1 21

Ilustración 3 - Utilidad operativa del cliente 1 22

Ilustración 4 - Utilidad operativo cliente 2 24

Ilustración 5 - Formulación del modelo 29

Ilustración 6 - Programación en LINGO 34

Ilustración 7 - Resultados en LINGO 35

INTRODUCCIÓN

El transporte terrestre ha sido requerido y necesario desde el inicio de los tiempos para poder salvaguardar la sostenibilidad y desarrollo de grandes civilizaciones antiguamente. Ahora en la actualidad, está actividad se sigue desarrollando con más especialización, controles y complejidad, pero cumpliendo su fin básico de trasladar un bien necesario requerido de un punto de partida a un punto final.

Este servicio con el pasar del tiempo cada vez se ha vuelto más complejo, debido a que se debe cumplir con requisitos de especialización. Las empresas que prestan el servicio son conocidos como OPERADORES LOGISTICOS y desde su consolidación deben definir su especialización en un rubro sea como ejemplos empresas de transporte de personas, combustibles, mercancías, residuos, etc. Esto debido a las características estructurales de los vehículos que realizan el traslado.

La logística de transporte en la industria minera representa un problema muy complejo para las empresas de transporte especializado de materiales peligrosos sólidos, por el dinamismo de sus variables operativas, como cantidad de semi tráiler's encapsulados, capacidad de carga, ruta, días de viaje, factores de calidad, requerimientos básicos de seguridad, factores externos contemplados y no contemplados. Son parte de los problemas que debe afrontar la empresa de transportes especializados, además de determinar una ganancia al prestar el servicio.

Otros autores afirman que:

En una empresa minera, cerca de 44% de cada dólar es gastado en aspectos logísticos, que hacen posible trasladar un determinado producto a un consumidor, se

> refiere a costos de algún tipo de servicio de transporte, afirmó el Gerente de Logística y Transportes de la Compañía Minera Yanacocha. Por esta razón, sostuvo que la buena gestión en el transporte, es uno de los componentes principales en la determinación del precio final del producto, (…), pues actualmente el 100% de las compañías del sector tercerizan este servicio.(Padilla, 2010).

Por lo que representa un punto a favor de las empresas de transporte de materiales peligrosos como prestador de servicios. El problema planteado desde una perspectiva general es obtener el máximo de los beneficios o utilidades operativas, utilizando el mínimo de recursos posibles, Por lo cual se determina que estamos dentro de un problema de optimización de recursos, planteándose bajo un enfoque de problema de programación lineal.

Otros autores afirman que la programación lineal entera es:

> La programación lineal es una técnica de optimización matemática. Por técnica de optimización, se concibe la idea de un método que intenta maximizar o minimizar un objetivo establecido, como por ejemplo la maximización de utilidades o la reducción de los costos. La programación lineal constituye un subconjunto de un área de mayor denominada programación matemática. (Budnick, 2007).

La programación lineal fue desarrollada por George Dantzing en los años de 1947 después de la Segunda Guerra Mundial. “Pero la mayor contribución que este matemático hizo a la humanidad fue su algoritmo Simplex para resolver problemas de optimización en programación lineal, el cual fue elegido como uno de los diez algoritmos más importantes del siglo XX” (SIAM NEW, 2000). En la presente investigación nos enfocaremos en el

problema común para todas las empresas de transporte de materiales peligrosos, que es determinar la cantidad de semi tráiler's encapsulados a operar o distribuir en el transporte especializado. Aplicaremos la programación lineal entera como una herramienta en modelos de transportes buscando incrementar la utilidad. Sin embargo, se extiende la posibilidad de una mayor profundización en los demás modelos, ya que esto dependerá de las circunstancias o variables dadas en cada empresa.

El propósito de la investigación es maximizar la utilidad operativa en el transporte de materiales peligrosos mediante la óptima distribución de semi tráiler's encapsulados hacia los clientes, En el problema suscita que la utilidad operativa percibida es del 53% según los datos históricos, mientras que la utilidad esperada del 70%. Si no se encuentra solución a dicho problema se determinará el cese de operaciones en el transporte especializado.
Trayendo como consecuencia pérdida del prestigio de la empresa ante el cliente por incumplimiento del contrato, despido del personal y el desmantelamiento de la operación con semi trailer's encapsulados. Es por ello que se aplicó la herramienta de investigación de operaciones la programación lineal entera. Ya que es un método para poder maximizar o minimizar un objetivo específico, en el caso de investigación será maximizar la utilidad operativa, con recursos limitados. Entre ellas tenemos, diferentes costos de transporte, lugares de carga, tiempo de carga, capacidad de carga transportada entre otras.

Se obtuvo como resultados el número de semi tráiler's encapsulados a distribuir a cada cliente que nos permitirá maximizar la utilidad operativa, con la implementación de dicha distribución se espera obtener un incremento de la utilidad a comparación de las utilidades percibidas pasadas según muestra la base histórica de utilidades mensuales. Dado los resultados obtenidos se justifica que se aportó al rubro de transporte de materiales peligroso

y a la industria minera, con una forma óptima de incrementar la utilidad con la programación lineal entera en un escenario de características determinadas y definidas en la problemática de la investigación.

1.1 Objetivo del informe

El objetivo principal de la presente investigación es proponer una solución al problema de desviación de utilidad percibida en el transporte de materiales peligrosos sólidos en semi trailer's encapsulados. Y a su vez que sirva para presentar los conocimientos adquiridos a lo largo de mi formación profesional, con lo cual justificó estar apto y calificado para ejecutar y presentar soluciones frente a problemas que aquejan a las diferentes organizaciones.

1.2 Estructura del informe

En la primera parte de la presente investigación se realiza una descripción del lugar donde se desarrolló, se detalla el periodo de duración de la actividad, la finalidad y objetivos de la entidad e información de contacto del responsable del área.

En la segunda parte, se realiza la descripción de la actividad de la investigación, definiendo la situación problemática de la empresa en estudio, la cual no realiza una adecuada distribución de semi tráiler's encapsulados, trayendo como consecuencias utilidades mensuales por debajo de lo esperado y sobre costos, esto hace que se genere incertidumbre de proseguir con el servicio de transporte con semi tráiler's encapsulados.

En esta situación se propone un objetivo general la cual es maximizar la utilidad operativa, para lo que se desarrollará objetivos específicos para su implementación.

En el ítem de metodología de la actividad se presenta el Método usado en la investigación, se aplicó el enfoque deductivo, este se enfoca trabajando de lo general a lo específico, es decir se comienza trabajando de la base teórica general del tema de interés y luego se reduce a una hipótesis específica que se quiera probar. En este caso la aplicación de la teoría se realizó a una empresa transporte de materiales peligrosos con semi tráiler's encapsulados. El método utilizado es cuantitativo, ya que se utilizaron datos numéricos para investigar, analizar y comprobar información.

En el ítem de resultados de la actividad se presentan los resultados obtenidos en la aplicación del modelo matemático analizándolos con estudio de sensibilidad. Los resultados del modelo arrojaron la distribución de semi tráiler's encapsulados y se determinará el incremento que habrá de la utilidad basado en los resultados de una prueba piloto. Y una vez obtenidas las cantidades óptimas de semi tráiler's encapsulados a distribuir, estas fueron aplicadas en las siguientes distribuciones de semi tráiler's encapsulados ante los clientes que prescinden del servicio, al realizar esto se notó que se incrementaría la utilidad a comparación de las utilidades percibidas anteriormente.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones.

INFORMACIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ LA ACTIVIDAD

1.1 Institución donde se desarrolló la actividad

La empresa donde se desarrolló la investigación es una importante empresa del sector transporte dedicada a la búsqueda de soluciones a problemas comunes de empresas de transporte, **GESTIÓN DEL TRANSPORTE INTEGRAL S.A.C.**, o como sus siglas indica **GTI S.A.C.**, con presencia de análisis y soluciones en los principales corredores viales de la ciudad. El área donde se desarrolla la investigación es en el área de análisis de investigación y desarrollo, cuya finalidad del área es investigar los procesos y de existir déficit aplicar mejoras y/o la mejora continua, desarrollando métodos de solución frente a los problemas que aquejan a las empresas de transporte de los diferentes rubros.

1.2 Periodo de duración de la actividad

Para la investigación se estimó un periodo de 3 meses de recolección de la información en las diferentes áreas que son partícipes de las variables, 2 meses para el procesamiento de información y formulación del problema. Y un mes para el desarrollo de la propuesta de solución. Haciendo un total de 6 meses de investigación.

1.3 Finalidad y Objetivos de la entidad

Finalidad

Encontrar soluciones a problemas comunes o particulares de las diferentes empresas de transportes terrestres dedicadas a diferentes rubros.

Objetivos

Consolidar a la empresa como una de las mayores consultoras en transportes a nivel de lima metropolitana, brindando servicio a empresas de transporte terrestre de diferentes rubros.

Solucionando sus problemas legales, normativos y operativos; los cuales afectan directa o indirectamente a las mismas empresas.

1.4 Razón social

GESTIÓN DE TRANSPORTE INTEGRAL S.A.C.

1.5 Dirección postal

Cal. Los Pinos Nro. 308

1.6 Correo electrónico del personal a cargo

Analista.investigación@gtisac.pe

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

1.7 Organización de la actividad

Para la presente investigación se desarrollaron las siguientes actividades, con el fin de plantear, justificar, modelar y encontrar resultados del problema.

- Observación
- Investigación
    - Recolección de información
        - Recolección de información del área de operaciones
        - Recolección de información del área de planeación
    - Tratamiento de información
        - Depuración y evaluación de la información
        - Evaluación con trabajos de investigación similares
- Definición del problema
    - Planteamiento del problema
    - Planteamiento de objetivos
    - Planteamiento y evaluación de variables
    - Planteamiento y evaluación de restricciones
- Hipótesis
    - Formulación del modelo

        - Formulación del modelo de investigación
        - Evaluación de cumplimiento de variables y restricciones del modelo de investigación

- Experimentación
    - Generación de prueba
    - Prueba del modelo con la muestra
- Resultados
    - Evaluación de resultados
- Conclusiones
    - Presentación de propuesta de mejora

1.8 Finalidad y Objetivos de la actividad

Se presentan la finalidad y objetivos de la presente investigación

Finalidad

Se pretende solucionar el deficiente método de distribución de semi tráiler's encapsulados a cada cliente, que realiza la empresa y que trae como consecuencias utilidades operativas por debajo de lo esperado.

Se requiere encontrar una pronta solución a dicho problema, caso contrario las partes afectadas vendrán a ser la empresa de transportes, personal administrativo y personal operativo. Por el cierre de la operación de transporte de bolas de acero.

Por ello se plantea la solución de encontrar un método que permita el incremento de la utilidad operativa mediante la programación lineal entera. Generando beneficios para la empresa y personal que labora, ya que se mantendría activa la operación.

Aportando también con la aplicación de un caso real del método de programación lineal entera en problemas de transporte y evaluando su desempeño como herramienta en la toma de decisiones.

Objetivos

A continuación, se presentarán los objetivos principales y específicos de la presente investigación:

Objetivo principal

Incrementar la utilidad operativa generada del transporte de bolas de acero, por medio de una óptima distribución de semi tráiler’s encapsulados a cada cliente, mediante el uso de la programación lineal entera.

Objetivos específicos

1. Encontrar las variables operativas que intervienen en el proceso de transporte de bolas de acero, y como afectan al modelado matemático del Problema de investigación

2. Formular el modelo matemático para la distribución de semi tráiler's encapsulados a cada cliente, por medio de la programación lineal.

A continuación, se muestra la matriz de consistencia de la investigación en la tabla 1, la cual ayudó a determinar lo mencionado anteriormente.

Tabla 1 – Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL		
¿Cómo incrementar la utilidad operativa, mediante la distribución de semi tráiler's encapsulados a cada clientes, al prestar el servicio de transporte de materiales peligrosos de bolas de acero?	Incrementar la utilidad operativa generada del transporte de bolas de acero, por medio de una óptima distribución de semi tráiler's encapsulados a cada clientes, mediante el uso de la programación lineal entera.	Si se encuentra un modelo de programación lineal entera que permita la asignación óptima de semi tráiler's encapsulados se incrementará la utilidad al prestar el servicio de transporte de bolas de acero.		
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS		
¿Cómo se encontrará las variables operativas que intervienen en el proceso de transporte de bolas de acero, y como afectan al modelado matemático del Problema de investigación?	Encontrar las variables operativas que intervienen en el proceso de transporte de bolas de acero, y como afectan al modelado matemático del Problema de investigación	Si se encuentra las variables operativas que intervienen en el proceso de transporte de bolas de acero, se podrá determinar como afectan al modelo matematicode la presente investigacion.	**VARIABLE DEPENDIENTE** Variables Operativas **VARIABLE INDEPENDIENTE** Información de los recursos operativos	Número recursos operativos. Número de variables de decisión.
¿Cómo formular un modelo matemático para la distribución de semi tráiler encapsulados a cada cliente ?	Formular el modelo matemático para la distribución de semi tráiler's encapsulados a cada cliente, por medio de la programación lineal.	Si se formula el modelo matemático, utilizando la programación lineal, se podrá distribuir a los semi tráiler encapsulados a cada cliente.	**VARIABLE DEPENDIENTE** Modelo de programación lineal **VARIABLE INDEPENDIENTE** Variables de decisión de la investigación	Nivel de solución del modelo. Grado de importancia de las restricciones.

Nota. *Elaboración propia*

1.9 Problemática

Luego de analizar la problemática se plantean las siguientes preguntas de investigación:

Pregunta principal

¿Cómo incrementar la utilidad operativa generada del transporte de bolas de acero, por medio de una distribución de semi tráiler's encapsulados a cada cliente, mediante la aplicación de la programación lineal entera?

Preguntas específicas

1. ¿Cómo se encontrará las variables operativas que intervienen en el proceso de transporte de bolas de acero, y cómo afectan al modelado matemático del Problema de investigación?

2. ¿Cómo formular un modelo matemático para la distribución de semi tráiler encapsulados a cada cliente?

3. ¿Cómo validar los resultados obtenidos por el modelado matemático con la programación lineal?

1.10 Metodología y procedimientos

Para definir la metodología es necesario definir el tipo de investigación, y de ello realizar el planteamiento del procedimiento de investigación.

Metodología

La metodología empleada fue no experimental ya que no se realizará la experimentación para encontrar resultados reales, exploratoria porque buscamos encontrar resultados que mejoren la situación y descriptiva porque describimos el entorno de un problema real.

Tipo de investigación

El tipo de investigación de la presente investigación fue INVESTIGACION BASICA PREDICTIVA, en la sub división de INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA FÍSICA, ya que según (Piscoya, 1987) establece varios tipos de investigación tecnológica, "La investigación en tecnologías físicas, están orientadas a crear, mejorar, optimizar máquinas, equipos, instrumentos, mecanismos, procedimientos, sistemas en el campo de la tecnología de ingenieros (civil, agrícola, agronomía, ambiental, pesquera, formales industrial, minera, geotécnica, de petróleo, etc.).".

Procedimientos

Para poder cumplir con los objetivos planteados en esta investigación se realizaron una serie de pasos o procedimientos que permitieron la obtención de la información necesaria; los cuales presento a continuación:

1) Entrevista al área de Gerencia de Operaciones, para conocer la realidad y descripción del servicio prestado.

2) Definición y formulación del problema, considerando todas las dificultades, necesidades legales y requerimientos de la empresa, las cuales intervienen en la prestación del servicio.

3) Revisión de las fuentes de información para la formulación del problema

4) Planificación de la investigación.

5) Recolección de información de los agentes partícipes en la operación.

6) Se analizó el modelo, la variables y restricciones.

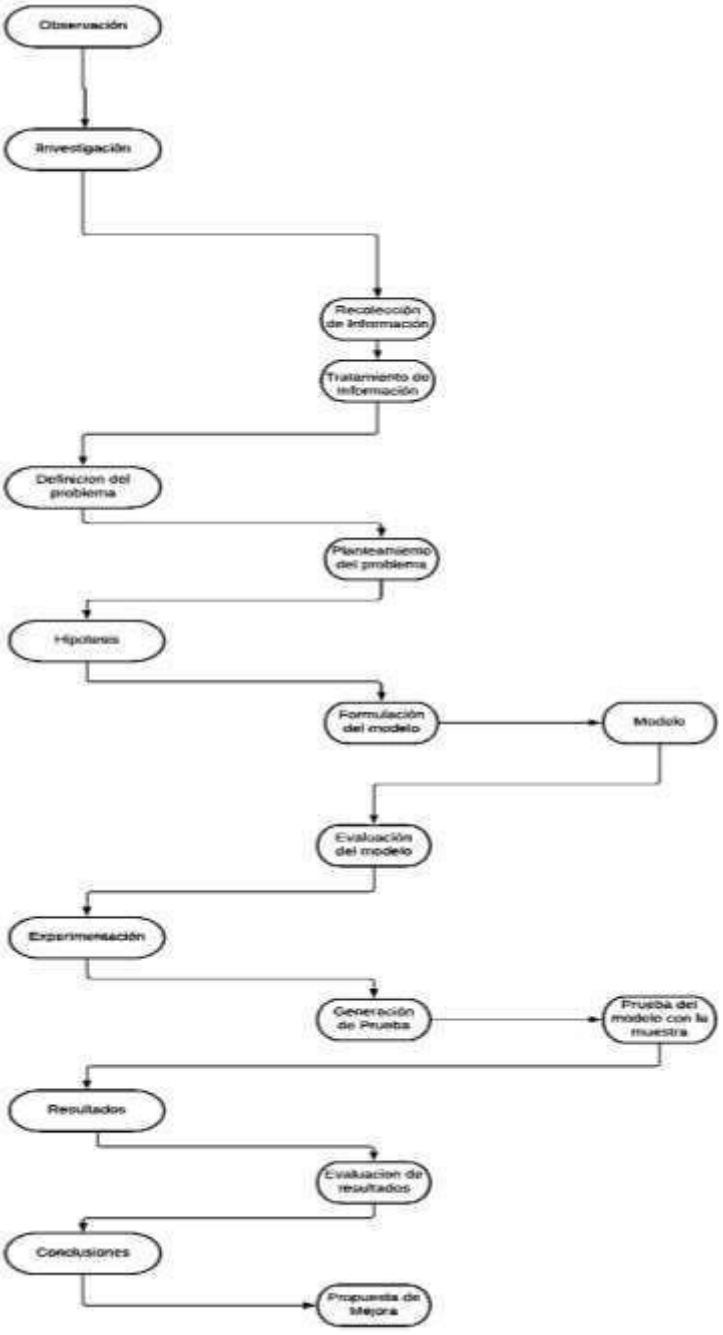
7) Planteamiento del modelo

8) Ejecución del modelo en el programa Lingo

9) Evaluación, interpretación y análisis de sensibilidad de resultados

A continuación, se muestra un flujograma con los procedimientos de las actividades:

Ilustración 1- Flujograma de procesos de actividades



Nota. *Elaboración propia*

1.11 Resultados de la actividad Recolección de datos.

- Entrevistar con el jefe del área de operaciones.
- Solicitar acceso al área de sistemas para la extracción de bases de datos
- Realizar cuadro de los viajes realizados por los semi tráiler's encapsulados del año 2018
- Solicitar data de costos operativos al jefe de operaciones
- Recolectar data de cuantos viajes se realizan a la semana y cuanto se transporta en estos semi tráiler`s encapsulados.
- Recolectar data de eventos frecuentes que desencadenan en incremento de costos operativos
- Solicitar data del personal y semi tráiler’s encapsulados al jefe de operaciones
- Recolectar data del régimen de conductores y ver cómo afectan en la distribución de semi tráiler's encapsulados.
- Recolectar data de los mantenimientos preventivos y ver cómo afectan en la programación de semi tráiler's encapsulados.

En la tabla 2 se muestran los tipos de instrumentos de recolección que se utilizaron en la recolección de datos de la presente investigación.

Tabla 2- Instrumentos de recolección

Nombre del instrumento de recolección de datos	Descripción	Fuente de información
EXTRACCIÓN DE BASE DE DATOS	SE OBTUVO INFORMACIÓN DE EGRESOS, QUE SE GENERAN AL REALIZAR EL SERVICIO DE TRANSPORTE DE BOLAS DE ACERO.	GERENTE DE OPERACIONES
ENTREVISTA	SE OBTUVO INFORMACIÓN DE LOS INGRESOS, QUE SE GENERAN AL REALIZAR EL SERVICIO DE TRANSPORTE DE BOLAS DE ACERO.	GERENTE DE CONTROL DE TRÁFICO
OBSERVACIÓN	CARACTETISTICAS DE LOS SEMI TRÁILER'S ENCAPSULADOS QUE REALIZAR EL SERVICIO DE TRANSPORTE DE BOLAS DE ACERO .	ÁREA DE OPERACIONES
OBSERVACIÓN	CARACTERISTICAS DEL TRANSPORTE DE BOLAS DE ACERO.	ÁREA DE OPERACIONES

Nota. *Elaboración propia*

Variables de Recolección

Variables que afectan al modelado de la programación lineal y el objetivo de cada instrumento de recolección de dato, que se usó para la determinación de dichas variables. Como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3 - Recolección de variables

OBJETIVO DEL INSTRUMENTO	VARIABLES QUE RECOGE
DETERMINAR LOS EGRESOS QUE SE GENERAN AL REALIZAR EL TRANSPORTE.	S/. VIATICOS S/. PEAJES S/. HOSPEDAJE S/. REEMBOLSOS
DETERMINAR LOS INGRESOS GENERADOS POR EL TRANSPORTE.	$ / POR TONELADA TRANSPORTADO INGRESO DE $ POR SEMI TRÁILER ENCAPSULADO
DETERMINAR LAS CARACTERISTICAS DE LOS SEMI TRÁILER'S ENCAPSULADOS.	CAPACIDAD DE CARGA (TM)
DETERMINAR LAS CARACTERISTICAS DEL VIAJE	CARGA ASIGNADA PARA EL TRANSPORTE (TM) ROUND TRIP (DIAS DE VIAJE) CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Nota. *Elaboración propia*

Se presenta la información que se obtuvo, en la tabla 4 con la recolección de datos.

Tabla 4 - Recolección de información

CLIENTES	ACEROS CHILCA	FEI FAN
TARIFA ($/TM)	44.5	42.5
RECORRIDO (km)	1080	920
COMBUSTIBLE (GAL)	160	130
LAVADO (S/.)	35	35
VIATICOS (S/./DÍA)	622.4	453.8
PEAJES (S/.)	257.15	223.8
ROUND TRIP (DÍAS)	4	3
CARGA 33 (TM)	SI	SI
CARGA 35 (TM)	SI	SI
TERCERIZACIÓN ($)	2	
VIAJES APROX	6	6

Nota. *Elaboración propia, con los datos recolectados*

Los datos recolectados los dividiremos en entidades las cuales serán 2:

- Semi tráiler’s encapsulados

- Clientes

Los cuales mostraremos en las siguientes tablas 5 y 6 respectivamente.

Tabla 5 - Matriz de variables

Entidad	Semi tráiler's Encapsulados					
Variables	**Definición para esta investigación**	**Sub-variables o dimensiones**	**Unidad de medida**	**rango de valores**	**Fuente de información**	**Instrumento de recolección de datos**
Características generales	Son las características que identifican a cada semi tráiler encapsulado y lo diferencian de otros	Código	etiqueta	Tamaño Alto Largo Ancho Señalética	Área de Operaciones	Recuperar de base de datos.
		Placa	Remolque			
			Encapsulado			
		Año de fabricación	dato	desde 2012		
		Capacidad	TM	33 - 35 TM		
		kilometraje recorrido	Km	Numérico		
Combustible	Recurso indispensable para el funcionamiento de los semi tráiler's encapsulados.	Cantidad de consumo	Gal.	130 a 165	Área de Combustibles	Recuperada de base de datos.
		Tipo de Motor	Marca	freightliner Mack		
		Desfase de consumo	Gal.	0 a 20		
Operarios	Personal que opera los semi tráiler's encapsulados	Operarios Aptos	Numero de Operadorios	0 a 15	Área de Operaciones y RRHH	Entrevista
		Operarios NO Aptos	Numero de Operadorios	0 a 15		
		Viáticos de viaje	Soles	S/. 453.8 a S/. 622.4	Área de Operaciones	
Terceros	tercerización del servicio por parte de la empresa en manera de co-operación obteniendo un ingreso mínimo.	Código	etiqueta	Tamaño Alto Largo Ancho Señalética	Área de Operaciones	Recuperada de base de datos.
		Placa	Remolque	Placa		
			Encapsulado	Placa		
		Año de fabricación	dato	desde 2012		
		Capacidad	TM	33 - 35 TM		
		kilometraje recorrido	Km	Numérico		
		Ingreso por tercerización	USD	$2 a $3	Área de Operaciones	Entrevista

Nota. *Elaboración propia, con los datos recolectados*

Tabla 6 - Información de utilidad operativa de viajes

ITEM	Mes Cliente	Semana	Servicio	Estado	Fecha Carga	Fecha Partida	Fecha Entrega	Fecha Termino	Round Trip Horas	Round Trip Dias	Placa Tracto	Flota Tracto	Placa Acoplado	Tipo Acoplado	Flota Acoplado
35	ENE	2	VIAJE 1	Finalizado	16/01/19	16/01/19	18/01/19	19/01/19	78.51	3.27	DSB-893	Flota Propia	F1L-973	Semiremolque Tolva	Flota Propia
33	ENE	2	VIAJE 2	Finalizado	16/01/19	16/01/19	18/01/19	19/01/19	78.51	3.27	DSD-859	Flota Propia	F8I-995	Semiremolque Tolva	Flota Propia
44	ENE	3	VIAJE 3	Finalizado	21/01/19	24/01/19	25/01/19	26/01/19	60.00	2.50	DSB-893	Flota Propia	F1L-973	Semiremolque Tolva	Flota Propia
108	ENE	3	VIAJE 4	Finalizado	21/01/19	24/01/19	25/01/19	26/01/19	60.00	2.50	DSD-859	Flota Propia	F8I-995	Semiremolque Tolva	Flota Propia
109	ENE	4	VIAJE 5	Finalizado	28/01/19	30/01/19	31/01/19	01/02/19	60.00	2.50	DSB-893	Flota Propia	F1L-973	Semiremolque Tolva	Flota Propia
29	ENE	4	VIAJE 6	Finalizado	28/01/19	30/01/19	31/01/19	01/02/19	60.00	2.50	DSD-859	Flota Propia	F8I-995	Semiremolque Tolva	Flota Propia
42	FEB	2	VIAJE 7	Finalizado	07/02/19	07/02/19	09/02/19	10/02/19	72.00	3.00	DSD-859	Flota Propia	F8I-995	Semiremolque Tolva	Flota Propia
10	FEB	2	VIAJE 8	Finalizado	07/02/19	07/02/19	09/02/19	10/02/19	72.00	3.00	DSB-893	Flota Propia	F1L-973	Semiremolque Tolva	Flota Propia
74	MAR	1	VIAJE 9	Finalizado	05/03/19	05/03/19	07/03/19	08/03/19	72.00	3.00	DSI-794	Flota Propia	F5O-999	Semiremolque Tolva	Flota Propia
11	MAR	1	VIAJE 10	Finalizado	05/03/19	05/03/19	07/03/19	08/03/19	72.00	3.00	DSL-785	Flota Propia	F3K-994	Semiremolque Tolva	Flota Propia
60	MAR	1	VIAJE 11	Finalizado	05/03/19	06/03/19	08/03/19	09/03/19	72.00	3.00	DSO-780	Flota Propia	F1L-985	Semiremolque Tolva	Flota Propia
27	MAR	2	VIAJE 12	Finalizado	09/03/19	09/03/19	11/03/19	12/03/19	96.00	4.00	DSL-785	Flota Propia	F5P-990	Semiremolque Tolva	Flota Propia
47	MAR	2	VIAJE 13	Finalizado	09/03/19	09/03/19	11/03/19	12/03/19	96.00	4.00	DSI-794	Flota Propia	F8R-975	Semiremolque Tolva	Flota Propia
52	MAR	3	VIAJE 14	Finalizado	11/03/19	11/03/19	13/03/19	15/03/19	78.00	3.25	DSO-738	Flota Propia	F3K-994	Semiremolque Tolva	Flota Propia
30	MAR	3	VIAJE 15	Finalizado	11/03/19	11/03/19	13/03/19	15/03/19	78.00	3.25	DSO-780	Flota Propia	F1L-985	Semiremolque Tolva	Flota Propia
17	MAR	4	VIAJE 16	Finalizado	13/03/19	13/03/19	15/03/19	16/03/19	78.00	3.25	DSM-786	Flota Propia	F8L-978	Semiremolque Tolva	Flota Propia
67	MAR	4	VIAJE 17	Finalizado	13/03/19	13/03/19	15/03/19	16/03/19	78.00	3.25	DSI-794	Flota Propia	F8R-975	Semiremolque Tolva	Flota Propia
51	MAR	4	VIAJE 18	Finalizado	16/03/19	16/03/19	19/03/19	20/03/19	108.00	4.50	DSL-785	Flota Propia	F5O-999	Semiremolque Tolva	Flota Propia
105	MAR	4	VIAJE 19	Finalizado	16/03/19	16/03/19	19/03/19	20/03/19	108.00	4.50	DSO-738	Flota Propia	F3K-994	Semiremolque Tolva	Flota Propia
59	MAR	4	VIAJE 20	Finalizado	19/03/19	19/03/19	22/03/19	23/03/19	108.00	4.50	DSO-780	Flota Propia	F5P-990	Semiremolque Tolva	Flota Propia
80	MAR	4	VIAJE 21	Finalizado	19/03/19	19/03/19	22/03/19	23/03/19	114.00	4.75	DSI-794	Flota Propia	F8R-975	Semiremolque Tolva	Flota Propia
97	MAR	4	VIAJE 22	Finalizado	19/03/19	19/03/19	22/03/19	23/03/19	114.00	4.75	DSM-786	Flota Propia	F9A-978	Semiremolque Tolva	Flota Propia
118	MAR	5	VIAJE 23	Finalizado	23/03/19	24/03/19	25/03/19	26/03/19	72.00	3.00	DSG-719	Flota Propia	F5O-999	Semiremolque Tolva	Flota Propia
2	MAR	5	VIAJE 24	Finalizado	23/03/19	24/03/19	25/03/19	26/03/19	144.00	6.00	DSL-785	Flota Propia	F3K-994	Semiremolque Tolva	Flota Propia
70	MAR	5	VIAJE 25	Finalizado	26/03/19	27/03/19	28/03/19	29/03/19	96.00	4.00	DSO-780	Flota Propia	F5P990	Semiremolque Tolva	Flota Propia
79	MAR	5	VIAJE 26	Finalizado	26/03/19	27/03/19	29/03/19	30/03/19	120.00	5.00	DSI-794	Flota Propia	F8R-975	Semiremolque Tolva	Flota Propia
3	MAR	5	VIAJE 27	Finalizado	26/03/19	27/03/19	29/03/19	30/03/19	120.00	5.00	DSO-738	Flota Propia	F9A-978	Semiremolque Tolva	Flota Propia
54	MAR	5	VIAJE 28	Finalizado	26/03/19	27/03/19	29/03/19	30/03/19	96.00	4.00	DSM-786	Flota Propia	F3K-994	Semiremolque Tolva	Flota Propia
71	MAR	5	VIAJE 29	Finalizado	28/03/19	29/03/19	30/03/19	31/03/19	96.00	4.00	DSG-719	Flota Propia	F5O-999	Semiremolque Tolva	Flota Propia
94	ABR	1	VIAJE 30	Finalizado	03/04/19	03/04/19	05/04/19	06/042019	84.00	3.50	DSO-780	Flota Propia	F9A-978	Semiremolque Tolva	Flota Propia
28	ABR	1	VIAJE 31	Finalizado	03/04/19	03/04/19	05/04/19	06/04/19	84.00	3.50	DSL-785	Flota Propia	F5P-990	Semiremolque Tolva	Flota Propia
100	ABR	1	VIAJE 32	Finalizado	04/04/19	05/04/19	06/04/19	07/04/19	84.00	3.50	DSI-794	Flota Propia	F8R-975	Semiremolque Tolva	Flota Propia
62	ABR	1	VIAJE 33	Finalizado	03/04/19	04/04/19	05/04/19	06/04/19	84.00	3.50	DSG-719	Flota Propia	F5O-999	Semiremolque Tolva	Flota Propia
66	ABR	1	VIAJE 34	Finalizado	04/04/19	04/04/19	06/04/19	07/04/19	84.00	3.50	DSM-786	Flota Propia	F3K-994	Semiremolque Tolva	Flota Propia
39	ABR	2	VIAJE 35	Finalizado	09/04/19	10/04/19	11/04/19	12/04/19	84.00	3.50	DSO-738	Flota Propia	F1L-979	Semiremolque Tolva	Flota Propia
92	ABR	2	VIAJE 36	Finalizado	09/04/19	10/09/19	11/04/19	12/04/19	84.00	3.50	DSO-780	Flota Propia	F9A-978	Semiremolque Tolva	Flota Propia
31	ABR	2	VIAJE 37	Finalizado	10/04/19	11/04/19	12/04/19	13/04/19	72.00	3.00	DSM-786	Flota Propia	F3K-994	Semiremolque Tolva	Flota Propia
6	ABR	2	VIAJE 38	Finalizado	10/04/19	11/04/19	12/04/19	13/04/19	72.00	3.00	DSL-785	Flota Propia	F5P-990	Semiremolque Tolva	Flota Propia
95	ABR	2	VIAJE 39	Finalizado	11/04/19	12/04/19	13/04/19	14/04/19	72.00	3.00	DSG-719	Flota Propia	F5O-999	Semiremolque Tolva	Flota Propia
58	ABR	3	VIAJE 40	Finalizado	16/04/19	17/04/19	19/04/19	20/04/19	84.00	3.50	DSG-719	Flota Propia	F5O-1000	Semiremolque Tolva	Flota Propia
5	ABR	3	VIAJE 41	Finalizado	16/04/19	17/04/19	19/04/19	20/04/19	84.00	3.50	DSL-785	Flota Propia	F5P-990	Semiremolque Tolva	Flota Propia
57	ABR	3	VIAJE 42	Finalizado	16/04/19	18/04/19	19/04/19	20/04/19	72.00	3.00	DSO-738	Flota Propia	F1L-979	Semiremolque Tolva	Flota Propia
89	ABR	3	VIAJE 43	Finalizado	16/04/19	17/04/19	19/04/19	20/04/19	84.00	3.50	DSO-780	Flota Propia	F9A-978	Semiremolque Tolva	Flota Propia
87	ABR	3	VIAJE 44	Finalizado	16/04/19	18/04/19	19/04/19	20/04/19	72.00	3.00	DSI-794	Flota Propia	F8R-975	Semiremolque Tolva	Flota Propia
23	ABR	4	VIAJE 45	Finalizado	23/04/19	23/04/19	25/04/19	26/04/19	84.00	3.50	DSG-719	Flota Propia	F5O-999	Semiremolque Tolva	Flota Propia
56	ABR	4	VIAJE 46	Finalizado	23/04/19	23/04/19	25/04/19	26/04/19	84.00	3.50	DSL-785	Flota Propia	F5P-990	Semiremolque Tolva	Flota Propia
107	ABR	4	VIAJE 47	Finalizado	23/04/19	23/04/19	25/04/19	26/04/19	84.00	3.50	DSI-794	Flota Propia	F8R-975	Semiremolque Tolva	Flota Propia
12	ABR	4	VIAJE 48	Finalizado	24/04/19	24/04/19	26/04/19	27/04/19	84.00	3.50	DSM-786	Flota Propia	F3K-994	Semiremolque Tolva	Flota Propia
1	ABR	4	VIAJE 49	Finalizado	24/04/19	24/04/19	26/04/19	27/04/19	84.00	3.50	DSO-780	Flota Propia	F9A-978	Semiremolque Tolva	Flota Propia
18	MAY	1	VIAJE 50	Finalizado	03/05/19	04/05/19	05/05/19	06/05/19	72.00	3.00	DSL-785	Flota Propia	F5O-999	Semiremolque Tolva	Flota Propia
115	MAY	1	VIAJE 51	Finalizado	03/05/19	04/05/19	05/05/19	06/05/19	84.00	3.50	DSO-738	Flota Propia	F1L-979	Semiremolque Tolva	Flota Propia
75	MAY	1	VIAJE 52	Finalizado	03/05/19	04/05/19	05/05/19	06/05/19	84.00	3.50	DSO-780	Flota Propia	F9A-978	Semiremolque Tolva	Flota Propia
96	MAY	2	VIAJE 53	Finalizado	08/05/19	09/05/19	10/05/19	11/05/19	84.00	3.50	DSO-780	Flota Propia	ACE-990	Semiremolque Tolva	Flota Propia
40	MAY	2	VIAJE 54	Finalizado	08/05/19	09/05/19	10/05/19	11/05/19	84.00	3.50	DSI-794	Flota Propia	F8R-975	Semiremolque Tolva	Flota Propia
13	MAY	2	VIAJE 55	Finalizado	08/05/19	09/05/19	10/05/19	11/05/19	84.00	3.50	DSL-785	Flota Propia	F5P-990	Semiremolque Tolva	Flota Propia
72	MAY	2	VIAJE 56	Finalizado	08/05/19	09/05/19	10/05/19	11/05/19	84.00	3.50	DSO-738	Flota Propia	ACE-993	Semiremolque Tolva	Flota Propia
4	MAY	2	VIAJE 57	Finalizado	08/05/19	09/05/19	10/05/19	11/05/19	84.00	3.50	DSG-719	Flota Propia	ACE-993	Semiremolque Tolva	Flota Propia
120	MAY	3	VIAJE 58	Finalizado	13/05/19	14/05/19	15/05/19	16/05/19	108.00	4.50	DSO-780	Flota Propia	F9A-978	Semiremolque Tolva	Flota Propia
81	MAY	3	VIAJE 59	Finalizado	13/05/19	14/05/19	16/05/19	17/05/19	108.00	4.50	DSI-794	Flota Propia	F8R-975	Semiremolque Tolva	Flota Propia
61	MAY	3	VIAJE 60	Finalizado	14/05/19	15/05/19	16/05/19	18/05/19	108.00	4.50	DSL-785	Flota Propia	F5P-990	Semiremolque Tolva	Flota Propia
114	MAY	3	VIAJE 61	Finalizado	14/05/19	15/05/19	16/05/19	18/05/19	108.00	4.50	DSO-738	Flota Propia	F1L-979	Semiremolque Tolva	Flota Propia
15	MAY	3	VIAJE 62	Finalizado	14/05/19	15/05/19	16/05/19	18/05/19	108.00	4.50	DSG-719	Flota Propia	F5O-999	Semiremolque Tolva	Flota Propia
30	MAY	3	VIAJE 63	Finalizado	18/05/19	18/05/19	20/05/19	21/05/19	84.00	3.50	DSM-786	Flota Propia	F3K-994	Semiremolque Tolva	Flota Propia
14	MAY	3	VIAJE 64	Finalizado	17/05/19	18/05/19	20/05/19	21/05/19	108.00	4.50	DSO-780	Flota Propia	F9A-978	Semiremolque Tolva	Flota Propia
32	MAY	4	VIAJE 65	Finalizado	22/05/19	23/05/19	24/05/19	25/05/19	84.00	3.50	DSO-780	Flota Propia	F9A-978	Semiremolque Tolva	Flota Propia
20	MAY	4	VIAJE 66	Finalizado	22/05/19	23/05/19	24/05/19	25/05/19	84.00	3.50	DSL-785	Flota Propia	F5P-990	Semiremolque Tolva	Flota Propia
8	MAY	4	VIAJE 67	Finalizado	24/05/19	25/05/19	26/05/19	27/05/19	84.00	3.50	DSG-719	Flota Propia	F5O-999	Semiremolque Tolva	Flota Propia
26	MAY	4	VIAJE 68	Finalizado	23/05/19	24/05/19	26/05/19	29/05/19	72.00	3.00	DSI-794	Flota Propia	F8R-975	Semiremolque Tolva	Flota Propia
68	MAY	4	VIAJE 69	Finalizado	22/05/19	23/05/19	24/05/19	25/05/19	84.00	3.50	DSO-738	Flota Propia	F1L-979	Semiremolque Tolva	Flota Propia
90	MAY	5	VIAJE 70	Finalizado	27/05/19	27/05/19	29/05/19	30/05/19	84.00	3.50	DSI-794	Flota Propia	F8R-975	Semiremolque Tolva	Flota Propia
104	MAY	5	VIAJE 71	Finalizado	27/05/19	27/05/19	29/05/19	31/05/19	108.00	4.50	DSO-738	Flota Propia	F1L-979	Semiremolque Tolva	Flota Propia
88	MAY	5	VIAJE 72	Finalizado	3 1/05/2019	31/05/19	02/05/19	03/05/19	84.00	3.50	DSI-794	Flota Propia	F8R-975	Semiremolque Tolva	Flota Propia
113	MAY	5	VIAJE 73	Finalizado	34/05/2019	31/05/19	02/05/19	03/06/19	84.00	3.50	DSL-785	Flota Propia	F5P-990	Semiremolque Tolva	Flota Propia
93	MAY	5	VIAJE 74	Finalizado	27/05/19	27/05/19	29/05/19	31/05/19	108.00	4.50	DSL-785	Flota Propia	F5P-990	Semiremolque Tolva	Flota Propia
36	MAY	5	VIAJE 75	Finalizado	30/05/19	31/05/19	01/06/19	02/06/19	84.00	3.50	DSM-786	Flota Propia	F3K-994	Semiremolque Tolva	Flota Propia
76	MAY	5	VIAJE 76	Finalizado	30/05/19	31/05/19	01/06/19	02/06/19	84.00	3.50	DSG-719	Flota Propia	F5O-999	Semiremolque Tolva	Flota Propia
99	MAY	5	VIAJE 77	Finalizado	30/05/19	31/05/19	01/06/19	02/06/19	84.00	3.50	DSO-780	Flota Propia	F9A-978	Semiremolque Tolva	Flota Propia
7	JUN	1	VIAJE 78	Finalizado	03/06/19	03/06/19	05/06/19	01/06/19	84.00	3.50	DSM-786	Flota Propia	F3K-994	Semiremolque Tolva	Flota Propia
37	JUN	1	VIAJE 79	Finalizado	03/06/19	03/06/19	05/06/19	01/06/19	84.00	3.50	DSO-780	Flota Propia	F9A-978	Semiremolque Tolva	Flota Propia
82	JUN	1	VIAJE 80	Finalizado	03/06/19	03/06/19	05/06/19	01/06/19	84.00	3.50	DSG-719	Flota Propia	F5O-999	Semiremolque Tolva	Flota Propia
19	JUN	1	VIAJE 81	Finalizado	04/06/19	05/06/19	06/06/19	07/06/19	84.00	3.50	DSO-738	Flota Propia	ACE-993	Semiremolque Tolva	Flota Propia
9	JUN	1	VIAJE 82	Finalizado	05/06/19	07/06/19	08/06/19	09/06/19	84.00	3.50	DSI-794	Flota Propia	F8R-975	Semiremolque Tolva	Flota Propia
21	JUN	1	VIAJE 83	Finalizado	06/06/19	07/06/19	08/06/19	09/06/19	84.00	3.50	DSM-786	Flota Propia	F3K-994	Semiremolque Tolva	Flota Propia
50	JUN	1	VIAJE 84	Finalizado	06/06/19	07/06/19	08/06/19	09/06/19	84.00	3.50	DSL-785	Flota Propia	F3K-995	Semiremolque Tolva	Flota Propia
101	JUN	1	VIAJE 85	Finalizado	07/06/19	07/06/19	09/06/19	10/06/19	84.00	3.50	DSG-719	Flota Propia	F5O-999	Semiremolque Tolva	Flota Propia
38	JUN	2	VIAJE 86	Finalizado	11/06/19	11/06/19	13/06/19	14/06/19	84.00	3.50	DSO-738	Flota Propia	F1L-979	Semiremolque Tolva	Flota Propia
85	JUN	2	VIAJE 87	Finalizado	10/06/19	11/06/19	12/06/19	13/06/19	84.00	3.50	DSL-785	Flota Propia	F5P-990	Semiremolque Tolva	Flota Propia
63	JUN	2	VIAJE 88	Finalizado	10/06/19	11/06/19	12/06/19	13/06/19	84.00	3.50	DSI-794	Flota Propia	F8R-975	Semiremolque Tolva	Flota Propia
102	JUN	2	VIAJE 89	Finalizado	11/06/19	12/0/2019	13/06/19	14/06/19	84.00	3.50	DSG-719	Flota Propia	F5O-999	Semiremolque Tolva	Flota Propia
16	JUN	2	VIAJE 90	Finalizado	11/06/19	14/06/19	13/06/19	15/06/19	72.00	3.00	DSO-780	Flota Propia	F9A-978	Semiremolque Tolva	Flota Propia
112	JUN	2	VIAJE 91	Finalizado	10/06/19	10/06/19	12/06/19	13/06/19	84.00	3.50	DSM-786	Flota Propia	F3K-994	Semiremolque Tolva	Flota Propia
49	JUN	2	VIAJE 92	Finalizado	14/06/19	14/06/19	16/02/19	17/06/19	84.00	3.50	DSI-794	Flota Propia	F8R-975	Semiremolque Tolva	Flota Propia
116	JUN	2	VIAJE 93	Finalizado	14/06/19	14/06/19	16/02/19	17/06/19	84.00	3.50	DSM-786	Flota Propia	F3K-994	Semiremolque Tolva	Flota Propia
48	JUN	3	VIAJE 94	Finalizado	18/06/19	19/06/19	20/06/19	21/06/19	84.00	3.50	DSO-780	Flota Propia	F9A-978	Semiremolque Tolva	Flota Propia
111	JUN	3	VIAJE 95	Finalizado	18/06/19	19/06/19	20/06/19	21/06/19	84.00	3.50	DSO-738	Flota Propia	F1L-979	Semiremolque Tolva	Flota Propia
110	JUN	3	VIAJE 96	Finalizado	18/06/19	19/06/19	20/06/19	21/06/19	84.00	3.50	DSM-786	Flota Propia	F3K-994	Semiremolque Tolva	Flota Propia
24	JUN	3	VIAJE 97	Finalizado	18/06/19	19/06/19	20/06/19	21/06/19	84.00	3.50	DSG-719	Flota Propia	F5O-999	Semiremolque Tolva	Flota Propia
46	JUN	3	VIAJE 98	Finalizado	18/06/19	19/06/19	20/06/19	21/06/19	84.00	3.50	DSI-794	Flota Propia	F8R-975	Semiremolque Tolva	Flota Propia
103	JUN	2	VIAJE 99	Finalizado	07/06/19	08/06/19	09/06/19	10/06/19	84.00	3.50	DSO-780	Flota Propia	F9A-978	Semiremolque Tolva	Flota Propia
53	JUL	1	VIAJE 100	Finalizado	01/07/19	02/07/19	03/07/19	04/07/19	84.00	3.50	DSL-785	Flota Propia	F5P-990	Semiremolque Tolva	Flota Propia
78	JUL	1	VIAJE 101	Finalizado	01/07/19	02/07/19	03/07/19	04/07/19	84.00	3.50	DSM-786	Flota Propia	F3K-994	Semiremolque Tolva	Flota Propia
98	JUL	1	VIAJE 102	Finalizado	01/07/19	02/07/19	03/07/19	04/07/19	84.00	3.50	DSG-719	Flota Propia	F5O-999	Semiremolque Tolva	Flota Propia
22	JUL	1	VIAJE 103	Finalizado	02/07/19	03/07/19	04/07/19	05/07/19	84.00	3.50	DSO-780	Flota Propia	F9A-978	Semiremolque Tolva	Flota Propia
84	JUL	1	VIAJE 104	Finalizado	02/07/19	03/07/19	04/07/19	05/07/19	72.00	3.00	DSM-786	Flota Propia	F3K-994	Semiremolque Tolva	Flota Propia
43	JUL	2	VIAJE 105	Finalizado	05/07/19	06/07/19	07/07/19	08/07/19	84.00	3.50	DSO-780	Flota Propia	F9A-978	Semiremolque Tolva	Flota Propia
25	JUL	2	VIAJE 106	Finalizado	05/07/19	06/07/19	07/07/19	08/07/19	84.00	3.50	DSG-719	Flota Propia	F5O-999	Semiremolque Tolva	Flota Propia
69	JUL	2	VIAJE 107	Finalizado	05/07/19	06/07/19	07/07/19	08/07/19	84.00	3.50	DSO-738	Flota Propia	ACE-993	Semiremolque Tolva	Flota Propia
41	JUL	2	VIAJE 108	Finalizado	05/07/19	06/07/19	07/07/19	08/07/19	84.00	3.50	DSI-794	Flota Propia	F8R-975	Semiremolque Tolva	Flota Propia
65	JUL	3	VIAJE 109	Finalizado	13/07/19	14/07/19	15/07/19	16/07/19	84.00	3.50	DSM-786	Flota Propia	F3K-994	Semiremolque Tolva	Flota Propia
55	JUL	3	VIAJE 110	Finalizado	13/07/19	14/07/19	15/07/19	16/07/19	72.00	3.00	DSL-785	Flota Propia	F3K-995	Semiremolque Tolva	Flota Propia
34	JUL	3	VIAJE 111	Finalizado	13/07/19	14/07/19	15/07/19	16/07/19	84.00	3.50	DSG-719	Flota Propia	F5O-999	Semiremolque Tolva	Flota Propia
106	JUL	3	VIAJE 112	Finalizado	13/07/2019	14/07/19	15/07/19	16/07/19	84.00	3.50	DSO-738	Flota Propia	F1L-979	Semiremolque Tolva	Flota Propia
119	JUL	3	VIAJE 113	Finalizado	13/07/2019	14/07/19	15/07/19	16/07/19	84.00	3.50	DSL-785	Flota Propia	F5P-990	Semiremolque Tolva	Flota Propia
77	JUL	3	VIAJE 114	Finalizado	13/07/2019	14/07/19	15/07/19	16/07/19	84.00	3.50	DSI-794	Flota Propia	F8R-975	Semiremolque Tolva	Flota Propia
64	JUL	4	VIAJE 115	Finalizado	18/07/2019	19/07/19	20/07/19	21/07/19	72.00	3.00	DSG-719	Flota Propia	F5O-999	Semiremolque Tolva	Flota Propia
117	JUL	4	VIAJE 116	Finalizado	18/07/2019	19/07/19	20/07/19	21/07/19	84.00	3.50	DSO-780	Flota Propia	F9A-978	Semiremolque Tolva	Flota Propia
45	JUL	4	VIAJE 117	Finalizado	19/07/2019	20/07/19	21/07/19	22/07/19	84.00	3.50	DSM-786	Flota Propia	F3K-994	Semiremolque Tolva	Flota Propia
91	JUL	4	VIAJE 118	Finalizado	19/07/2019	20/07/19	21/07/19	22/07/19	72.00	3.00	DSI-794	Flota Propia	F8R-975	Semiremolque Tolva	Flota Propia
86	JUL	4	VIAJE 119	Finalizado	19/07/2019	20/07/19	21/07/19	22/07/19	84.00	3.50	DSM-786	Flota Propia	F3K-994	Semiremolque Tolva	Flota Propia

Nota. *Elaboración propia, con los datos recolectados*

En la tabla 7 se muestran los gastos en los que se incurre al generar el servicio de transporte, por cada semi tráiler encapsulado.

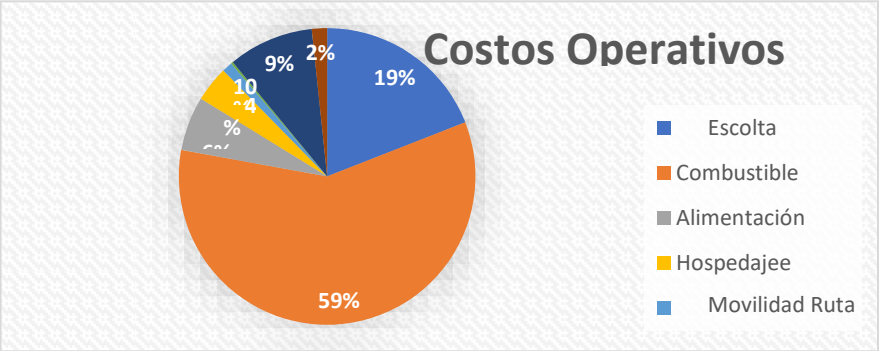
Tabla 7 - Gastos de operación

Escolta	S/ 2,400.00
Combustible	S/ 7,406.26
Alimentación	S/ 745.00
Hospedaje	S/ 490.00
Movilidad Ruta	S/ 140.00
Peajes	S/ 1,173.60
Lavado Unid	S/ 210.00

Nota. *Elaboración propia, con los datos recolectados*

En la ilustración 2 se muestra que el cliente 1 que en la presente investigación será Aceros chilca tiene una utilidad operativa de 60% en promedio.

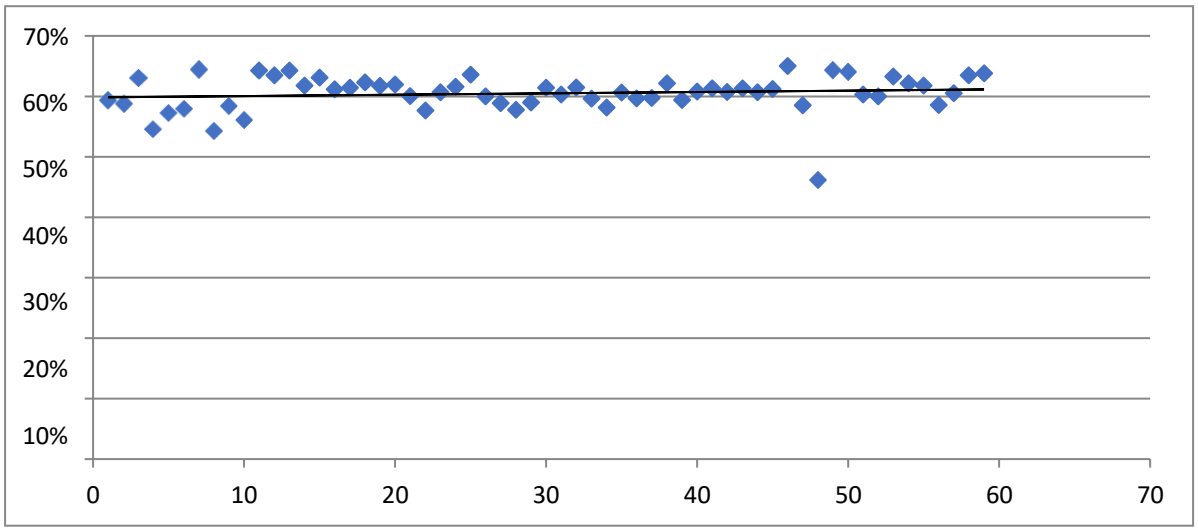
Ilustración 2 - Representación de costos del cliente 1



Nota. *Elaboración propia, con los datos recolectados*

Y en la ilustración 3 se muestra que este cliente 1 tampoco llega a la utilidad operativa requerida del 70% según la gerencia de operaciones de la empresa.

Ilustración 3 - Utilidad operativa del cliente 1



Nota. *Elaboración propia, con los datos recolectados*

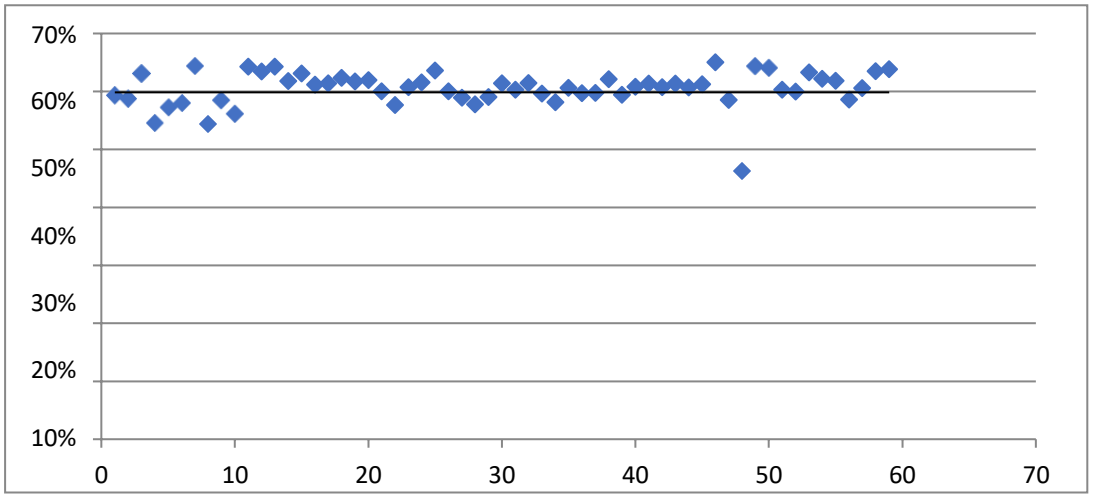
Tabla 8 - Viajes que incumplen el 70% de utilidad operativa del cliente 1

VIAJES CLIENTE 1	UTILIDAD
VIAJE 14	59%
VIAJE 15	59%
VIAJE 18	63%
VIAJE 19	55%
VIAJE 20	57%
VIAJE 21	58%
VIAJE 22	64%
VIAJE 25	54%
VIAJE 26	58%
VIAJE 27	56%
VIAJE 32	64%
VIAJE 33	63%
VIAJE 34	64%
VIAJE 35	62%
VIAJE 36	63%
VIAJE 45	61%
VIAJE 46	61%
VIAJE 47	62%
VIAJE 48	62%
VIAJE 49	62%
VIAJE 54	60%
VIAJE 55	58%
VIAJE 58	61%
VIAJE 59	62%
VIAJE 63	64%
VIAJE 64	60%
VIAJE 65	59%
VIAJE 66	58%
VIAJE 69	59%
VIAJE 70	61%
VIAJE 71	60%
VIAJE 72	61%
VIAJE 73	60%
VIAJE 74	58%
VIAJE 78	61%
VIAJE 79	60%
VIAJE 80	60%
VIAJE 85	62%
VIAJE 87	59%
VIAJE 88	61%
VIAJE 89	61%
VIAJE 91	61%
VIAJE 92	61%
VIAJE 93	61%
VIAJE 97	61%
VIAJE 98	65%
VIAJE 99	59%
VIAJE 100	46%
VIAJE 101	64%
VIAJE 102	64%
VIAJE 105	60%
VIAJE 106	60%
VIAJE 107	63%
VIAJE 108	62%
VIAJE 112	62%
VIAJE 113	59%
VIAJE 114	61%
VIAJE 115	63%
VIAJE 116	64%
	60%

Nota. *Elaboración propia, con los datos recolectados*

Y en la ilustración 4 se muestra que dicho cliente no logra generar una utilidad operativa del 70%, lo cual es requerido por la gerencia de operaciones de la empresa.

Ilustración 4 - Utilidad operativo cliente 2



Nota. *Elaboración propia, con los datos recolectados*

En la tabla 4 se muestra que el cliente 2 que en la investigación será FeiFan tiene una utilidad operativa de 58% en promedio.

Tabla 9 - Viajes que incumplen el 70% de utilidad operativa del cliente 2

VIAJES CLIENTE 2	UTILIDAD
VIAJE 1	**59%**
VIAJE 2	**59%**
VIAJE 3	**59%**
VIAJE 4	**60%**
VIAJE 5	**57%**
VIAJE 6	**58%**
VIAJE 7	**57%**
VIAJE 8	**50%**
VIAJE 9	**50%**
VIAJE 10	**58%**
VIAJE 11	**52%**
VIAJE 12	**65%**
VIAJE 13	**59%**
VIAJE 16	**51%**
VIAJE 17	**41%**
VIAJE 23	**41%**
VIAJE 24	**59%**
VIAJE 28	**59%**
VIAJE 29	**59%**
VIAJE 30	**58%**
VIAJE 31	**58%**
VIAJE 37	**59%**
VIAJE 38	**59%**
VIAJE 39	**59%**
VIAJE 40	**57%**
VIAJE 41	**56%**
VIAJE 42	**57%**
VIAJE 43	**57%**
VIAJE 44	**56%**
VIAJE 50	**60%**
VIAJE 51	**63%**
VIAJE 52	**61%**
VIAJE 53	**52%**

VIAJE 56	**53%**
VIAJE 57	**53%**
VIAJE 60	**60%**
VIAJE 61	**60%**
VIAJE 62	**62%**
VIAJE 67	**62%**
VIAJE 68	**62%**
VIAJE 75	**63%**
VIAJE 76	**63%**
VIAJE 77	**62%**
VIAJE 81	**52%**
VIAJE 82	**62%**
VIAJE 83	**62%**
VIAJE 84	**62%**
VIAJE 86	**60%**
VIAJE 90	**63%**
VIAJE 94	**55%**
VIAJE 95	**55%**
VIAJE 96	**54%**
VIAJE103	**61%**
VIAJE104	**58%**
VIAJE109	**61%**
VIAJ110	**61%**
VIAJE111	**60%**
VIAJE117	**58%**
VIAJE118	**59%**
VIAJE119	**54%**
	58%

Nota. *Elaboración propia, con los datos recolectados.*

En ambos casos de los clientes se muestra una semejanza en las figuras, esto se debe a que ambos clientes reciben la solicitud por parte del lugar de descarga del envió de bolas de acero al centro minero como insumo para los molinos.

Envío de la Cantidad Transportada

Los datos recaudados al retorno de cada semi tráiler, son enviados al área de control de tráfico quienes son responsables del cobro a los clientes.

Se evidencia que hay casos de hasta 36% que no se completó con la capacidad de carga total del semi trailer's encapsulado. Lo cual representa más de 300 TM que se dejaron de transportar en total, durante los viajes considerados en la investigación, causando esto una pérdida de oportunidad de $ 13,345.00.

Construcción del modelo de programación lineal

Se construirá el modelo siguiendo el algoritmo de la programación lineal:

Considere la red de distribución de semi tráiler's encapsulados de cada modelo a diferentes clientes cumpliendo sus requerimientos.

El número de semi tráiler's encapsulados disponibles para la distribución a los clientes es como sigue:

Tabla 10 - Número de semi trailer´s según la capacidad de carga

	Número de semi tráiler de cada modelo	*Cantidad de viajes a realizar*
Semi tráiler's encapsulados de 33 TM	8	72
Semi tráiler's encapsulados de 35 TM	5	35
Semi tráiler's encapsulados Tercerizados	100	100

Nota. *Elaboración propia, con los datos recolectados*

La tarifa por prestar el servicio a cada cliente está definida como sigue:

Tabla 11 - Costo del servicio por tonelada transportada

	$	*UM*
Cliente 1	44.5	TM
Cliente 2	42.5	TM
Cliente 3	2	TM

Nota. *Elaboración propia, con los datos recolectados*

El cliente requiere transportar ciertas cantidades definidas con el centro de descarga como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 12 - Requerimiento de semi trailer's por cliente según su capacidad de carga

CLIENTE	*Demanda en TM Requerida*
Cliente 1	29
Cliente 1	30
Cliente 1	33
Cliente 2	29
Cliente 2	30
Cliente 2	33
Cliente 2	35

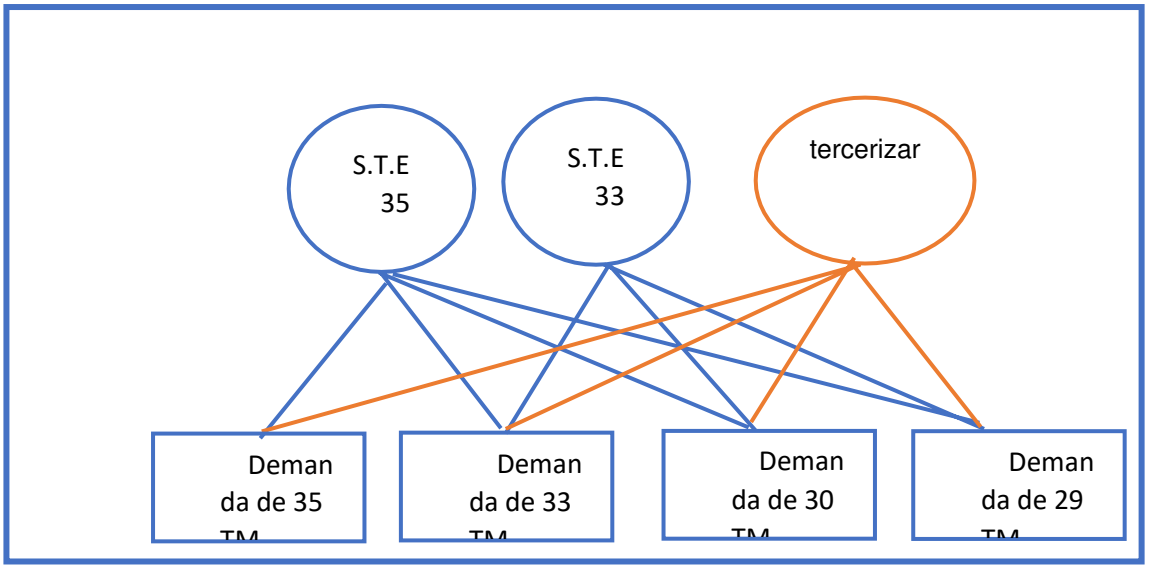
Nota. *Elaboración propia, con los datos recolectado*

Observe que el total de semi tráiler’s encapsulados es igual a la demanda solicitada, dado el caso de falta de semi tráiler’s encapsulados hay la posibilidad de tercerizar el servicio.

Demanda en TM Requerida	*Viajes*
29	4
30	20
33	22
35	17

Nota. *Elaboración propia, con los datos recolectado*

Ilustración 5 - Formulación del modelo



Nota. *Distribución de semi tráiler's encapsulados (S.T.E.) de forma funcional, elaboración propia.*

Formulación del modelo

X_{ij} =cantidad de viajes por semi tráiler's encapsulados del modelo i a enviar a la demanda del cliente j.

Modelo de semi tráiler encapsulado **i = 1, 2, 3. Donde** 1 representa al semi tráiler encapsulado de capacidad de 33 TM, donde 2 representa al semi tráiler encapsulado de capacidad de 35 TM y 3 representa el servicio tercerizado.

Demanda del cliente **j = 1, 2, 3, 4** .Donde 1 representa la demanda de 29 TM, donde 1 representa la demanda de 30 TM, donde 2 representa la demanda de 33 TM, donde 3 representa la demanda de 33 TM y donde 4 representa la demanda de 35 TM.

Paso 1

Fundar el modelo de decisión, primero tenemos que precisar las variables de decisión del problema para ello nos apoyaremos de las herramientas de recolección de datos previamente realizados.

X_{ij}: Cantidad de viajes por semi tráiler encapsulado de i a j.

i: 1, 2, 3 j: 1, 2, 3, 4.

C_{ij}: Cantidad a transportar en TM de i a j.

i: 1, 2, 3 j: 1, 2, 3, 4.

TC_{ij}: Tarifa del cliente de transportar la carga *i a j*.

TC: 44.5, 42.5, 2.

Q*:* Coste del viaje al destino (viáticos, peajes, etc.).

Paso 2

Luego se procede a precisar el objetivo del problema en las necesidades de sus variables de decisión. Para hacer esto utilizamos el concepto de *función objetivo*. Esta función refleja la relación existente entre la utilidad generada de $X_{ij,}$ Ck y TC_{ij}. Sea Z = utilidad. Entonces

$$F.O. = Max\ Z = \sum_{i=1}^{3}\sum_{j=4}^{4} TC_{ij}X_{ij}C_j - Q_1 * X_{1j} - Q_2 * X_{2j}$$

s.a.

x11+x21+x31<=17;

x12+x22+x32<=22;

x13+x23+x33<=20;

x14+x24+x34<=4;

x11+x12+x13+x14<=35;

x21+x22+x23+x24<=72;

x31+x32+x33+x34<=100;

Por tanto, La función objetivo del problema será:

Utilidad = Z = 44.5 X_{1j} Ck + 42.5 X2j Ck – ZX_{1j} – ZX_{2j}

Tarifa | Viajes | Carga | costos

La función objetivo del problema es distribuir los semi tráiler's encapsulados a cada cliente con el fin de maximizar la utilidad =

Máximo Z =

44.5*35*x11+44.5*33*x12+44.5*30*x13+44.5*29*x14+

(Cliente 1, con las demandas requeridas y número de viajes)

42.5*35*x21+42.5*33*x22+42.5*30*x23+42.5*29*x24+

(Cliente 2, con las demandas requeridas y número de viajes)

2*35*x31+2*33*x32+2*30*x33+2*29*x34

(Tercerización para ambos cliente, con las demandas requeridas y número de viajes)

-621.3*x11-621.3*x12-621.3*x13-621.3*x14

(Costos operativos para el cliente 1)

-491.3*x21-491.3*x22-491.3*x23-491.3*x24;

(Costos operativos para el cliente 2)

Paso 3

Restricciones del modelo

Definir las restricciones de capacidad usando X_{1J} y X_{2j}. El tiempo usado para completar el servicio no puede exceder del tiempo programado.

Restricciones de demanda de semi tráiler's encapsulados

x11+x21+x31<=17;

x12+x22+x32<=22;

x13+x23+x33<=20;

x14+x24+x34<=4;

Restricciones de semi tráiler's encapsulados

$$x11+x12+x13+x14<=35;$$

$$x21+x22+x23+x24<=72;$$

$$x31+x32+x33+x34<=100;$$

Restricciones de demanda de semi tráiler's encapsulados de 33 TM no pueden cargar 35 TM.

$$x21=0;$$

Paso 4

Delimitar todas las variables para que no tomen valores negativos. Para el problema esto involucra que

$$X_{11},\ X_{12},\ X_{13},\ X_{14} \geq$$

$$0\ X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{24} \geq$$

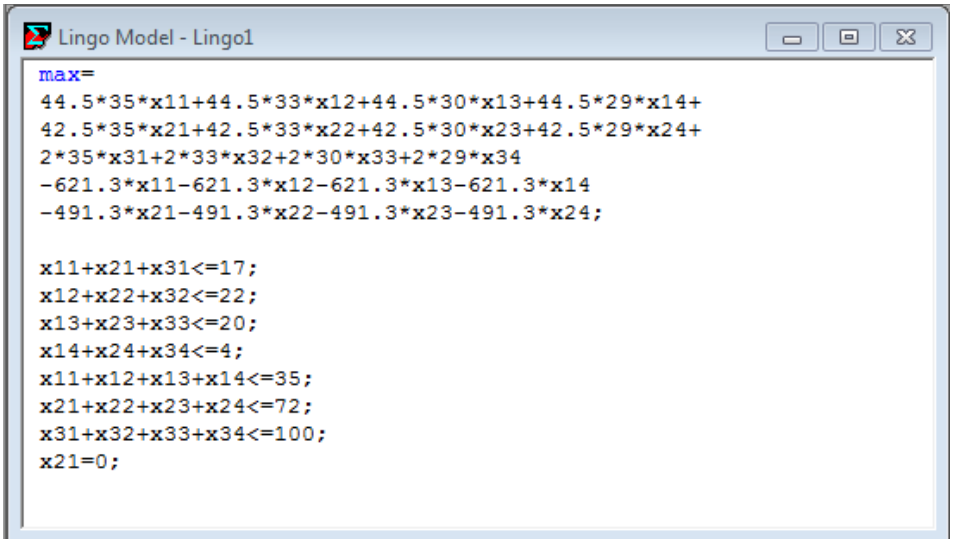
$$0\ X_{31}, X_{32}, X_{33}, X_{34} \geq$$

$$0$$

Programación en LINGO

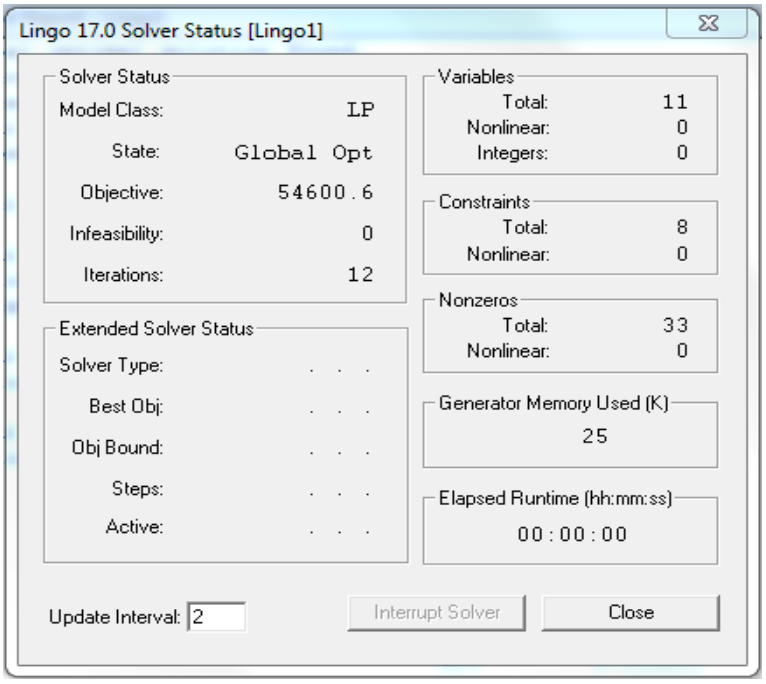
Se ingresa los valores de las variables declaradas anteriormente, en el programa lingo.

Ilustración 6 - Programación en LINGO



Nota. *Modelo de programación lineal ingresado en el programa lingo.elavorcion propia.*

El programa nos arroja como primer resultado que existe una solución óptima.

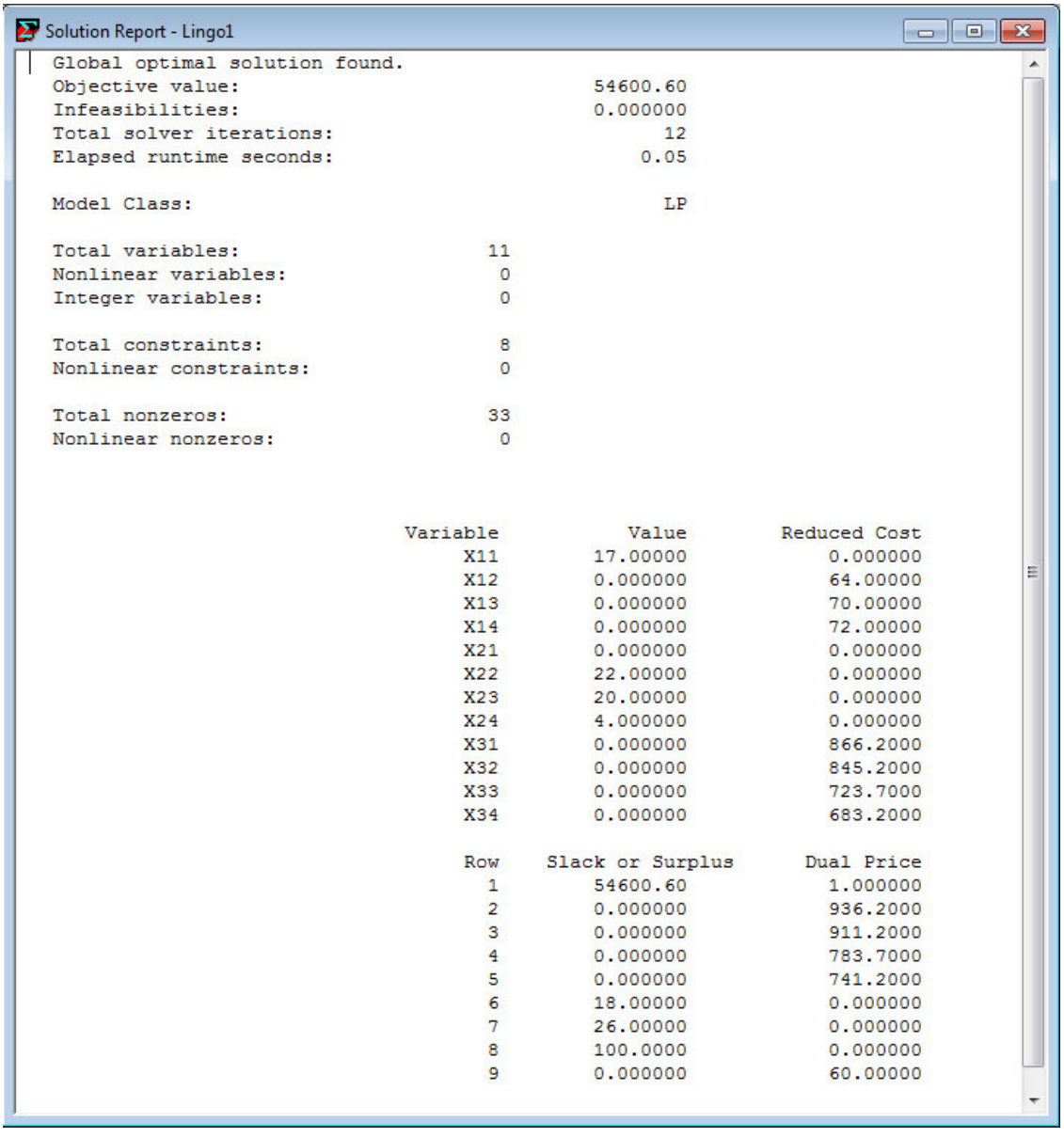


Nota. *ventana del programa lingo, muestra que hay 12 iteraciones al buscar la solucion.Elaboracion propia*

Obtención de resultados

El programa lingo arroja la siguiente ventana de resultados.

Ilustración 7 - Resultados en LINGO



Nota. *La siguiente figura contiene la solución óptima al problema de investigación,*

Elaboración propia.

Resultados obtenidos del programa lingo

Costo reducido:

Se puede interpretar el costo reducido de una variable como la cantidad por la que el coeficiente objetivo de la variable tendría que mejorar antes de que se pusiera aprovechable para dar la variable en cuestión un valor positivo en la solución óptima. La variable de distribuir al semi tráiler de capacidad de 35 TM a la demanda de 33 TM del primer cliente (**X12**) tiene un costo reducido de 64, el coeficiente objetivo de esta variable tiene que aumentar a través de 64 unidades en este problema. Como el problema es de maximización la variable debería de incrementar en 64 unidades de viajes requeridos para el cliente 1 de demanda de 33 TM para que esta se vuelva una alternativa atractiva para entrar en la solución.

La columna de holgura o sobrante (slack o surplus):

El primer valor corresponde a la función objetiva, contiene el valor óptimo de la función, mientras que las restantes contienen las variables de holgura de las restricciones.

En esta parte del modelo nos arroja 3 valores 18, 26 y 100. Lo cual nos indica que, de la restricción de viajes que pueden realizar los semi tráiler's encapsulados de 35 toneladas sobran 18 viajes, mientras que los viajes a realizar de los semi tráiler's encapsulados de 33 toneladas sombran 26 y no se utiliza el servicio de tercerizado.

Interpretación de resultado

La solución óptima propuesta es de $ 54 600.60. Distribuyendo los viajes de la siguiente manera que se presenta.

Los semi tráiler's encapsulados de capacidad de 35 TM, tendrán que realizar 17 viajes de forma mensual, transportando carga de 35 TM.Cumpliendo con los requerimientos de demanda.

Los semi tráiler's encapsulados de capacidad de 35 TM, tendrán que realizar 0 viajes de forma mensual, transportando carga de 33 TM.

Los semi tráiler's encapsulados de capacidad de 35 TM, tendrán que realizar 0 viajes de forma mensual, transportando carga de 30 TM.

Los semi tráiler's encapsulados de capacidad de 35 TM, tendrán que realizar 0 viajes de forma mensual, transportando carga de 29 TM.

Los semi tráiler's encapsulados de capacidad de 33 TM, No pueden transportar carga de 35 TM por ello se le asignó un valor de 0 viajes.

Los semi tráiler's encapsulados de capacidad de 33 TM, tendrán que realizar 22 viajes de forma mensual, transportando carga de 33 TM. Cumpliendo con los requerimientos de demanda.

Los semi tráiler's encapsulados de capacidad de 33 TM, tendrán que realizar 20 viajes de forma mensual, transportando carga de 30 TM. Cumpliendo con los requerimientos de demanda.

Los semi tráiler's encapsulados de capacidad de 33 TM, tendrán que realizar 4 viajes de forma mensual, transportando carga de 29 TM. Cumpliendo con los requerimientos de demanda.

Se tiene un sobrante de viajes a poder realizar de:

18 viajes de semi tráiler's encapsulados de capacidad de 35 TM

26 viajes de semi tráiler's encapsulados de capacidad de 33 TM.

100 viajes de semi tráiler's encapsulados del servicio de tercerización.

En el caso que se asigne viajes fuera de esta programación afectará al resultado propuesto de tal manera que:

1 viaje menos de 35 TM trae una consecuencia de $ 936.2 menos en la función objetivo.

1 viaje menos de 33 TM trae una consecuencia de $ 911.2 menos en la función objetivo.

1 viaje menos de 30 TM trae una consecuencia de $ 783.7 menos en la función objetivo.

1 viaje menos de 29 TM trae una consecuencia de $ 741.2 menos en la función objetivo.

1 viaje de 35 TM con un semi tráiler encapsulado de capacidad de 33 TM, muy a pesar de que afecte la solución objetivo en $ 70. Hay la posibilidad de una multa por parte del MTC, por incumplir la ley de control de pesos y medidas

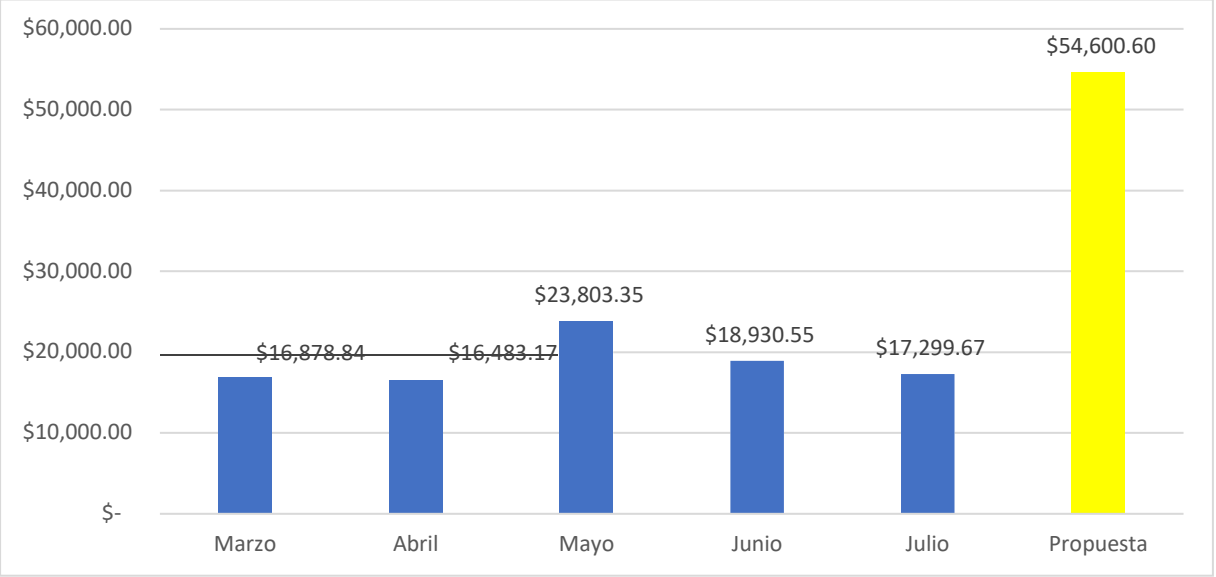
CONCLUSIONES

Para obtener un ingreso 54600.6 dolares se debe de realizar la siguiente distribucion 17 viajes con los semi trailer's encapsulados de 35 tm para el cliente 1. con una carga de 35 tm ,22 viajes con los semi tráiler's encapsulados de 33 tm para el segundo cliente2 con una carga de 33 tm , 20 viajes con semi tráiler's encapsulados de 33 tm para el cliente 2 cargando 30 tm y 4 viajes con semi tráiler's encapsulados de 33 tm cargando 29 tm para el cliente 2.

Conclusión del objetivo principal

Se incrementaría la utilidad operativa generada del transporte de bolas de acero, por medio de una óptima distribución de semi tráiler's encapsulados a cada clientes, mediante el uso de la programación lineal entera.

Tabla 13 - Utilidad Operativa de la empresa



Nota. *Utilidad Operativa generada por la empresa en investigación. Elavoración propia*

La investigación propone que, si se sigue la asignación propuesta en los resultados de la investigación, se obtendría un valor de 54600.6 dolares. número mucho mayor a la utilidad operativa generada actualmente por la empresa

Conclusión de los objetivos específicos

1. las variables operativas que intervienen en el proceso de transporte de bolas de acero, y como afectan al modelado matemático del Problema de investigación son:

   - Número de semi trailer’s encapsulados a asignar a cada cliente y cantidad de carga a transportar.

2. Se formuló el modelo matemático para la distribución de semi tráiler's encapsulados a cada cliente, por medio de la programación lineal.

$$F.O. = Max\ Z = \sum_{i=1}^{3}\sum_{j=4}^{4} TC_{ij}X_{ij}C_j - Q_1 * X_{1j} - Q_2 * X_{2j}$$

- Se formuló un problema de la vida real con la herramienta de investigación operativa, la programación lineal entera.
- Se determino la solución óptima frente al problema.
- El problema es programado en el software LINGO.
- Se realizo la interpretación de datos que muestra el programa LINGO.

1.12 Justificación

Se pretende solucionar el deficiente método de distribución de semi tráiler's encapsulados a cada cliente, que realiza la empresa y que trae como consecuencias utilidades operativas por debajo de lo esperado.

Se requiere encontrar una pronta solución a dicho problema, caso contrario las partes afectadas vendrán a ser la empresa de transportes, personal administrativo y personal operativo. Por el cierre de la operación de transporte de bolas de acero.

Por ello se plantea la solución de encontrar un método que permita el incremento de la utilidad operativa mediante la programación lineal entera. Generando beneficios para la empresa y personal que labora, ya que se mantendría la activa la operación.

Aportando también con la aplicación de un caso real del método de programación lineal entera en problemas de transporte y evaluando su desempeño como herramienta en la toma de decisiones.

1.13 Metodología aplicada

La metodología empleada fue no experimental ya que no se realizará la experimentación para encontrar resultados reales, exploratoria por que buscamos encontrar resultados que mejoren la situación y descriptiva porque describimos el entorno de un problema real.

1.14 Descripción de la implementación

Requerimientos para la implementación

Se ha requerido que la flota total debe cumplir la programación propuesta en la presente investigación, dichos semi tráiler's encapsulados deben estar aptos mecánicamente y legalmente cumpliendo todos los requerimientos básicos para asignar los viajes, de igual manera se requerirá conductores homologados con documentación y capacitaciones actualizadas. Las condiciones climáticas contempladas tienen que ser favorables, ya que el estudio no considera días de retrasos por motivos climáticos, fallas mecánicas y/o percances en ruta que determinen la ampliación del tiempo de entrega del insumo minero fuera de lo establecido.

Evaluación de resultados de la implementación

Luego de la implementación se tendrá que definir el grado de seguimiento y cumplimiento que hubo con respecto a las condiciones fijadas en la fase de requerimientos para la implementación. Obteniendo así, un porcentaje de cumplimiento y según este porcentaje se determinará si las condiciones requeridas fueron las necesarias para el desarrollo de la solución propuesta en la presente investigación. Como resultados de la implementación se obtuvo si hubo un incremento de la utilidad operativa al finalizar el mes, con la distribución semi tráiler encapsulado siguiendo el requerimiento de demanda por parte de ambos clientes.

RECOMENDACIONES

La distribución de semi tráiler's encapsulados al realizar en la prueba piloto está sujeta a condiciones favorables de viaje o no se considera contratiempos como demora en el traslado de la carga, demora en el proceso de carga o descarga, condiciones climáticas entre otros.

BIBLIOGRAFIA

Alan. (13 de JUNIO de 2016). *CONOCE LA DIFERENCIA ENTRE UTILIDAD BRUTA, UTILIDAD NETA Y UTILIDAD OPERATIVA* . Obtenido de CREDILIKEME: https://credilikeme.me/blog/utilidad-bruta-y-utilidad-neta/

ARAUJO CAJAMARCA, R. E. (2009). *ASIGNACIÓN DE MÁQUINARIAS A ÓRDENES DE PRODUCCIÓN MEDIANTE PROGRAMACIÓN LINEAL ENTERA*. LIMA: UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS.

Budnick. (2007). *Matemáticas Aplicadas para administración, economía y ciencias sociales (4ta edición).* México D.F: México: McGraw-Hill.

ConceptoDefinición. (18 de Julio de 2019). *ConceptoDefinición*. Recuperado el 2 de Noviembre de 2019, de ConceptoDefinición: https://conceptodefinicion.de/peaje/

GERENCIE.COM. (1 de MAYO de 2018). *UTILIDAD OPERACIONAL*. Obtenido de GERENCIE.COM: https://www.gerencie.com/utilidad-operacional.html

MTPE, Ministerio del Trabajo y promoción del Empleo. (31 de Marzo de 2016). *Compendio de Normas sobre la legislación Laboral.* Recuperado el 2 de Noviembre de 2019, de WWW.trabajo.gob.pe: https://www.administracion.usmp.edu.pe/bolsa-trabajo/wp-content/uploads/sites/31/2016/10/Compendio_Normas_Laborales_2016.pdf

MUÑOZ CARRASCO, D. M. (2014). *PROGRAMACIÓN DEL HORARIO DE SALIDAS Y ASIGNACIÓN DE BUSES PARA UN ALIMENTADOR DEL TRANSANTIAGO.* Santiago de Chile: UNIVERSIDAD DE CHILE FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL.

MUÑOZ ESPINOZA, F. A. (2013). *PLANIFICACIÓN DE SISTEMAS DE TRANSPORTE RÁPIDO CON CONGESTIÓN.* SANTIAGO DE CHILE.

Padilla, V. G. (2010). GASTO DE TRANSPORTE EN MINERÍA REPRESENTA. *UNA VISIÓN GLOBAL DEL NEGOCIO MINERO*, (pág. 2). PERÚ.

SIAM NEW. (16 de MAYO de 2000). *SIAM: The Best of the 20th Century: Editors Name Top 10 Algorithms*. Obtenido de https://archive.siam.org/news/news.php?id=637