



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Simulación de un modelo de transporte y su relación con la
reducción de los costos en una empresa del sector avícola,
Lima 2019**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTOR:

Flores León, Lido Darío (ORCID: 0000-0002-3911-7607)

ASESOR:

Mg. Zúñiga Muñoz, Marcial Rene (ORCID: 0000-0002-4058-064X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA – PERÚ

2019

Dedicatoria

A mi esposa e hijas, por ser el más grande aliciente para superar todos los obstáculos que se presentaron durante el desarrollo de mi carrera profesional y por su apoyo y paciencia invaluable en pro de éste gran reto. A mis padres y hermanos por su constante apoyo y confianza.

Agradecimiento

Agradezco infinitamente a la Universidad César Vallejo, a mis profesores por su constante apoyo y disposición, a mi asesor el Ing. Marcial Zúñiga, por su apoyo para poder sacar adelante este proyecto. Un especial agradecimiento también al Ing. Pedro Espinoza por su incondicional apoyo y compromiso en la aplicación de la metodología de gestión de operaciones y a mis compañeros de trabajo, por todo su apoyo incondicional con todas las facilidades de acceso a la información y su desinteresado aporte para la realización de la investigación.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de Contenidos	iv
Índice de Tablas	v
Índice de Figuras.....	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Realidad problemática	2
1.1.1 Realidad problemática mundial	2
1.1.2 Realidad problemática nacional	8
1.1.3 Realidad problemática local	10
1.2 Justificación del estudio	25
1.3 Hipótesis	28
1.4 Objetivo	29
II. MARCO TEÓRICO	31
III. METODOLOGÍA	53
3.1 Tipo y diseño de investigación	54
3.2 Variables y operacionalización	57
3.2.1 Variables	57
3.2.2 Operacionalización de las variables	62
3.2.3 Matriz de Operacionalización de las variables.....	64
3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	65
3.3.1 Población	65
3.3.2 Muestra	66
3.3.3 Muestreo	67
3.3.4 Unidad de análisis	68
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	69
3.5 Procedimiento	71
3.5.1 Estudio del ambiente de la situación	72
3.5.2 Formulación representativa de la situación	82
3.5.3 Construcción simbólica del modelo para la simulación	90
3.6 Método de análisis de datos	99
3.7 Aspectos éticos	99
IV. RESULTADOS	100

V. DISCUSIÓN	113
VI. CONCLUSIONES.....	115
VII. RECOMENDACIONES	118
REFERENCIAS	122
ANEXOS.....	128

Índice de Tablas

Tabla 1. Clasificación de motivos, frecuencia promedio y su participación.	23
Tabla 2. Matriz de Operacionalización de las variables.	64
Tabla 3. Ficha de recolección de datos	70
Tabla 4. Cantidad de granjas y tolvas asignadas por grupo de carga.	75
Tabla 5. Detalle de granjas especificando el grupo de carga asignado.	75
Tabla 6. Capacidad de producción, despacho y turnos en plantas de alimento... ..	78
Tabla 7. Tolvas de transporte de alimento balanceado por grupo de carga.....	79
Tabla 8. Tolvas por grupo de carga, capacidad individual y de flota por vuelta. ..	81
Tabla 9. Frecuencia de mantenimiento para conservación de las Tolvas.	88
Tabla 10. Eventos que afectan frecuentemente la disponibilidad de flota.....	89
Tabla 11. Tiempos promedio fijos, definidos por procedimiento de planta.....	91
Tabla 12. Rutas de reproductoras con sus costos, distancias y tiempos.	93
Tabla 13. Rutas de carne con sus costos, distancias y tiempos.	94
Tabla 14. Tolvas con el porcentaje de uso de su capacidad vehicular.....	95
Tabla 15. Resultados por tolva, obtenidos de primera simulación en un periodo de una semana.....	104
Tabla 16. Resultados por tolva, obtenidos de segunda simulación en un periodo de una semana.....	105
Tabla 17. Vehículos con el porcentaje de su capacidad utilizada y los resultados de la simulación.....	106

Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Índice de Competitividad Global,.....	5
<i>Figura 2.</i> Edad Promedio de las Flotas del Transporte Automotor de Cargas	6
<i>Figura 3.</i> Evolución del PBI total Vs. El PBI del Transporte	8
<i>Figura 4.</i> Actividades que Agregan Valor y Costo en el Proceso Logístico Integral en el Perú.	9
<i>Figura 5.</i> Red de Transporte de Alimento Balanceado.....	12
<i>Figura 6.</i> Modelo de Tolva Granelera (Bombona).	15
<i>Figura 7.</i> Pantalla de Monitoreo GPS de Tolvas que Transportan Alimento Balanceado hacia las Granjas.	17
<i>Figura 8.</i> Número de Vueltas Promedio x Tolva x Día 2016.	18
<i>Figura 9.</i> Número de Vueltas Promedio x Tolva x Día 2017	19
<i>Figura 10.</i> Número de Vueltas Promedio x Tolva x Día 2018.	20
<i>Figura 11.</i> Diagrama Ishikawa (Causa-Efecto).....	21
<i>Figura 12.</i> Diagrama de Pareto (80-20).....	24
<i>Figura 13.</i> Costos Operativos de un Vehículo de Transporte Terrestre de Carga.	52
<i>Figura 14.</i> Vista de la “Caja negra” de un modelo	59
<i>Figura 15.</i> Pasos para la Elaboración de un Modelo y Simulación.....	71
<i>Figura 16.</i> Geolocalización de las Granjas en Base a sus Coordenadas.....	77
<i>Figura 17.</i> Macroproceso del Transporte de Alimento Balanceado de Plantas a Granjas.....	83
<i>Figura 18.</i> Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP).	84
<i>Figura 19.</i> Red de Atención del Transporte de Alimento Balanceado.	86
<i>Figura 20.</i> Diagrama de Flujo Condicionando Asignación de Carga Según Validación Previa de la Flota.	96
<i>Figura 21.</i> Flujo de Asignación de Carga para Flota de Abuelos	96
<i>Figura 22.</i> Flujo de Asignación de Carga para Flota de Reproductoras.....	97
<i>Figura 23.</i> Flujo de Asignación de Carga para Flota de Carne.....	98
<i>Figura 24.</i> Pantalla de simulación, con Flujo de Órdenes de Carga y Vehículos Asignados.....	101
<i>Figura 25.</i> Asignación de Valor de Siniestralidad y Cuarentena para Simulación	102
<i>Figura 26.</i> Datos para Prueba de Normalidad en SPSS.	108
<i>Figura 27.</i> Datos para Prueba de Correlación R de Pearson en SPSS.....	110

Resumen

En la actualidad la gran mayoría de las empresas buscan la manera de minimizar sus costos, principalmente de aquellos ligados directamente a la gestión logística, ya que corresponden a los gastos que se cargan al producto, netamente por servicios y es el punto clave donde se deben generar los ahorros.

El objetivo del presente proyecto es determinar la relación que tiene la simulación de un modelo matemático de transporte sobre los costos generados por la prestación de los servicios de transporte en la empresa. Para esto se han trabajado diagramas de flujos, tablas de resumen de capacidades, horas, de viaje, uso de la capacidad vehicular, restricciones por grupos de carga, siniestralidad y cuarentenas por contaminación en granjas, basándonos en diagramas de flujos que contemplen dichos casos y desarrollándolo sobre la herramienta de uso libre "Process Simulator Free 2016", que es montada sobre Microsoft Visio.

Para este proyecto es del tipo aplicativo, con un diseño no experimental, descriptivo correlacional, con un enfoque cuantitativo y un alcance transversal o transeccional, ya que se toman los datos en una primera y única vez, para luego ser utilizada como parámetros de la simulación. Se hizo la comparación de los datos obtenidos en la simulación de los dos escenarios y los datos obtenidos de la recolección de datos utilizando primero por ser menor que 50 la cantidad de datos, Shapiro Wilk como estadístico para validar normalidad de los datos, obteniendo como resultado que dichos datos son paramétricos y por ende la correlación se calculó con el estadístico R de Pearson que arrojó como resultado de -0,276 y por ende lejos del +/- 1 que nos daría una correlación completa. Se consideró la muestra igual que la población por tener una cantidad de 28 vehículos como unidad de análisis.

Palabras clave: Simulación, modelo matemático, grafos, programación lineal, diagrama de flujo.

Abstract

At present, the vast majority of companies are looking for ways to minimize their costs, especially those linked directly to logistics management, since it corresponds to the costs charged to the product, easily for services and is the key point where they should be generate savings.

The objective of this project is to determine the relationship between the Simulation of a Mathematical Model of Transport on the costs generated by the provision of transport services in the company. For this, flow diagrams, summary tables of capacities, hours, travel, use of vehicle capacity, restrictions on load groups, accidents and quarantines due to contamination in farms have been worked on, based on flow diagrams that contemplate these cases and developing it on the free use tool "Process Simulator Free 2016", which is mounted on Microsoft Visio.

For this project it is of the applicative type, with a non-experimental, descriptive correlational design, with a quantitative approach and a transverse or transectional scope, since the data is taken in a first and only time, and then treated as simulation parameters. The comparison of the data obtained in the simulation of the two scenarios and the data obtained from the data collection was made using first because the amount of data is less than 50, Shapiro-Wilk as a statistic to validate the normality of the data, obtaining as As a result, these data are parametric and therefore the correlation was calculated with the Pearson R statistic that resulted in -0.276 and therefore far from +/- 1 that would give us a complete correlation. The sample is considered the same as the population because it has a quantity of 28 vehicles as an analysis unit.

Keywords: Simulation, mathematical modelo, graphs, linear programming, flowchart.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

1.1.1 Realidad problemática mundial

En la actualidad en el mundo, la problemática más frecuente de la que adolecen las empresas relacionadas al rubro del transporte de carga por carretera, es la baja productividad de los vehículos con los que cuentan, a raíz de frecuentes tiempos de espera o tiempos muertos entre servicio y servicio o incluso durante la prestación de los mismos, ocasionando que los costos fijos incurridos, no puedan ser diluidos en la frecuencia de servicios diarios que realiza, haciendo que finalmente su rentabilidad sea muy baja o casi nula, por lo que la única manera de garantizar una rentabilidad óptima para las empresas es disminuir al máximo los tiempos excesivos de viaje que finalmente no agregan valor sino gasto al servicio prestado, incrementando con ello la disponibilidad para la realización de más servicios y por ende alternativas de incremento en las frecuencias de servicios diarios por cada unidad, de modo tal que la cantidad de servicios realizados por cada unidad (toneladas movilizadas o viajes realizados), permitan cubrir la totalidad de los gastos incurridos durante la prestación de dicho servicio, además de dejar una rentabilidad adecuada para la empresa que le permita así re-invertir en más vehículos y tecnología que les ayude a mantenerse vigentes en el mercado local, además de garantizarle un programa de renovación progresiva de sus vehículos minimizando con ellos sus gastos de reparaciones de modo que siempre cuenten con una flota nueva, totalmente operativa y sumamente confiable, para de esta manera garantizar la óptima prestación de los servicios de transporte.

Paula Delgado Gómez (2019), en uno de sus artículos consignados en su sección de economía en el diario “El Espectador” de la ciudad de Colombia, señaló que:

Los costos del transporte son factores muy importantes que terminan afectando los diferentes negocios del país.

Indicó también que el servicio de transporte equivale a un tercio de los costos logísticos generados en la ciudad de Colombia y se encuentra prácticamente en el puesto número dos de los factores más importantes en la cadena logística, principalmente por las características y situaciones en

las que se desarrolla. Por otro lado señaló también que la logística nacional, definida precisamente como el proceso destinado a la movilización de los diferentes productos en el interior del país e incluso dirigidos al exterior, llegando al punto de ser considerada incluso como un punto estratégico en la política pública implantada en el país y que actualmente mantiene un retraso bastante grande que finalmente le resta competitividad al país respecto a los demás y que las nuevas políticas buscaban potenciar para colocarlo al nivel de los otros países de la región.

En su artículo también señaló que la versión más reciente del “Doing Business”, un proyecto elaborado por el Banco Mundial, posicionó al país de Colombia en la ubicación Ciento treintaitresava de hasta 190 países, en lo referido a la explotación económica del comercio transfronterizo, por sus costos elevados 3,6 veces respecto a los países de la OCDE y los largos trámites que estas demandan, llegando a tomar incluso hasta 16,5 veces más horas que el resto de países de la OCDE, perjudicando así la oportunidad de realizar buenos negocios en dicho país.

En este mismo artículo, Paula Delgado Gómez (2019), indicó también que cada dos años se realiza una medición de cómo se encuentra la logística en el país. Ésta medición la lidera el DNP (Departamento Nacional de Planeación). El resultado más saltante de la muestra que evaluaron, indicó que en las distintas empresas del país, el costo logístico equivalía a un promedio del 13,50% de sus ventas.

Señaló también que en la tercera y última encuesta nacional logística, un 69% de empresas fueron consultadas si calculan dicho costo para analizar su rentabilidad, señalando que en ese entonces no, pero que ese sería el primer reto orientado a las buenas prácticas. Por otro lado, se señaló también que el costo logístico en la ciudad de Colombia se encontraba elevado, con un 13,5% respecto al promedio de los países de la OCDE que oscila en un 8%, sin embargo los países de América Latina consideraban

un costo logístico de entre el 18% y 35% del valor final de sus productos, esto de acuerdo al informe del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Como respuesta a la siguiente pregunta ¿y cuáles son las ineficiencias que motivan ese resultado?, el subdirector del DNP Sr. Rafael Puyana, indicó que con dicha encuesta se pudieron determinar oportunidades de mejora en infraestructura y diferentes falencias en la operación.

Señaló también que el costo logístico se compone principalmente de un costo de almacenamiento generado por los operadores logísticos, las bodegas, los alquileres e inversiones, las tecnologías asociadas, seguido de los costos de etiquetados, la vigilancia y los seguros, los cuales representan un 46,5%, mientras que los costos de transporte primario y secundario, las tecnologías asociadas, los sistemas de información, las escoltas, los seguros de transporte y el monitoreo GPS correspondían al 35,2%.

Por lo antes señalado, se consideró que el costo de almacenamiento y el costo de transporte equivalen al 81,7% del Costo Logístico Total. Los sectores agropecuario, comercio y de construcción, tienen al almacenamiento como una de las actividades que demandan una proporción mayor en el balance, sin embargo el transporte se plantea como el más importante en las actividades de minería e industria. Incidiendo que deberían considerarse también los costos administrativos y de servicio al cliente como los empleados, los viáticos, las capacitaciones y comunicaciones que conforman el 11,1%, mientras que los costos varios como las devoluciones, los costos de destrucción o demolición, reciclaje y retornos de empaques a lo mucho equivalían a un 7,2%.

Situación del transporte.

El punto referido al transporte es uno de los más importantes factores que afectan el costo logístico y es justamente percibido de esa manera por muchas empresas de cinco de los seis sectores económicos señalados

como la barrera más importante para realizar sus actividades, por los altos costos que estos demandan (El 44,90% lo señala en el primer lugar).

Sin embargo, el 44,8% de las compañías señalaron al transporte de carga y la distribución como los servicios que más se tercerizaron, ya que tan solo el 22,40 % de las empresas disponían de una flota propia, la mayoría correspondientes al sector industrial.

Se indicó también que la gestión logística a nivel mundial, afecta directamente la competitividad de un país. Según el informe “Corredores Viales y la Logística de Transportes en el Perú” (Lazo Díaz-MTC, 2018, p.18), Chile se encontró en el puesto 33 del ranking, seguido de Costa Rica con el puesto 47, México con el puesto 51 y Colombia con el 66, mientras que Perú se ubicó en el puesto 72, mostrándonos 05 posiciones menos que el año 2016 y 11 posiciones menos que el año 2011. Esto indicó que el nivel de competitividad de nuestro país, medido desde el punto de vista logístico, ha cayó 11 posiciones desde el 2011 tal como se muestra en la Figura 1.

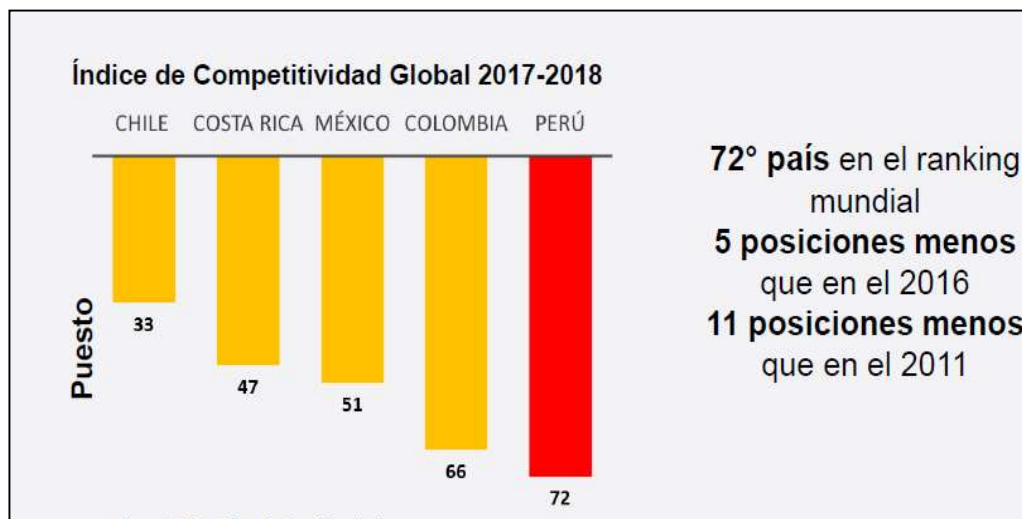


Figura 1. Índice de Competitividad Global, La Logística compromete la competitividad de un país; tomado del “Informe Anual MTC - Corredores Viales y la Logística de Transportes en el Perú” por Lazo Díaz, p.18, Copyrigh 2018.

José A. Barbero y Pablo Guerrero (2017), en su artículo denominado “El Transporte Automotor de Carga en América Latina”, obtenido de la biblioteca Felipe Herrera del Banco Interamericano de Desarrollo, señaló que:

El parque automotor que opera en la región concentra un promedio de antigüedad de aproximadamente 15 años, siendo casi un 200% más antiguo que la flota utilizada en los países desarrollados. La antigüedad promedio del parque automotor de la región se encuentra de 10 a 23 años, tomando en cuenta también las flotas de vehículos medianos y los vehículos pesados, que finalmente muestran una diferencia considerable con respecto a los otros países. La antigüedad de las diferentes flotas influye directamente en la productividad del sector e incluso en la seguridad vial, puntos analizados más adelante.

A continuación se presentan datos correspondientes a la edad media de los vehículos de carga de los países analizados, conjuntamente con los datos relativos al grupo de países pertenecientes a la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), los cuales son incluidos con la finalidad de usarlos como referencias comparativas.

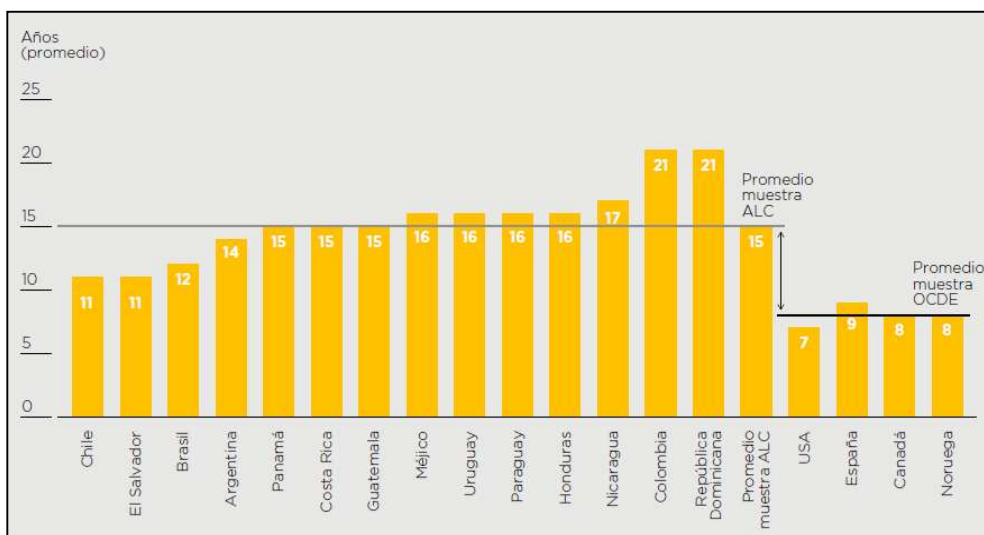


Figura 2. Edad Promedio de las Flotas del Transporte Automotor de Cargas (en años); América Latina y el Caribe (14 países) y países de la OCDE (4países); tomado del artículo “El Transporte Automotor de Carga en América Latina: Soporte logístico de la producción y el comercio” por José A. Barbero y Pablo Guerrero-BID, p.40, Copyrigh 2017.

Si en la *Figura 2* se incluyeran los datos relativos a vehículos livianos, probablemente se obtendrían edades medias menores, debido a la reciente incorporación masiva de unidades. La media ponderada de la edad de las flotas de los países analizados es de 13 años, mientras que la edad media sin ponderar asciende a 17 años. Todo esto se debe a que países con flotas pequeñas, particularmente de Centroamérica, tienen vehículos de mayor antigüedad que el resto de países. La mediana es de 15 años. Según el autor, Brasil, Chile, El Salvador, México y Panamá son los únicos países que presentaron valores menores que la mediana de antigüedad. Sin embargo los países que mantenían una edad promedio superior a la del grupo mostrado eran Belice (datos obtenidos en base a entrevistas), Colombia, República Dominicana y Nicaragua. Para el caso particular de Colombia, se debe resaltar que se estableció ya un procedimiento bastante habitual que permite renovar y repotenciar los motores de los vehículos, por lo que la antigüedad de la flota registrada, puede estar sobrestimada conforme se detalla en la *Figura 2*.

Lo señalado anteriormente, confirma los excesivos gastos que se generan en el transporte terrestre de mercancías, principalmente en Latino América, puesto que considerando la antigüedad promedio del parque automotor destinado al transporte de carga reflejados en la *Figura 2*, se tiene un mayor efecto en los gastos de mantenimiento y reparaciones mecánicas con el único afán de poder lograr una disponibilidad mecánica vehicular adecuada para de esta manera poder cumplir con el nivel de servicio exigidos por los diferentes clientes y en las ventanas horarias comprometidas, haciendo que la inversión en ello sea bastante alta y conlleve a mermar la utilidad esperada por las empresas de transporte, haciendo que las alternativas de reinversión en más vehículos nuevos o tecnología de punta que ayude a la logística sean muy bajas o hasta nulas, con el único afán de subsistir en un mercado bastante competitivo y de poca rentabilidad como consecuencia de la baja productividad de los vehículos asignados a estas actividades.

1.1.2 Realidad problemática nacional

MINCETUR (2015) indicó que:

El transporte era una demanda derivada del intercambio comercial, puesto que servía para movilizar las mercancías que se comercializan ya sea a nivel nacional o internacional. En consecuencia, la oferta de servicios de transporte constituía una condición necesaria para sostener el crecimiento económico de un país. La capacidad de movilización de carga del sector transporte, la calidad de sus servicios y el nivel de sus precios tienen una incidencia muy significativa sobre el total de la economía. En la siguiente figura se muestra cómo el PBI del sector transporte evolucionó de manera directamente proporcional con el PBI del Perú. (p.09)

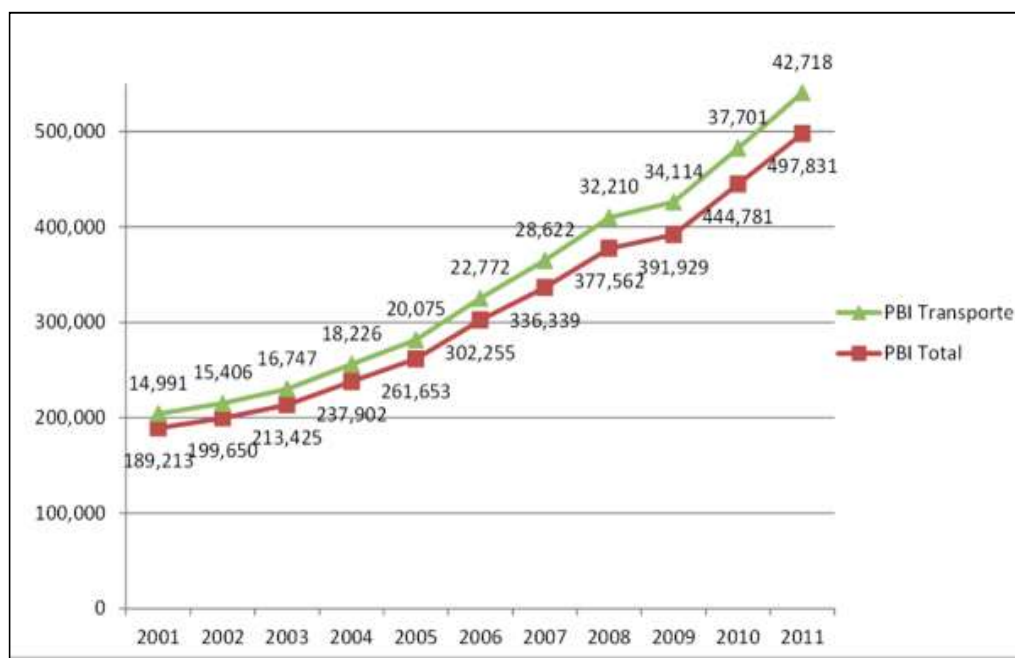


Figura 3. Evolución del PBI total Vs. El PBI del Transporte; tomado del artículo “Guía de Orientación al usuario de Transporte” por MINCETUR, p.40, Copyright 2015.

Lazo Díaz (2018), asesor de la oficina de Planeamiento y Presupuesto del MTC en su informe anual “Corredores Viales y la Logística de Transportes en el Perú” indicó que en el Perú, el Transporte y la Distribución juegan un papel muy importante dentro del Proceso Logístico Integral, ya que corresponden a algunas

de las actividades que agregan valor y costo a la operación, impactando directamente en el precio del producto final. Figura 4. (MTC, p.16)



Figura 4. Actividades que Agregan Valor y Costo en el Proceso Logístico Integral en el Perú; tomado del Informe anual del MTC "Corredores Viales y la Logística de Transportes en el Perú" por MTC, p.16, Copyright 2018.

Por otro lado, el transporte terrestre de mercancías también presenta la misma problemática que afecta directamente a la rentabilidad de las empresas del rubro por ser actividades generadoras de valor y de costo y que requieren mayor foco para buscar reducir a lo máximo los gastos mediante el uso más eficiente de los recursos y para ello se han identificado también algunos factores adicionales que afectan directamente la productividad de los vehículos. Según el informe "Corredores Viales y la Logística de Transportes en el Perú" (Lazo Díaz-MTC, 2018, p.17), los gastos logísticos de las empresas en el Perú son del 30% respecto a sus ingresos, Chile considera un 15%, mientras que los países miembros de la OECD mantienen un 9% y que las principales fuentes de sobrecostos identificadas son:

- Ineficiencia de las operaciones en el puerto
- Altos costos de inventario
- Sobre-costo estructural por el sistema de almacenamiento extra-portuario
- Transporte interno

De todo esto, se quiere hacer mayor énfasis en el transporte interno, ya que corresponde al rubro sobre el que se desarrollará la investigación.

En nuestro análisis, los problemas que principalmente afectan al transporte interno o de abastecimiento son los referidos a la productividad de los vehículos ya que son servicios que añaden gastos a un producto ya terminado, con un costo de producción establecido y que requiere ser movilizado de un punto a otro para su almacenamiento o consumo final por lo que es de suma importancia hacer que estos servicios movilicen la mayor carga posible al menor costo por viaje y ello se traduce en una mayor productividad por vehículo ya que estas unidades demandan un costo fijo mensual y un costo variable que depende principalmente de la distancia que recorra. Es por esta razón que se indica que la productividad de estos vehículos es afectada principalmente por los siguientes factores:

- La mala calidad de la infraestructura vial.
- La falta de regulación y una normatividad vial adecuada.
- Los problemas sociales y políticos.
- La mala gestión en la planificación de los transportes.
- La antigüedad que presentan los vehículos de transporte.
- Los niveles de bioseguridad y exclusividad de la carga.
- La baja calidad de los servicios de mantenimiento y reparación del país.
- La falta de repuestos oportunos por tener que importar cada uno de ellos según la necesidad y afectar así la disponibilidad mecánica.

1.1.3 Realidad problemática local

La operación de transporte objeto de este trabajo, es la que corresponde al transporte terrestre de alimento balanceado para aves, desde la planta de

alimentos de Lurín (km. 40 de la Panamericana Sur) hacia las diferentes granjas ubicadas en la costa del Perú, desde la zona de Huarney (Casma), ubicada a 379.4 km. al norte de Lima, hasta la zona de Carhuaz (Ica) a 446.8 km al sur de Lima, con viajes que toman entre 05 a 07 horas de ida a los puntos más lejanos, demandando con ello el uso exclusivo de algunos vehículos que por el tiempo de viaje solo realizan un servicio o en ocasiones incluso lo culminan al día siguiente, en muchos de los casos por demoras en la carga del alimento en planta, demoras en la descarga en granja, demoras en el viaje por fallas mecánicas, por bloqueos de carreteras, por paradas del vehículo no autorizadas, por el proceso mismo de restricciones de bioseguridad, por errores en el tipo de alimento despachado, falta de disponibilidad del alimento al momento de la carga, por errores de pedido, demoras por gestión de documentos después del despacho, por falta de vehículos en el horario requerido, ausencia de los conductores, etc. , quitándole con todo ello la productividad a la flota en operación, alterando con ello la programación diaria y hacer muy inestable la planificación, ya que no se tienen establecidos los tiempos promedio de viaje por cada una de las rutas, tiempos promedio de espera y principalmente rutas óptimas con que contemplen ya las restricciones de flota por bioseguridad, para poder identificar el número óptimo de viajes por día que debe realizar la flota, a fin de que sea más productiva. Figura 5.

REDES DE TRANSPORTE DE ALIMENTO BALANCEADO

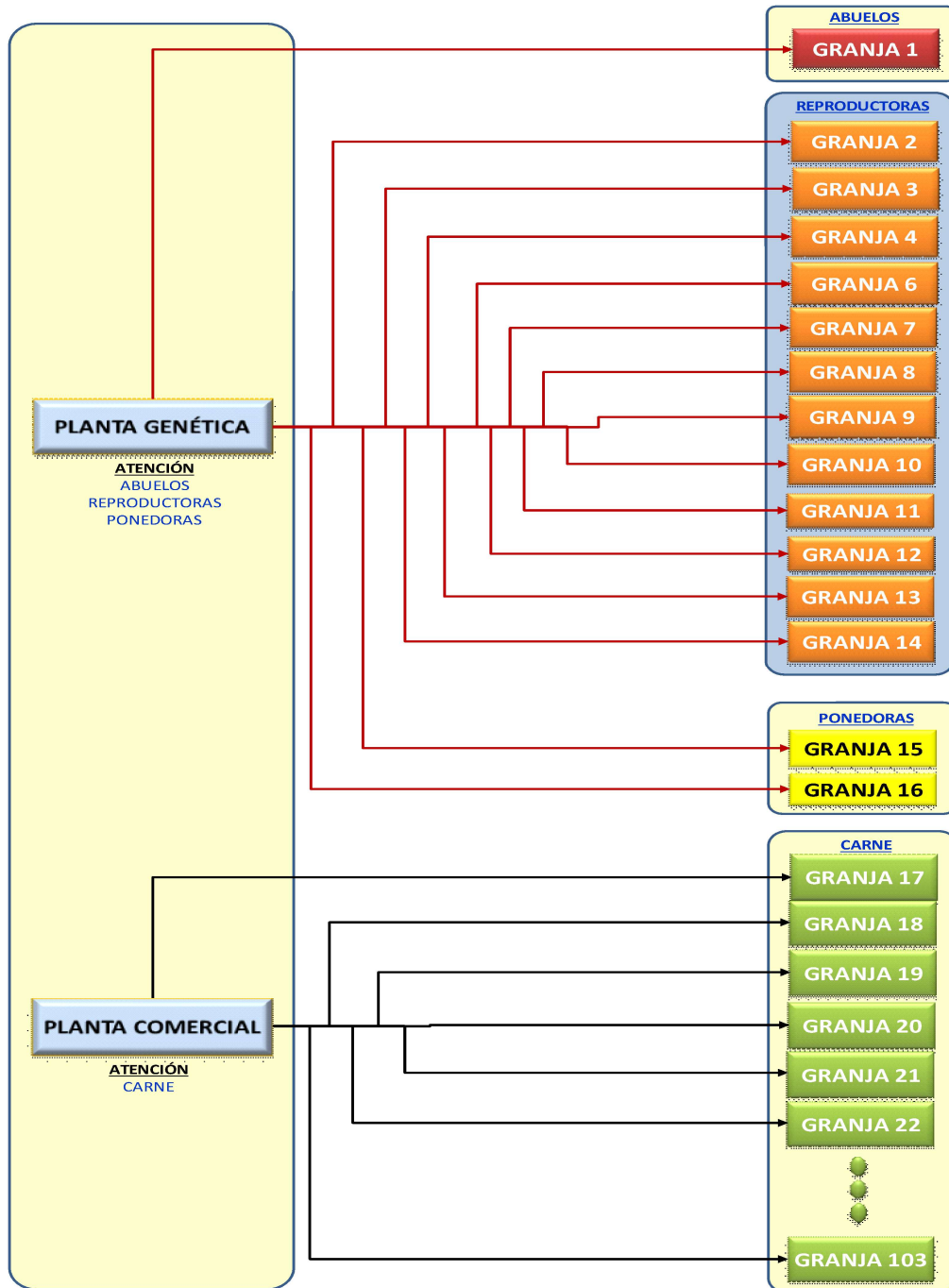


Figura 5. Red de Transporte de Alimento Balanceado; muestra flujo de servicios de transporte de las Plantas de Alimento con las diferentes granjas (abuelos, reproductoras, ponedoras y carne) y qué grupos son abastecidos por cada planta, elaboración propia con datos de una empresa del sector avícola, Lima 2019, Copyright 2019.

El transporte de alimento balanceado consiste en el traslado de toneladas de alimento balanceado producidas en la planta de alimentos hacia las diferentes granjas de aves. En la actualidad esta actividad se realiza mediante la utilización de tolvas graneleras (Bombonas) de propiedad de la empresa, las cuales son enganchadas y remolcadas por tractos que pertenecen a empresas terceras, para lo cual estas empresas cobran un flete por tonelada transportada variable según la ruta que realicen. Flete cuyo cálculo se realiza en base a un costo fijo que involucra los costos fijos en los que se incurre de manera mensual para tener operativa la tolva granelera, para la prestación de los servicios de transporte como por ejemplo el costo mensual por el financiamiento del vehículo, los permisos anuales, los seguros, la infraestructura en general, etc y un costo variable que corresponde al acumulado de los gastos generados por los kilómetros recorridos durante los diferentes servicios de transportes realizados, consumiendo así galones de combustible, horas de conducción, mantenimientos mecánicos en base al kilometraje, viáticos utilizados para alimentación según las rutas, peajes vehiculares, alojamientos, etc. todo ligado directamente a los kilómetros recorridos por cada tolva en la prestación de los servicios asignados en dicho periodo.

Considerando que las Tolvas Graneleras (Bombonas) son de propiedad de la empresa y entregadas en calidad de sesión de uso a cada uno de los transportistas. Los gastos de conservación y uso de las mismas los realiza la empresa, principalmente los overhaul con la finalidad de mantener operativos dichos equipos para que el tercero continúe brindando servicio, manteniendo una tarifa diferenciada por el transporte con usufructo de las tolvas de propiedad de la empresa, por lo que la mayor cantidad de toneladas transportadas por día, permite diluir el gasto fijo mensual de conservación de estos recursos, sin embargo la baja operatividad por diferentes factores, hace que estos costos fijos no puedan minimizarse e impacten directamente en costo de la tonelada de alimento balanceado transportado. A esto se suma el hecho de que conforme se están dando los incrementos en los volúmenes de producción de alimento, la demanda de los transportes también se incrementa, llegando a requerir para el 2021 la compra de un aproximado de 04 Tolvas (Bombonas) adicionales,

tomando en consideración para esta proyección, el promedio de vueltas al 2018 de que fue de 1.80 vueltas por vehículo al día.

El valor de venta promedio del mercado para una Tolva Granelera (Bombona de ocho compartimentos) con las especificaciones requeridas, asciende aproximadamente a US\$ 80,000 y el proceso de fabricación de cada una de ellas toma un promedio de 6 meses, además de que la capacidad máxima de fabricación del proveedor es de 06 Tolvas en paralelo, haciendo muy riesgosa la compra inmediata por el lead time que este proveedor tiene. El proveedor del que tomamos como referencia el costo de estas Tolvas es Triel-HT Logística Agroindustrial con sede en Brasil y uno de los fabricantes de tolvas de alimento balanceado más conocidos del mercado y que es también uno de los proveedores de las tolvas que actualmente operan en el transporte de alimento en la empresa. Debemos considerar también el gasto que demanda el trámite de la importación que es de aproximadamente US\$ 5,000 por vehículo, haciendo finalmente un valor total puesto en Lima de US\$ 85,000.00 cada tolva (bombona), con lo que se trataría de un total aproximado de US\$ 340,00.00 de inversión por la compra de las 04 tolvas necesarias para mover la carga proyectada para el año 2021, además de una espera de un año para la fabricación y puesta a punto de estas unidades en la operación. A ello hay que añadirle la disponibilidad de tractos o remolcadores que puedan enganchar dichas tolvas que finalmente son mucho más fáciles de contratar en el mercado nacional.

Si se logra mejorar la productividad de las tolvas actualmente operativas, incrementando el número de vueltas de cada una por día de 1.80 vueltas a 1.95 vueltas por día, se estaría cubriendo el transporte en su totalidad, sin necesidad de adquirir las 04 tolvas, generando entonces un ahorro estimado de hasta US\$ 340,000 que vendría a ser el valor de inversión por la compra las 04 tolvas que servirían para cubrir el déficit proyectado al 2021.



Figura 6. Modelo de Tolva Granelera (Bombona); Tolva utilizada para el transporte de alimento balanceado de las plantas de alimento balanceado a las granjas, tomado de TRIEL HT Logística Agroindustrial, http://pt.trielht.com.br/logistica-agroindustrial/produtos/novos/181/modelo_mega_aluminio, Copyrigh 2019.

Para lograr esto, se debe proponer un modelo matemático de transporte que contemple todas las restricciones de la flota a nivel de capacidades, destinos, bioseguridad, etc. Y se puedan recomendar los viajes de manera más óptima y al menor costo, con la intención de calcular los tiempos óptimos de viaje y costo por cada ruta y establecer un modelo matemático que permita simular estos escenarios para proponer la mejor alternativa.

Al momento de la planificación no se cuenta con la información oportuna de la cantidad de tolvas disponibles, descontando aquellas que se encuentran en mantenimiento o sufrieron algún tipo de inconveniente en la prestación del servicio, quedaron en cuarentena por alguna observación sanitaria o simplemente se quedaron en espera de descarga en las granjas, por lo que se tiene que estar llamando a cada responsable para sincerar el status de disponibilidad de las tolvas y con ello proceder a la planificación de cada uno de los viajes del día siguiente, en base a un programa de despacho que el área de Despacho de Planta de Alimentos hace llegar a Transporte Interno y en base a ello se definen las placas de los vehículos y los conductores que realizarán cada uno de estos

servicios, buscando siempre consolidar carga de modo que se atiendan en ocasiones más de una granja y siempre con una carga promedio de 27.5 toneladas y no generar pagos por falso flete. Esto ocasiona que en repetidas ocasiones al momento mismo del despacho, no se cuente aun con el vehículo o se tenga otro conductor asignado, generando demora en el proceso. Por otro lado, la planificación de las recargas se realiza sin definir aún una placa, ya que se considera el vehículo que retorna primero a planta, luego de culminado su primer servicio a raíz de que no se tiene un tiempo establecido de retorno para poder proyectar que placa es la que retorna para programar también oportunamente la recarga.

En el proceso de despacho, se tienen demoras por el proceso mismo de carga, ya que en repetidas ocasiones se cargan distintos tipos de alimento y para ello la tolva tiene que ingresar más de una vez a cargar, hasta completar la carga total asignada. Al no tener información oportuna de las horas estimadas de retorno a planta de las diferentes tolvas, se hace mucho más difícil la planificación de las segundas vueltas y asignación de placas de tolvas a los pedidos pendientes de atender, ya que no se tiene certeza de la hora de llegada a planta que permita comprometer la orden de carga con dicha placa a la hora establecida según programa.

Durante la prestación del servicio de transporte, los vehículos tienen la indicación de no parar hasta llegar al destino, sin embargo no se tienen estandarizados aun los tiempos y distancias promedio de cada uno de los viajes, de modo que no se puedan evaluar las desviaciones presentadas en la prestación del servicio, respecto a los valores teóricos.

Se realiza un seguimiento GPS a cada uno de estos servicios, sin embargo la información que se proporciona al área de transporte no es muy oportuna y sólo se focaliza el control para evitar y advertir paradas durante la realización del transporte ya que se tiene un alto riesgo de robo o sustracción del alimento en los puntos intermedios de las rutas donde generalmente se presentan dichas paradas. La proliferación de granjas artesanales donde requieren alimento y la

reventa a precios muy bajos del mismo, contribuyen a que ésta actividad se haga mucho más frecuente, mermando de manera considerable los volúmenes que se entregan finalmente a cada granja y por ende incrementa el costo de producción por ave, por la baja conversión del alimento en materia prima cárnica. Para esto, debemos tener estandarizados los tiempos de viaje óptimos para cada ruta de transporte, a fin de poder en base a ello realizar un mejor control y seguimiento a los servicios, ya que podremos establecer penalidades a las demoras excesivas y mejorar también con ello la productividad o numero de viajes que realiza cada tolva en el día. A continuación se muestra el seguimiento constante vía GPS que se realiza, a fin de garantizar la integridad de la carga hasta su destino, alertando cualquier parada no autorizada.

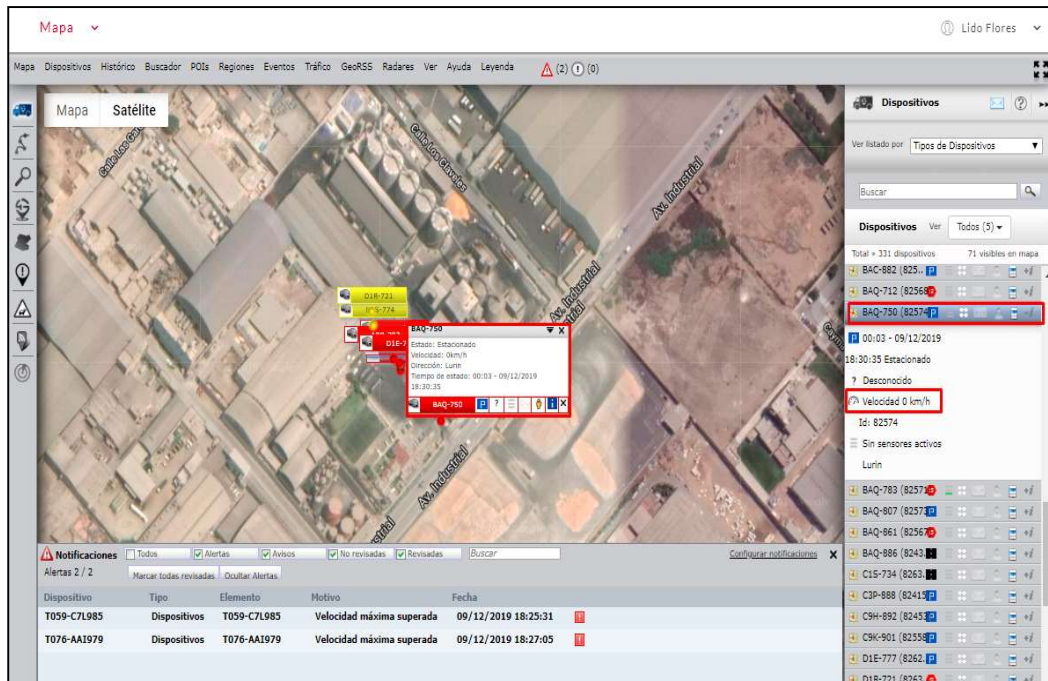


Figura 7. Pantalla de Monitoreo GPS de Tolvas que Transportan Alimento Balanceado hacia las Granjas, pantalla tomada de la plataforma de monitoreo de una empresa del sector avícola. Lima 2019. Copvriath 2019.

Cuando se tienen programados los vehículos para mantenimiento, muchas veces no se culminan los trabajos y tampoco se comunican oportunamente, generando que en ocasiones se programen tolvas que no se encuentran disponibles, haciendo que el proceso de despacho se retrase y obligue a reprogramar otras tolvas para cubrir los servicios de transporte pendientes.

Los tiempos mayores de espera en las granjas para realizar la descarga, alteran el tiempo estimado de cada servicio y con ello mayor incertidumbre de la hora de llegada a la planta para asignar nuevas cargas a cada tolva. A continuación se muestra la situación presentada en el año 2016 respecto a la productividad de las tolvas expresada en viajes por día, comparada con un objetivo de 1.7 trazado para dicho año.

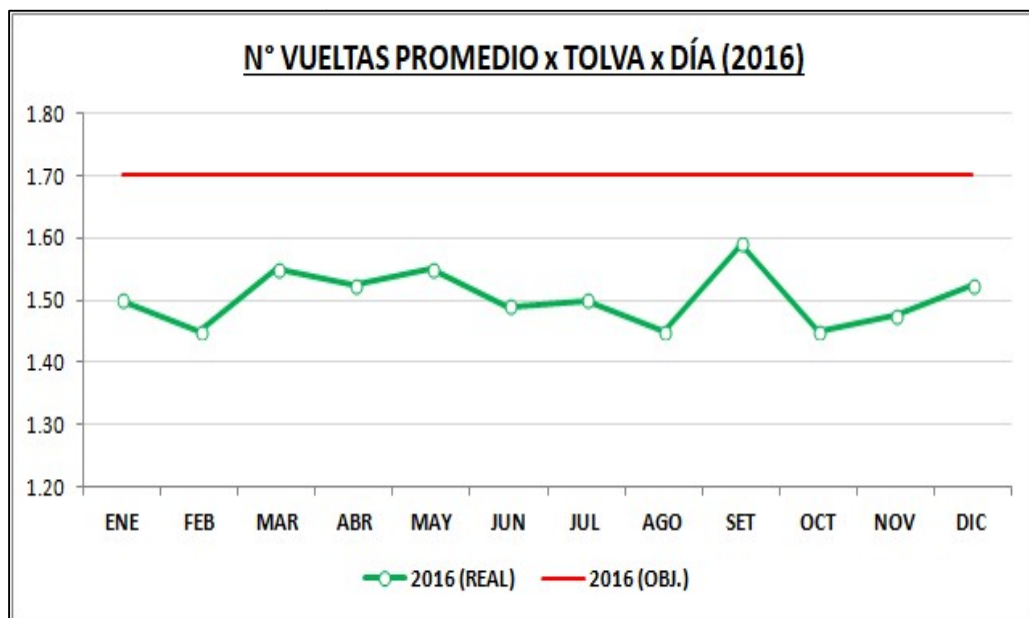


Figura 8. Número de Vueltas Promedio x Tolva x Día 2016; muestra la evolución del rendimiento promedio por día de las tolvas de AABB durante todo el año 2016, elaboración propia con datos tomados de una empresa del sector avícola, Lima 2019, Copyright 2019.

La situación presentada sin embargo para el año 2017 fue mejorando, sin embargo no se ha alcanzado el objetivo ideal de las 1.7 vueltas por día como productividad promedio por tolva, sino recién a fines de año. A continuación se muestra el comportamiento del rendimiento de las tolvas en el año 2017 contra el objetivo propuesto.

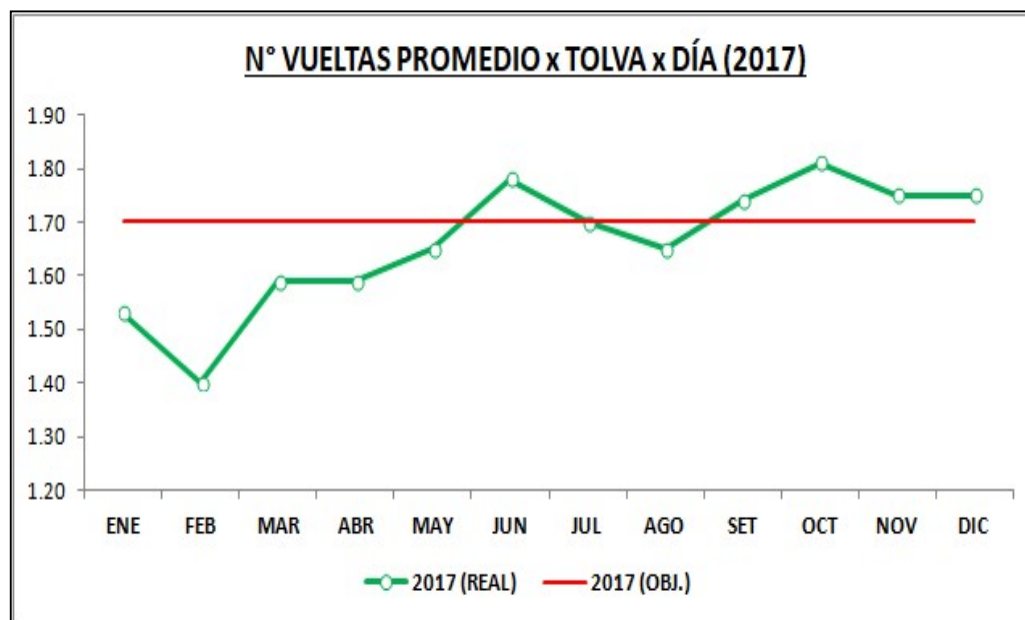


Figura 9. Número de Vueltas Promedio x Tolva x día 2017; muestra la evolución del rendimiento promedio por día de las tolvas de AABB durante todo el año 2017, elaboración propia con datos tomados de una empresa del sector avícola, Copyright 2019.

Durante el año 2018 este indicador de rendimiento fue mejorando (viajes que realiza una tolva en un día) ha logrado mejorar, superando el objetivo inicial de 1.8 viajes por día, gracias un mejor control de los servicios y los tiempos de viaje promedios por cada destino. Además de ello, el área de despacho de las plantas de alimento comprendió la necesidad de poder despachar más viajes por tolva con la finalidad de que los costos puedan disminuir al diluir el costo fijo de las mismas en más toneladas de alimento transportadas.

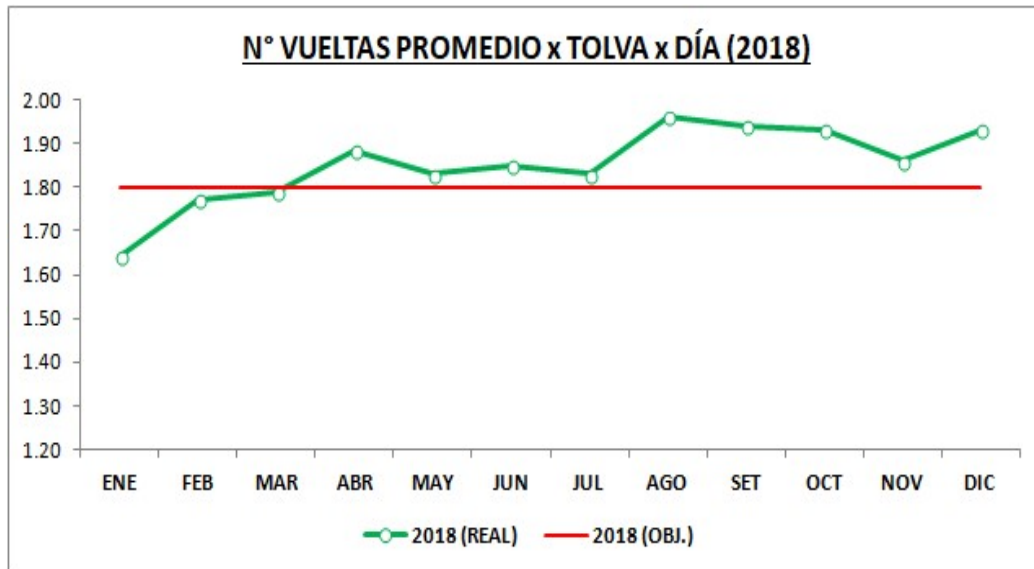


Figura 10. Número de Vueltas Promedio x Tolva x Día 2018; muestra la evolución del rendimiento promedio por día de las tolvas de AABB durante todo el año 2018, elaboración propia con datos tomados de una empresa del sector avícola, Copyrigh 2019.

Luego de una revisión del proceso y aplicando la metodología de Brinstorming (tormenta de ideas), creada por Alex Faickney Osborn en 1939 para la solución creativa de problemas, tomando datos de cada una de las opiniones del equipo de transporte y los mismos conductores, se han podido identificar algunos factores que están ocasionando que la productividad de las tolvas de transporte de alimento balanceado no se incremente. En el siguiente diagrama Ishikawa se detallan todas las causas que se pudieron identificar y que ocasionan el efecto final. todas estas se presentan agrupadas en base a las “Seis M” requeridas por metodología del diagrama, mostrándolas de manera cualitativa para una mayor perspectiva de las causas y su efecto, de modo que ayude finalmente a poder plantear contramedidas que contribuyan a mejorar la productividad de cada una de las tolvas de transporte de alimento balanceado, haciendo que cada una de las mismas pueda realizar la mayor cantidad de viajes en el día, de modo que se pueda reducir el número de recursos (tolvas) en operación para de esta manera disminuir los costos ligados a la conservación y disponibilidad de más tolvas.

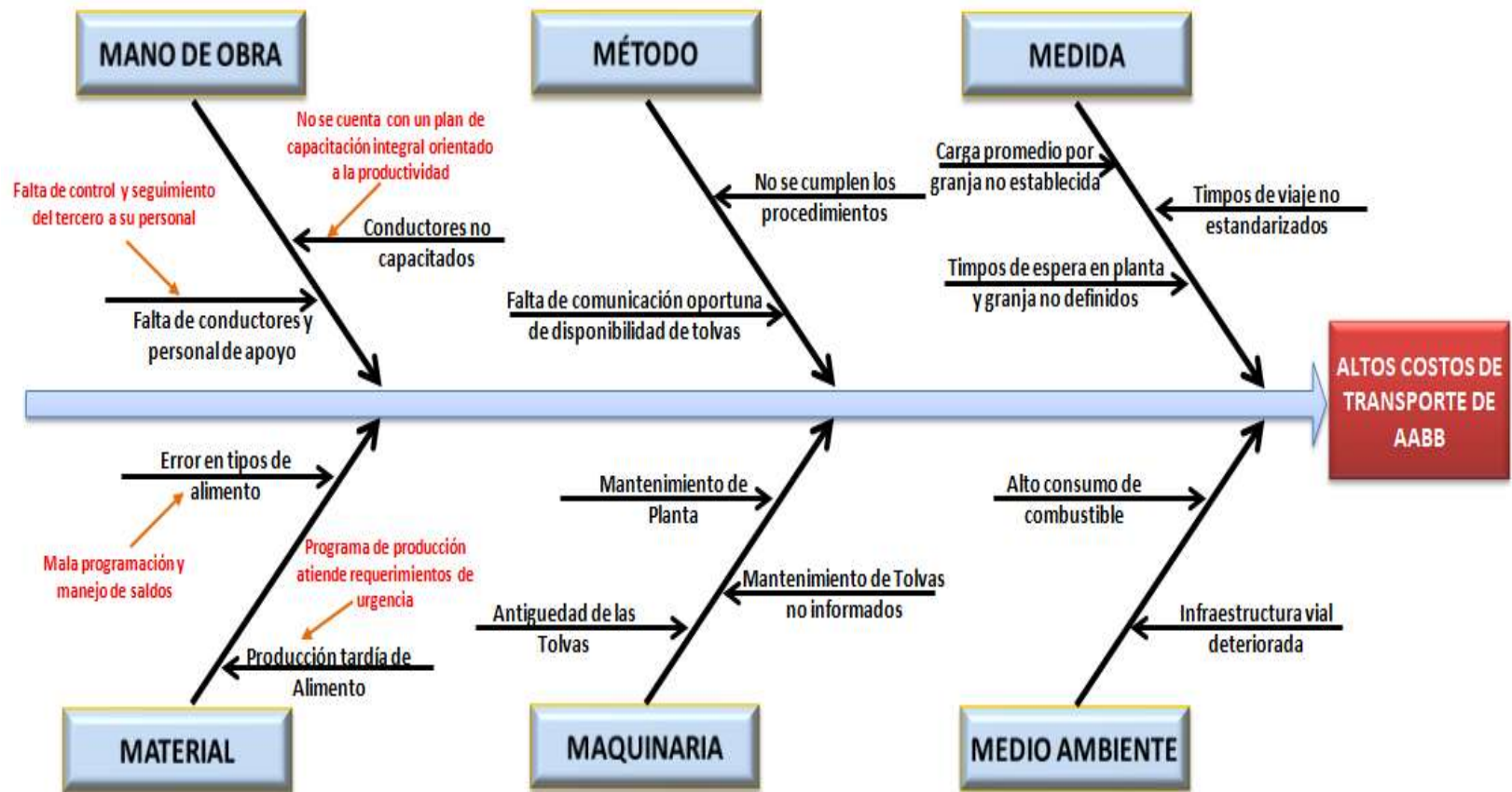


Figura 11. Diagrama Ishikawa (Causa-Efecto); muestra agrupadas las causas que se han identificado para la baja productividad de las tolvas de alimento balanceado, elaboración propia con datos tomados de una empresa del sector avícola, Copyright 2019.

Después de haber analizado cada una de las causas indicadas en el diagrama Ishikawa, también se procedió a cuantificar cada una de las situaciones evidenciadas como casos extraordinarios, los cuales demandaron mayor tiempo de viaje y con ello incumplimiento en el horario de atención programado, tabulándolos para de esta manera determinar su frecuencia promedio con la finalidad de poder determinar el nivel de incidencia de cada uno de estos casos y su efecto en el cumplimiento programado. Para analizar mejor cada uno de los motivos que ocasionan las demoras en el cumplimiento de los servicios de transporte programados, se procederá a aplicar otra de las herramientas de calidad más importantes como es el caso del Diagrama de Pareto, el cual nos permitirá identificar los motivos más relevantes que generan las demoras en los servicios y que impactan directamente en la productividad de las tolvas, es decir que identificaremos los motivos o factores más relevantes que representen el 80% del problema principal que afecta la productividad de las tolvas de alimento balanceado, dejando el 20% a los factores diversos y que en muchos casos se corrigen al solucionar el 80% identificado como relevante. Para esto, primero tabularemos en una tabla todos los factores o motivos que se han podido identificar con la frecuencia promedio en la que cada uno de ellos se ha presentado y que finalmente ha impactado en la baja productividad de las tolvas.

Tabla 1.

Clasificación de motivos, frecuencia promedio y su participación

Altos costos de transporte de Alimento Balanceado en una empresa del sector avícola, Lurín 2019.	Motivo	Frec. (Sem.)	% Frec.	% Frec. Acum.	80-20
Tiempos de viaje excesivos	TVE	80	66.67%	66.67%	80%
Paradas no autorizadas	PNA	12	10.00%	76.67%	80%
Tiempo de refrigerio excedido	TRE	6	5.00%	81.67%	80%
Falta de tolva por incremento producción	FTPP	5	4.17%	85.83%	20%
Demora en carga por falta de AABB	DCPF	5	4.17%	90.00%	20%
Falta de tolva por mantenimiento	FTPM	4	3.33%	93.33%	20%
Dos destinos distantes asignados por día	DDDA	3	2.50%	95.83%	20%
Fallas mecánicas en ruta	FMER	2	1.67%	97.50%	20%
Demora por ausencia de conductor	DPAC	2	1.67%	99.17%	20%
Cuarentenas inesperadas	CUIN	1	0.83%	100.00%	20%
Total		120	100.00%		

Nota: El 81.67% de los motivos agrupados en la tabla como prioritarios, se encuentra conformado por los Tiempos de viaje excesivos con un 66.67% y las Paradas no autorizadas con el 10.00% de participación. Tabla es de elaboración propia, con datos tomados de una empresa del sector avícola, Copyrigh 2019

Luego de haber tabulado todos los datos obtenidos de los datos, se ha procedido a considerarlos como información de base para la elaboración del Diagrama de Pareto, en el cual se representa el 20% de los motivos principales que consideran un 80% del total de eventos presentados como motivos para la baja productividad de las tolvas de alimento balanceado.

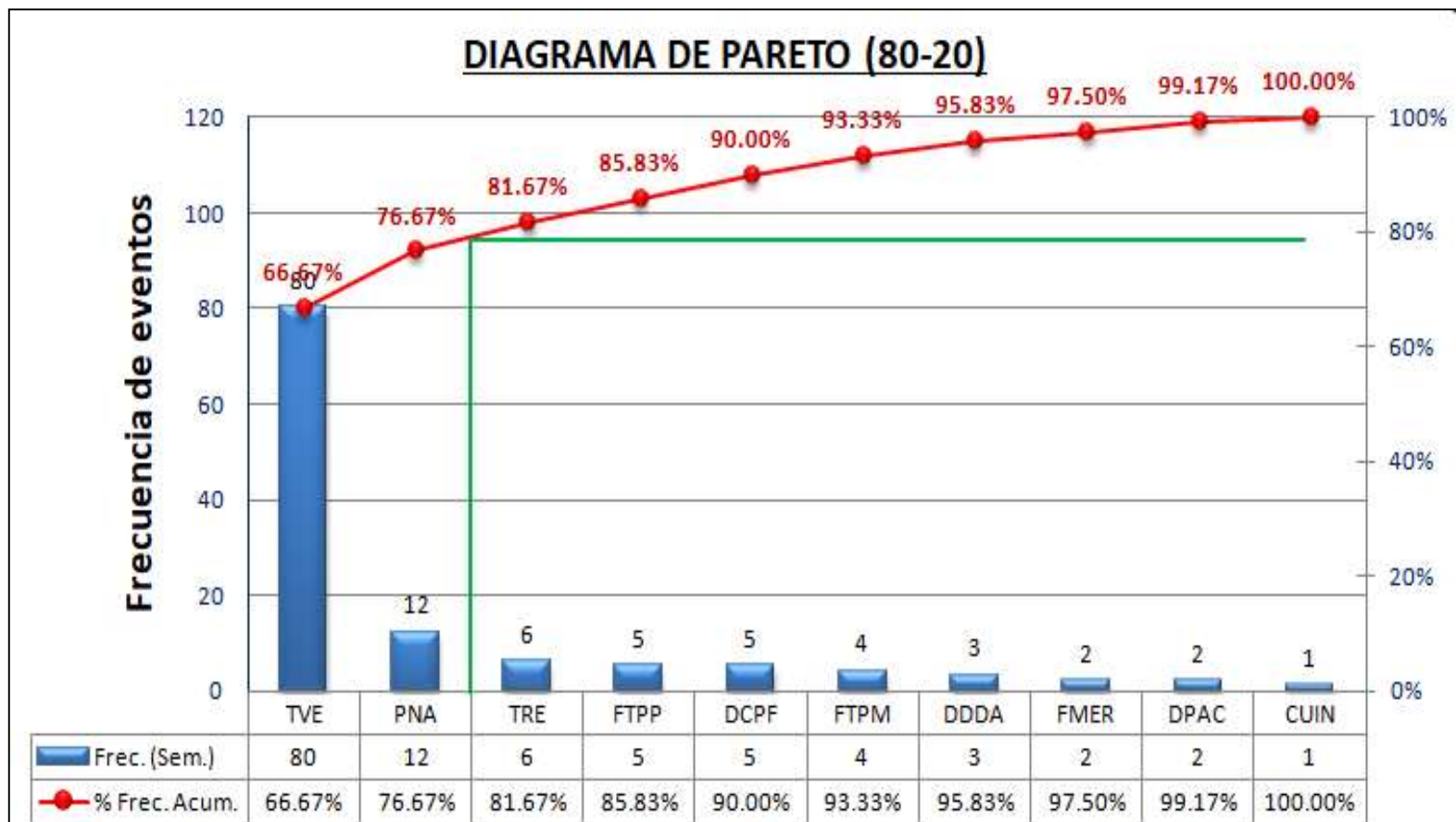


Figura 12. Diagrama de Pareto (80-20); se muestra que sólo dos motivos principalmente representan la totalidad de los eventos, por lo que se debe dar mayor incidencia al trabajo para mejorar esos puntos, elaboración propia con datos tomados de una empresa del sector avícola, Copyrigh 2019.

Formulación del problema

Tomando en consideración toda la problemática real analizada paso a paso y considerando el impacto que todo esto tiene en la rentabilidad de la empresa, se plantearon las siguientes problemáticas de investigación:

1.4.1 Problema general

El problema general de la investigación fue: ¿ LA SIMULACIÓN DE UN MODELO DE TRANSPORTE TIENE RELACIÓN CON LA REDUCCIÓN LOS COSTOS EN UNA EMPRESA DEL SECTOR AVÍCOLA, LIMA 2019?

1.4.2 Problemas específicos

Para el presente trabajo de investigación, se identificaron los siguientes problemas de tipo específicos que a continuación se pasa a detallar:

- ¿LA SIMULACIÓN DE UN MODELO DE TRANSPORTE TIENE RELACIÓN CON LA REDUCCIÓN DEL COSTO VEHICULAR EN UNA EMPRESA DEL SECTOR AVÍCOLA, LIMA 2019?

- ¿LA SIMULACIÓN DE UN MODELO DE TRANSPORTE TIENE RELACIÓN CON EL COSTO DE OPERACIÓN EN UNA EMPRESA DEL SECTOR AVÍCOLA, LIMA 2019?

1.2 Justificación del estudio

Pertinencia: El establecer las rutas más óptimas para el transporte de alimento balanceado desde la planta de alimentos de Lurín hacia las diferentes granjas, requiere un tratamiento oportuno, proponiendo nuevos estándares por cada ruta de transporte que mejoren finalmente los tiempos de viaje y con ello se incremente la productividad de cada uno de los vehículos.

Relevancia: El atender el problema identificado para la investigación es de vital importancia, ya que los costos de transporte altos, están ocasionando que los costos de producción de las aves se incrementen y con ello la rentabilidad de la empresa disminuya considerablemente. Tomando en cuenta que se trata de una

empresa que se dedica a la cría y venta de aves tanto vivas como beneficiadas o sacrificadas, para el consumo masivo de la población, el impacto de los costos en el precio final de sus productos es de suma importancia, ya que puede ocasionar que se pierdan ventas por intervención de la competencia con menores precios y con ello un riesgo inminente de salida del mercado. Se trata de una batalla constante para obtener los mejores costos operativos y con ello mayores márgenes de utilidad, ya que se consideran variaciones de precios con la competencia, limitadas escasamente por centavos, los cuales pueden marcar la diferencia.

Viabilidad: La propuesta de un modelo matemático de transporte para reducir los costos de abastecimiento de alimento balanceado a las granjas de crianza de aves permitirá que los servicios de transporte se planifiquen de una manera más ordenada y optimizada, buscando siempre minimizar los costos de cada abastecimiento. Este modelo será de fácil aplicación en el área de Transporte Interno, dedicado exclusivamente a las operaciones de abastecimiento, ya que propondrá rutas con tiempos óptimos y tomando en consideración todas las restricciones (ventanas horarias, tiempos de viaje, velocidad, capacidades de recepción, tiempos de carga y descarga, uso máximo de la capacidad vehicular, restricciones de bioseguridad para el acceso a ciertos grupos de granjas según la clase ave que se produce), llevándolo de la mano con todo un plan capacitación a los participantes del equipo de transporte y el despliegue algunos procedimientos que para el modelo son de suma importancia estandarizarlos.

1.5.1 Justificación tecnológica

Se está considerando la simulación del modelo matemático de transporte en un Software que permita modelar cada una de las situaciones y contemplar cada una de las restricciones referidas al mismo proceso evaluado, esta herramienta planteada corresponde a un software de uso libre montado sobre el programa Microsoft Visio, el cual puede ser descargado de manera libre desde el internet. Esta herramienta de simulación se llama “PROCESS SIMULATOR FREE v.2016”, y la intención principal de su utilización es poder simular los escenarios actuales para determinar las ineficiencias de la flota de vehículos (Tolvas graneleras) para

poder mejorar su productividad minimizando el costo total del transporte mediante el uso óptimo de los recursos. Para poder iniciar el trabajo de modelamiento, se debe contar con todos los datos obtenidos de los transportes a nivel histórico mediante la hoja de recolección de datos y mantenerlos como datos iniciales de entrada para luego analizar los puntos de mejora. Esta información será recopilada por un periodo de ocho semanas (02 meses) conforme se define en el apartado referido a la muestra y la operacionalización de los datos.

1.5.2 Justificación económica

MINCETUR (2015) señala lo siguiente:

Todos los indicadores del tipo económico, relacionan las diferentes magnitudes monetarias de las empresas como son los ingresos y costos y los factores físicos atribuidos a la producción de bienes o la oferta de servicios, como también el consumo o la demanda realizada por los consumidores finales. Para realizar un análisis adecuado de todas las actividades del transporte, se recurre principalmente a un indicador que mide la relación que existe entre los ingresos obtenidos y los gastos generados para la prestación de los servicios y este ratio se construye de la siguiente manera:

Este cociente permite analizar la existencia de beneficios o pérdidas dependiendo de la positividad o negatividad del resultado, debiendo ser específicamente calculados los más específicamente posible, por tipos de servicios, por rutas, por línea de producto, etc. de modo tal que podamos fácilmente identificar los más altos y bajos ingresos. (p.24)

1.5.3 Justificación Ecológica y Ambiental

La optimización de los transportes de alimento balanceado mediante la simulación de modelos matemáticos de transporte generando eficiencia en las mismas, permitirá un menor consumo de combustible al disminuir el número de viajes, por otro lado, el desgaste controlado de los neumáticos por recorridos optimizados, permitirá un reemplazo de neumáticos también óptimo, reduciendo así los riesgos de contaminación ambiental.

1.5.4 Justificación Social

La simulación del modelo matemático para el transporte de alimento balanceado de plantas de alimento a las granjas permitirá una mejor asignación de los viajes diarios por vehículo, optimizando los mismos y generando mayor eficiencia en cada uno de los vehículos, de modo tal que la distribución de las horas de trabajo del personal conductor sean las más balanceadas posibles, permitiendo una mejor programación de los días de descanso de estos conductores y el afán de horas de calidad junto a sus familias en los periodos de descanso. Para poder cumplir de mejor manera con los horarios para la prestación de cada uno de los servicios, se opta por contratar a conductores de cada zona y de esta manera se potencia también el desarrollo de cada zona y con ello un mayor nivel de consumo para la localidad.

Por otro lado, podemos indicar también que la optimización de los servicios va a permitir una mejor cobertura de la demanda de alimento diario, garantizando el abastecimiento de alimento balanceado a las diferentes granjas y con ello mejor riesgo de desabastecimiento de aves beneficiadas en el mercado local de modo que los precios del mismo permanecerán constantes y asequibles al consumidor.

1.3 Hipótesis

Hernández, Fernández y Baptista (2014) indicaron que:

En resumen las hipótesis representan los senderos que dirigen o encaminan la investigación o estudio. Las hipótesis corresponden a lo que necesitamos probar con la investigación y son definidas como justificaciones tentativas del porqué de la ocurrencia del fenómeno investigado. Estas son derivadas de la teoría existente y deben ser formuladas en forma de proposiciones. Son respuestas tentativas a las preguntas de investigación. (p 104)

1.6.1 Hipótesis general

H_g : LA SIMULACIÓN DE UN MODELO DE TRANSPORTE TIENE RELACIÓN CON LA REDUCCIÓN DE COSTOS EN UNA EMPRESA DEL SECTOR AVÍCOLA, LIMA 2019.

H_0 : LA SIMULACIÓN DE UN MODELO DE TRANSPORTE NO TIENE RELACIÓN CON REDUCIR LOS COSTOS EN UNA EMPRESA DEL SECTOR AVÍCOLA, LIMA 2019.

1.6.2 Hipótesis específicas

H_{E10} : La simulación de un modelo de transporte no tiene relación con la reducción del costo vehicular en una empresa del sector avícola, Lima 2019.

H_{E11} : La simulación de un modelo de transporte tiene relación con la reducción del costo vehicular en una empresa del sector avícola, Lima 2019.

H_{E20} : La simulación de un modelo de transporte no tiene relación con la reducción del costo de operación en una empresa del sector avícola, Lima 2019.

H_{E21} : La simulación de un modelo de transporte tiene relación con la reducción del costo de operación en una empresa del sector avícola, Lima 2019.

1.4 Objetivo

1.7.1 Objetivo general

El objetivo general es DETERMINAR SI LA SIMULACIÓN DE UN MODELO DE TRANSPORTE TIENE RELACIÓN CON LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS EN UNA EMPRESA DEL SECTOR AVÍCOLA, LIMA 2019.

1.7.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos planteados para esta investigación son los siguientes:

OE₁: Determinar si la simulación de un modelo de transporte tiene relación con la reducción del costo vehicular en una empresa del sector avícola, Lima 2019.

OE₂: Determinar si la simulación de un modelo de transporte tiene relación con la reducción el costo de operación en una empresa del sector avícola, Lima 2019.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Trabajos previos

Se ha realizado una revisión detallada de diferentes trabajos de investigación relacionados con el tema de estudio y que comprendan la aplicación de modelos matemáticos de transporte y programación lineal que ayuden a reducir los costos que estos equipos generan para la prestación de los servicios, buscando determinar los tiempos más óptimos de transporte a cada una de las granjas y con ello obtener incrementar el número de viajes por día realizados por cada tolva, mejorando también el uso de la capacidad máxima de carga, con la finalidad de diluir principalmente los costos fijos que estos equipos demandan por la conservación de los mismos, formando parte principal de la estructura de costos de los fletes de transporte como un costo fijo.

A continuación citaremos algunos de los trabajos seleccionados, considerando un pequeño resumen del trabajo de estudio realizado en cada uno de ellos.

Carbonel Namay, Teresa de Jesús (2015), en su tesis titulada “Modelo matemático de planificación de rutas para minimizar los costos del reparto de la empresa San Isidro Labrador S.R.L. en el año 2015”, propuso como objetivo Planificar las rutas de reparto de carga a través de un modelo matemático para minimizar los costos del reparto de cargas de la empresa San Isidro Labrador S.R.L. en el año 2015, con una metodología de investigación pre-experimental, manipulando la variable independiente para medir el efecto en la variable dependiente, aplicando mediciones de tiempos y de costos antes y después del estudio, considerando una población de 275 clientes de la empresa a los que brinda el servicio de reparto de carga, y una muestra de 161 clientes determinados por la fórmula de poblaciones finitas. El modelo matemático considerado en el estudio, dio como resultado la reducción los costos por el servicio de reparto en un 43.70%, un 33.50% en el costo de combustible empleado, un 30.04% en el costo de la mano de obra utilizada y un gasto de S/. 172.95 por mantenimiento, probando así su hipótesis con la prueba estadística T-Student y obteniéndose un $P = 1.70\%$, el cual es menor al 5% de error aceptado por la prueba, por lo que aceptó así la aplicación de un modelo matemático de

planificación de rutas minimiza los costos del reparto de la empresa San Isidro Labrador S.R.L. en el año 2015.

El procedimiento permitió que el costo que demandan los transportes sean mucho menores a raíz de una mejor planificación de los mismos, demostrando que el uso adecuado de herramientas de optimización de rutas pueden llegar a generar mayor rentabilidad a las empresas disminuyendo sus costos y también mejorando su nivel de servicio al garantizar un mayor cumplimiento en los horarios de entrega gracias a una mayor disponibilidad de los vehículos.

Por otro lado, Osorio Cuellar, Paula Beatriz (2016), en su tesina titulada como “Programación lineal para la distribución de viajes en una empresa de transportes”, indicó que elaboró un modelo matemático aplicado al sector del transporte mediante la aplicación de programación lineal, con el objetivo mejorar la rentabilidad en la distribución de viajes en una empresa de transportes. La metodología que utilizó comprende primero la propuesta de creación de una herramienta que permita optimizar los viajes y permita incrementar la rentabilidad de la empresa en base a la programación semanal más adecuada. Para esto, recolectó información de la demanda diaria y la proyectó según la estacionalidad y algunos factores sociales, además de ello confirmó la flota disponible, los tiempos promedio de recorrido por ruta, las tarifas y los costos que demandan cada uno de los viajes, para finalmente aplicar el modelo de programación lineal con el software Open Solver y obteniendo así la tabla con la distribución más optima de los viajes y que representan una mayor rentabilidad. Su población corresponde a los servicios diarios de transporte que se brindan y la muestra corresponde a los viajes observados en una semana. Su investigación concluye en que ha conseguido optimizar la programación de los viajes, permitiendo un 10% de reducción en los gastos que se generaban hasta ese momento. Este es un ejemplo claro de que la programación lineal aplicada a los problemas de optimización, pueden permitir una mejor rentabilidad para las empresas a raíz de una mayor disponibilidad de los vehículos, como resultado de una mejor planificación de cada una de las rutas, tomando las más adecuadas y con los mejores tiempos de viaje.

Del mismo modo, Espinoza Gutiérrez, Evelyn Rosmary (2016), en su tesis denominada “Optimización de Rutas Terrestres para la mejora de la Productividad en la empresa Transporte Ejecutivo del Perú S.A.C., Lima, 2016”, tuvo como principal objetivo demostrar que la optimización de las rutas de transporte terrestre permite mejorar la productividad de la empresa, otorgándole así una mayor rentabilidad. La metodología de estudio que utilizó fue del tipo aplicada, con un diseño pre-experimental. Su población corresponde a todos los datos generados por cada uno de los servicios de transporte en la Empresa Transporte Ejecutivo del Perú S.A.C. y la muestra fue establecida como los datos obtenidos en las últimas 12 semanas de observación. Aplicó la técnica de observación y utilizó como instrumento una ficha de observación donde levantó toda la información requerida y luego utilizó el programa estadístico SPSS para buscar representar los datos como números cuantitativos para finalmente interpretar los resultados.

Por su parte, Maguiña Agurto, Lucero Lizeth (2016), en su tesis denominada “Implantación de VRP - Solver aplicando la heurística de Clarke Wright para el ruteo del transporte terrestre en el área de distribución caso de estudio: industrias alimentarias”, indicó que el objetivo principal de su trabajo de investigación es la implantación del VRP Solver para minimizar las distancias de envío de productos a sus clientes usadas por una empresa distribuidora, para lo cual evaluó por criterios, diferentes modelos heurísticos y algoritmos, concluyendo que el que mejor se adaptaba para la problemática planteado era el modelo VRP, con la heurística Clark and Wright y el algoritmo de búsqueda Tabú. Luego de aplicar la optimización con VRP Solver, se consiguió reducir en un 10% la distancia total utilizada para el reparto a sus clientes.

Del mismo modo, López Guevara, Carlos André (2017), en su tesis titulada “Implementación de la gestión del transporte para la mejora de la productividad en el despacho de congelados en la empresa comercial “SP”, Chorrillos”, señaló que

su trabajo de investigación tuvo el objetivo de determinar cómo la implementación de la gestión del transporte mejora la productividad en el despacho de congelados en la empresa comercial SP. Para esto utilizó la metodología de investigación aplicada, con un diseño cuasi-experimental, con un enfoque cuantitativo, con un alcance longitudinal y un nivel de investigación explicativo. Su población corresponde a los datos de carga tomados de 18 semanas y su muestra también contempla 18 semanas, tomando los pesos y tiempos tomados dos veces por semana, en un tiempo comprendido de 36 semanas. El estudio concluye en que se ha obtenido que las carga de productos cárnicos incrementaron los despachos, debido a que las unidades de transporte mejoraron sus tiempo de salida del Centro de Desposte y con ello las ventas se incrementaron en un 1.7 % por la implementación de la política de despacho en la gestión del transporte.

Esto quiere decir que definitivamente la aplicación de la gestión de un transporte mucho más planificado, puede lograr que los demás procesos se ordenen y con ello mejores tiempos de despacho, transporte y entrega a los clientes, para finalmente concluir con una entrega oportuna a cada uno de ellos, demostrando un óptimo nivel de servicio y ayudando a que con ello se incrementen también las ventas.

Rios Vargas, Caleb (2014), en su trabajo de tesis denominado “Formulación matemática para la asignación de tráfico del sistema de transporte urbano del distrito de Morales” propuso la asignación de tráfico adecuada de una red de transporte, con una herramienta de optimización no lineal, calculando para ello la ecuación objetivo dada por inecuaciones variacionales y comparando una red de grafos lineal con una red no lineal. Aclarando que las redes de grafos no lineales son mucho más prácticas para distritos de densidad poblacional media, como en este caso para la ciudad de Morales, en la provincia y región de San Martín.

Barragán Pineda, Elsa y Romero Cuervo, Leidy Johana, en su trabajo de tesis “Estudio y Desarrollo de un Modelo Matemático para el problema de Inventario y Ruteo (IRP)” en Bucaramanga, intentaron satisfacer la demanda de un grupo de clientes que se encuentran distribuidos geográficamente, utilizando una flota de vehículos de capacidad limitada y que están asignados a un depósito. Para esto unieron dos actividades de la cadena de suministro. El manejo de inventarios y la distribución física de productos para reducir los costos de transporte y mantener el inventario en un periodo. Para esto, utilizaron el método de exactos y aproximados, en donde las heurísticas abordadas fueron el algoritmo de mejora 2-OPT y el algoritmo de ahorro de Clark and Wright; así como la metaheurística Búsqueda Tabú, la cual tomó como semilla la solución encontrada por las heurísticas ya mencionadas. Realizaron la optimización con la herramienta Solver de Excel para posteriormente modificar los parámetros de número de clientes. Luego en el Matlab buscaron las soluciones heurísticas y metaheurísticas. Comparando luego entre los métodos de solución en relación con los tiempos de ejecución, número de iteraciones y el costo total por cada instancia estudiada.

Mientras que Macías Castañeda, Miguel Ángel (2015) en su tesis de “Modelo matemático del sistema de distribución en dos escalones” – Puebla, desarrolló un modelo matemático para el diseño de una red logística y su correspondiente implementación en código LINGO para buscar la solución óptima. El diseño de una red logística es una decisión estratégica para cualquier organización por los costos involucrados. El problema específico que se trató consistió en una red de distribución en dos escalones caracterizado por la distribución de multiproductos, en la literatura es conocido como “Two-Echelon Multicommodity” (TEMC, por sus siglas en inglés). En el diseño de la red se debe decidir la localización de plantas y la determinación de las cantidades a enviar de productos por los diferentes canales de distribución.

Este problema pertenece a la clase NP-Duro [36], [82], [91]. En general, para estos problemas la función objetivo minimiza el total de los costos de transporte-distribución que dependan básicamente de la distancia entre el cliente y la planta,

los costos fijos para la apertura y funcionamiento de plantas y almacenes en la cadena de suministro. El modelo presentado es planteado como un problema de programación entera binaria mixta (Mixed Binary Integer Programming – MBIP).

Alberto Zurita-Barrón, Jorge A. Ruiz-Vanoye, Ocotlan Diaz-Parra, Alejandro Fuentes-Penna, María Beatriz Bernabé-Loranca, en cambio, señaló en su artículo científico del 2016, titulado “Un modelo matemático para la optimización de recursos de los proyectos científicos” – México (Artículo), que México, como economía emergente, requeriría maximizar los resultados que se obtienen al invertir en proyectos de desarrollo. Una de las entidades públicas promotoras de estas inversiones es el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Los proyectos no siempre concluyen de manera exitosa, en especial por una planeación inadecuada de sus recursos, ocasionando retrasos, esfuerzo adicional, o fracasos. La presente investigación desarrolló y probó un modelo matemático para determinar la factibilidad económica de los proyectos de innovación del CONACYT, comprobando la hipótesis de que los proyectos son una variante de la intratabilidad matemática, y por lo tanto, se puede obtener una aproximación bastante certera de los costos reales de los proyectos usando algoritmos y la teoría de la NP-Completo.

Orkun Nazım, Kadioğlu (2017), in his article “Ergonomical and Operational Evaluation of a Starbucks Coffee Shop” he said that what he was looking for in his work was show the relationship between two fields:

Mathematics and Operations Research, if there is any. To do so, the two fields will be

defined at first and then correlative examples and further overlapping issues will be handled. Moreover, this paper does not show a direct correlation between Mathematics and Operations Research, but indeed it covers a small portion of the general usage of Mathematical models in solving Operations Research related problems.

A specific case of a renowned coffee shop, was simulated in “Arena” Simulation Software, in order to analyze the situation of the coffee shop, particularly to control whether there are enough employees to satisfy customers, and the average time of a customer waiting in the queue. As the output suggests, it is not necessary to hire more employees in order to increase profit but customer satisfaction.

2.2 Teorías relacionadas al tema

2.2.1 Variable Independiente – Simulación de un modelo de transporte.

Para poder entender mejor las teorías, vamos a detallar el significado de esta variable y lo que ésta representa.

G.D. Eppen,, F.J. Gould, C.P. SchmidtJ.H. Moore y L.R.Weatherford (2000) respecto a la programación lineal, indican lo siguiente:

La programación lineal es considerada siempre el punto más importante a tener en cuenta en el área de los modelos cuantitativos. La capacidad que esta metodología otorga para operar miles de variables de decisión con sus diferentes restricciones, además de la posibilidad de realizar innumerables interacciones que demanda cada escenario característico, demuestran que la Programación Lineal es una de las herramientas más importantes para proponer las alternativas de solución para sinfín de problemas.

Mediante la utilización de este modelo, la gerencia plantea poder obtener la forma más óptima de enviar su mercadería desde sus almacenes hacia los clientes, tratando siempre de cubrir la demanda generada al menor costo de transporte posible. Esta clase de modelo es es vital, ya que propone diferentes usos exitosos, resolviéndose de manera rápida y eficaz. (p.226)

Función Objetivo:

D. Hernández-Ramírez, J. Bluhm-Gutiérrez, S. Valle-Rodríguez (2016), señala específicamente que:

La función objetivo se refiere precisamente a uno de los principales componentes considerados en la solución de casos o situaciones de optimización y para esto debe ser correctamente definida y encaminada de manera muy clara y directa a resolver dos tipos de problemáticas, unas destinadas a maximizar principales componentes, lo cual debe ser definido y encaminado claramente a resolver dos tipos de problemas, por una parte a maximizar valores como ganancias, la producción, el espacio, el nivel de ingreso, el beneficio esperado, etc. o a minimizar los valores como los costos, los insumos utilizados, la contaminación, etc. de modo que se puedan cumplir los datos más adecuados según la condición y las restricciones definidas. (p.99)

Actividades Posibles:

D. Hernández-Ramírez et al. (2016), señala también que:

Las actividades posibles son aquellas que corresponden a cada uno de los diferentes procesos incluidos dentro de un sistema, estos pueden ser por ejemplo los cultivos, la manufactura de productos, los puestos de trabajo, las diferentes actividades de cuidado, custodia y comercialización de mercadería, el número de especies, las diferentes estrategias de manejo, las actividades silvícolas o de preservación natural, etc., Se debe contar con más de una actividad para poder justificar el uso de la PL (Programación Lineal) en su resolución. Cuanto más grande sea la relación de actividades y las diversas alternativas, más importante y adecuada resultará la aplicación de esta metodología. (p.99)

Restricciones:

D. Hernández-Ramírez et al. (2016), con relación a las restricciones señala también que:

Las diferentes situaciones o posibles soluciones que se plantean se están sujetas también a restricciones o condicionantes generadas por el propio sistema y según el objetivo deseado. Si nos referimos a los diferentes recursos que cuentan con restricciones haciendo sus cantidades limitadas, podemos citar también como ejemplo la terreno de cultivo, el espacio y utilizado, la cantidad de ejemplares, el agua, etc. (p.99)

Estado del Arte:

Gabriele Montagnini (2015) en su trabajo de investigación señala que:

Durante los últimos diez años, la planeación de servicios de transporte urbano ha cambiado considerablemente de tendencia. Mediante las premisas de sistemas de transporte sostenibles o movilidades sustentables, la metodología de planeación de transporte, pretende dirigir sus esfuerzos buscar promocionar o incentivar formas más convenientes de movilización que disminuyan los efectos ambientales (emisiones de gases), igualdad social y a nivel económico evitar el despilfarro con un uso adecuado de todos los recursos asignados. Para fomentar el uso del servicio de transporte público, los planificadores de rutas ejercen un papel relevante puesto que su uso se ha hecho cada vez más común. La planificación de rutas se ha convertido en una aplicación software real y completa denominado también sistema experto, que maneja una multitud de variables, muchas de ellas en tiempo real como la información sobre tráfico, posibles accidentes, cortes de carreteras, etc. En los diferentes casos, el sistema experto ira adaptando la salida a las características prefijadas por el usuario a través de su perfil, preparando la ruta con anterioridad gracias al estudio de patrones predecibles para definir cuando será el momento ideal de efectuar un cambio de línea, por ejemplo,

ofreciendo alternativas a la ruta principal. En este capítulo se hará un extenso análisis de los diferentes tipos de journey planners o planificadores de ruta, para entender su funcionamiento, los requisitos que conllevan la implementación de un sistema y las diferencias entre los tipos que están disponibles.

Definición de grafos:

Gabriele Montagnini (2015) respecto a los grafos, señala que:

Un grafo es un término matemático que se usa para definir a un grupo de puntos interconectados a base de líneas o segmentos y sobre el cual se pueden representar procesos o relaciones funcionales de todo tipo. Un grafo $G(N, E)$ se define como un par, ordenado o no, de nodos N y una colección de enlaces E o arcos, donde cada enlace consta de una pareja de nodos de N . Un ejemplo donde se puede apreciar la utilidad de un grafo es la representación de las relaciones topológicas entre elementos. La teoría de grafos, en este caso en concreto, permite asociar un grafo a una red de transporte o, por ejemplo, a la estructura de interconexión de carreteras entre ciudades. De esta forma se eleva el problema a un nivel de abstracción superior, facilitando su computación y modelado para razonarlo como un problema de optimización.

En los apartados sucesivos, se procederá a analizar los elementos de un grafo y la manera en la que se organizan las relaciones, resultado de la cual surgen diferentes tipos de grafos. (p.15)

Nodos y arcos

Como se ha descrito ya anteriormente, un grafo se puede definir también con un conjunto de nodos conectados entre sí mediante arcos. La relación entre los nodos y los arcos se puede asociar rápidamente a puntos o lugares geográficos en la realidad. De tal modo que los nodos simbolicen

objetos estáticos como establecimientos, estaciones, paradas, cruces de vía o puntos de interés a destacar, también podrían ser dinámicos y en este caso los arcos, relaciones y demás elementos se podrían generar dinámicamente; mientras que los arcos, de manera similar, concatenan los anteriores elementos para representar las que pueden ser carreteras, líneas de autobuses, metro o tren, canales u otras. En definitiva, estos enlaces representan el mecanismo de transporte sobre el cual se mueve el problema a analizar, sean personas, vehículos o información digital, por ejemplo. (p.16)

Programación de la distribución:

L. Ferrer, A.M. Coves y M.A. de los Santos (2004), en su artículo científico referido a la programación y distribución de mercadería, indica lo siguiente:

Cuando se realiza un estudio de todo el sistema de distribución, se hace con la finalidad de buscar hacer más eficiente el flujo de los materiales desde precisamente los diferentes centros productivos, hacia el final de la cadena que son los clientes de tal forma que se cumpla con la entrega del producto a cada uno de los que lo solicitaron. Finalmente el programar la distribución busca reducir el número de tareas a asignar a cada recurso vehicular, con la finalidad de garantizar una entrega eficiente de cada uno de los pedidos, en la fecha y hora pactadas con el cliente y al menor costo posible. El objetivo es buscar siempre que el cliente quede totalmente satisfecho.

Desde hace tres años tras, la gran mayoría de estudios hechos respecto a la distribución de los productos de las diferentes empresas se dedican principalmente a diseñar un esquema estándar para la distribución, replicándolo en la mayoría de situaciones a diferentes procesos del tipo logístico que las diferentes empresas manejan. Precisamente para ello, Laporte (1992) utiliza la programación matemática, resumiendo así todos los diferentes algoritmos exactos y heurísticos que existen y que son

aplicados específicamente a problemas del tipo vehicular o de transporte. Por otro lado, Baita (1998) presenta una diversidad de problemas de rutas añadiendo también los diferentes costos de almacenamiento del material que se tienen. Hal et al (2001) por su parte muestran el estado del arte de las diferentes herramientas y diversidad de aplicaciones informáticas existentes para el estudio general de toda la cadena logística, además de señalar también sus limitaciones. Sobre este mismo tema se encuentra los trabajos realizados por Jayramman y Pirkul (2001), quienes indican también que las diferentes limitantes en los estudios generales se evidencian en mayor grado para el caso de empresas cuyo comportamiento sugiere necesariamente una programación con horizonte inmediato o corto plazo y que permitan variaciones considerables, respecto a programaciones pasadas o futuras.

Este artículo muestra la optimización de la distribución en base a programación matemática, para algunos negocios que requieran programaciones a corto plazo y que cuenten con las siguientes características:

1. La distribución se realiza desde un origen hacia múltiples destinos.
2. La distribución se basa en transportes directos, solo de un punto a otro.
3. La flota vehicular disponible es conocida.
4. Contar con la lista total de pedidos a entregar, en un horizonte o plazo determinado y con las fechas de entrega mínimas y máximas agrupadas ventanas de entrega.

Todo esto contempla algunos puntos no considerados frecuentemente en las diferentes programaciones de distribución, como por ejemplo las ventanas en las fechas de entrega de pedidos. Debemos tener en cuenta la importancia de aquellos transportes entre los diferentes centros de almacenaje, ya que permiten gran alternativa de reducción de costos al disminuir el número de viajes por consolidar carga y movilizar los vehículos estrictamente necesarios y totalmente llenos, cubriendo al 100% el uso de

la capacidad vehicular disponible. Para lograr esto, es necesario realizar una comparación entre la programación de la distribución y la sincronización de los componentes o piezas hacia las máquinas. La similitud se muestra entre los vehículos respecto a las máquinas y los viajes realizados o las piezas o componentes. Bajo este concepto, se han podido aplicar diferentes procedimientos de penalización de tiempos de retrasos en entregas, tomando de base lo realizado en la programación y secuenciación de los componentes o piezas hacia las máquinas, tal como lo muestra Backer y Scudder (1990), aplicando además la programación lineal entera. (Verma y Dessouky, 1998)

El proceso general de la distribución se encuentra segmentado en niveles consecutivos que parten desde la empresa usuaria, hasta sus clientes, por ejemplo, entre los diferentes centros productivos y sus almacenes principales, entre los almacenes principales e intermedios o entre sus almacenes intermedios y los diversos clientes finales. En cada nivel de distribución, se pueden identificar unidades del tipo origen-destino (UOD) conformados por un centro origen envía sus productos con transportes a diferentes destinos y constantemente con transportes directos. La distribución se programa realizando cada UOD por separado y de manera independiente, mientras que la programación del proceso de distribución en conjunto debe considerar la unión general de todas las programaciones de tipo Origen-Destino (UOD).

El presente modelo reduce el número de viajes realizados. Con referencia a la flota vehicular disponible, En relación con la flota de vehículos disponibles, se plantean dos posibilidades diferentes: Una flota limitada, la cual restringe el uso de un vehículo en la misma unidad de tiempo y la flota ilimitada, la cual indica que se pueden utilizar diferentes vehículos de manera simultánea en una misma unidad de tiempo. Si se trata de una flota vehicular limitada, se programa la distribución de modo que se atiendan todos los destinos de manera simultánea, hasta copar la disponibilidad vehicular, pero si se trata de una flota ilimitada, la programación puede sub

dividirse en problemas que obliguen a programar independientemente la distribución a cada destino (Azizoglu y Webster 2001).

La revisión del modelo de programación de distribución física que se plantea en este artículo, se realiza basado en los datos recolectados de una empresa del área textil, donde las ventanas de fechas de entrega son de suma importancia y adapta fácilmente las características señaladas para este modelo. (p.01).

Modelado y Resolución:

L. Ferrer, A.M. Coves y M.A. de los Santos (2004) en su artículo científico señalaron también que:

El modelado y la resolución de los programas de distribución se desarrollan por medio de un procedimiento exacto, el cual corresponde a la programación lineal entera (PLE). Ferrer et al. (2000) muestra un algoritmo heurístico muy especial denominado de lanzamiento o dispatching, el cual se debe aplicar en algunas situaciones en los que la PLE no sea la recomendada, principalmente debido a la muestra tomada para este estudio.

La solución basada en el algoritmo de lanzamiento o dispatching propone programar la distribución del mismo modo que se asignan diferentes recursos a las tareas definidas, programando la secuencia en la que se ejecutarán. El algoritmo permite elegir progresivamente los vehículos o recursos y las respectivas tareas (pedidos) que estas deben realizar con dicho recurso, cubriendo la programación de la totalidad de las tareas pendientes. La selección de vehículos y pedidos se debe basar en diferentes criterios definidos, los cuales deben intentar minimizar los costos buscando completar la carga máxima soportada por los vehículos, con la finalidad de disminuir la cantidad de viajes a realizar, generando así un uso adecuado de los recursos con el incremento de su productividad.

Los parámetros señalados en el artículo y que son requisito para la PLE, son las que se detallan a continuación:

- NT** : Número de unidades de tiempo para el horizonte de programación.
- NV** : Número de unidades vehiculares disponibles.
- CV** : Capacidad de carga vehicular.
- ND** : Número de centros logísticos destino.
- Z_d**: Costo que demanda el viaje al destino **d**.
- N** : Número de pedidos.
- MN_i**: Fecha mínima del pedido **i**.
- MX_i**: Fecha máxima del pedido **i**.
- K_i**: Carga para el pedido **i**.
- D_i**: Destino para el pedido **i**.

La capacidad de carga vehicular corresponde a un parámetro que debe representarse como una restricción de capacidad mediante una variable unidimensional que pueden ser los kilos, las toneladas, el volumen, la cantidad de paletas o cajas que pueden entrar como máximo en un vehículo.

Ahora se muestra la fórmula correspondiente al modelo utilizado en los casos de flota limitada que como se mencionó anteriormente, considera la programación de distribución a todos los centros destino simultáneamente, mientras que la ilimitada considera de manera independiente la programación de la distribución a cada centro destino. (p.01)

Flota limitada

Las variables binarias con las que se va a trabajar en la PLE, son las que a continuación se muestran:

X_{ivt}: Pedido "**i**" se entrega (o no) en el vehículo "**v**" y en el tiempo "**t**".

V_{vd}: Vehículo "**v**" va (o no) al destino "**d**" en el tiempo "**t**".

El modelo con PLE es el siguiente:

$$[MIN] Z = \sum_{v=1}^{NV} \sum_{d=1}^{ND} \sum_{t=1}^{NT} (V_{vdt} \times Z_d)$$

$$\sum_{t=MN_i}^{MX_i} \sum_{v=1}^{NV} X_{ivt} = 1 \quad 1 \leq i \leq N \quad (1)$$

$$X_{ivt} \leq V_{vdt} \quad 1 \leq i \leq N, 1 \leq v \leq NV,$$

$$MN_i \leq t \leq MX_i, \quad d = D_i \quad (2)$$

$$\sum_{d=1}^{ND} V_{vdt} \leq 1 \quad 1 \leq v \leq NV, 1 \leq t \leq NT \quad (3)$$

$$CV \geq \sum_{i=1}^N (K_i \times X_{ivt})$$

$$1 \leq v \leq NV, 1 \leq t \leq NT \quad (4)$$

La restricción (1) asegura que cada pedido se entregue un solo día con un solo vehículo entre las fechas de entrega mínima y máxima. La restricción (2) verifica que cada pedido se envíe con un vehículo que va al centro logístico destino correcto el mismo día que se envía el pedido. La restricción (3) reduce a uno los viajes realizados por unidad de tiempo por un vehículo y la restricción (4) evita que se exceda la capacidad de carga de los vehículos.

El contar con una flota limitada puede generar que el problema planteado no tenga solución. Para este problema en particular, la flota mínima disponible que permita cumplir con la entrega de todos los pedidos en la fecha y hora pactadas, se puede determinar de manera iterativa incrementando la cantidad de vehículos disponibles hasta lograr la solución al problema. (p.02)

Flota ilimitada

Las variables binarias que se utilizan en PLE, son las siguientes:

X_{ivt} : Pedido "i" se entrega (o no) con el vehículo "v" en el tiempo "t".

V_{vt} : El vehículo “v” se utiliza (o no) en el tiempo “t”.

Con lo antes indicado, el modelo de PLE quedaría de la siguiente manera:

$$[M/N]Z = \sum_{v=1}^{NV} \sum_{d=1}^{ND} \sum_{t=1}^{NT} (V_{vt} \times Z_d)$$

$$\sum_{t=MN_i}^{MX_i} \sum_{v=1}^{NV} X_{ivt} = 1, \quad 1 \leq i \leq N \quad (5)$$

$$X_{ivt} \leq V_{vt}, \quad 1 \leq i \leq N, 1 \leq v \leq NV, MN_i \leq t \leq MX_i \quad (6)$$

$$CV \geq \sum_{t=1}^N (K_t \times X_{ivt}), \quad 1 \leq v \leq NV, 1 \leq t \leq NT \quad (7)$$

La restricción (5) garantiza que cada pedido se atiende un solo día con un solo vehículo entre las fechas mínima y máxima pactadas como entrega. La restricción (6) verifica que cada pedido sea enviado con un vehículo que va al centro logístico destino correcto el mismo día en que se envía el pedido y la Restricción (7) garantiza que no se exceda la capacidad vehicular. (p.02)

Simulación:

R. Carro (2009, p.413) en su libro de Investigación de Operaciones en Administración, define la simulación de la siguiente manera.

Simular equivale a tratar de replicar las características y particularidad de un sistema real. Es tratar de elaborar un modelo matemático que se asemeje lo más que se puede a la realidad. La intención es representar de manera matemática el comportamiento exacto de un sistema práctico, obtener respuestas y armar conclusiones que permitan tomar decisiones.

Actualmente existen diferentes técnicas de simulación: juegos, simulación de negocios, sistemas etc. Sin embargo revisaremos una de las más frecuentes.

La técnica de simulación de Monte Carlo, que combina conceptos del tipo estadístico (aleatoriedad en el muestreo) con la capacidad que tienen las

computadoras para generar números pseudos-aleatorios y automatizar cálculos. Los orígenes de esta técnica corresponden al trabajo de Stan Ulam y John Von Neumann a fines de los 40 en el laboratorio de Los Álamos, cuando investigaban el movimiento aleatorio de los neutrones. En la actualidad, la simulación de Monte Carlo se ha venido aplicando a una infinidad de ámbitos como alternativa a los modelos matemáticos exactos o incluso como único medio de estimar soluciones para problemas complejos. Por ello es posible encontrar modelos que hacen uso de simulación Monte Carlo en las áreas de informática, empresarial, económica, industrial e incluso social. Es decir, la simulación de Monte Carlo está presente en todos aquellos ámbitos en los que el comportamiento aleatorio o probabilístico desempeña un papel fundamental. Justamente, el nombre de Monte Carlo proviene de la famosa ciudad de Mónaco, donde abundan los casinos de juego y donde el azar, la probabilidad y el comportamiento aleatorio conforman todo un estilo de vida.

Ventajas y desventajas de la simulación.

- Es relativamente sencilla y flexible
- El avance en software la hace más sencilla aun.
- Puede usarse para casos muy complejos que son insolubles o muy difíciles con los modelos convencionales
- Permite análisis de sensibilidad (¿qué pasa ...si?)
- Permite experimentar sin afectar el sistema real

Algunas desventajas son:

- Los modelos para situaciones muy complejas pueden ser muy caros y llevar mucho tiempo.
- La simulación no genera situaciones óptimas.
- Cada modelo de simulación en general es único y no es transferible a otros problemas.

2.2.2 Variable Dependiente - Costos de transporte

MINCETUR (2015) señala que:

Es necesario poder comprender primero que los costos que demanda el realizar operaciones con un vehículo dependen estrictamente del tipo de vehículo y las condiciones o características del servicio o la operación en la que se desempeña, ya que no es lo mismo transportar productos convencionales como los granos, los concentrados de mineral, etc. a transportar diferentes productos especializados como los electrodomésticos, maquinaria pesada, automóviles, animales vivos, carga refrigerada, materiales de construcción, hidrocarburos líquidos, maderas, lácteos, etc. puesto que los costos varían según la complejidad y el riesgo de la operación o actividad que se realice.

Generalmente la teoría de economía parte los costos relacionados al transporte, en tres categorías importantes:

- **Los costos de infraestructura fija.** Son aquellos relacionados a estructuras que son requisito para el correcto desempeño de las actividades de transporte y se encuentran directamente relacionadas al tipo de transporte que se realiza. Por ejemplo los vehículos de carga utilizan carreteras y los terminales de carga, los ferrocarriles necesitan infraestructura ferroviaria para transitar, los aviones requieren de aeropuertos y sistemas de control de tráfico para operar; incluso los barcos de carga necesitan de puertos. La inversión en este tipo de infraestructura se soporta para el transporte es sumamente alto, sin embargo luego de realizado el proyecto de construcción de estas infraestructuras, estas se convierten en costos hundidos. Por otra parte, los trabajos de conservación y de mantener estas infraestructuras fijas también son costosos; considerando además, salvo mínimas excepciones, los costos operativos por el uso de estas infraestructuras fijas son bastante pequeños respecto al costo mismo de la infraestructura.

- **Los costos de propiedad de los vehículos de transporte.** La realización de los diferentes servicios de transporte originan necesidades tanto de infraestructura fija como también de los vehículos en sí como por ejemplo los camiones, los aviones, los trenes, los buses, los taxis, los barcos, etc. Solo se contempla una única excepción que se da para el caso de los transportes por ducto, donde no se requiere de ninguna unidad de transporte más que solo la infraestructura fija o ducto mismo. A diferencia de los costos de infraestructura fija, el costo de inversión en un vehículo de transporte no corresponde a un costo hundido, ya que este bien adquirido contempla un costo que se mostrará gradualmente en su depreciación, durante toda su vida útil, generando durante dicho periodo ingresos por su utilización. Estos vehículos pueden ser trasladados de un mercado a otro con bastante facilidad, generando en muchos casos una apreciación muy relativa del verdadero valor del mismo, cambian al pasar a operar en entornos donde la herramienta de transporte se centra en vehículos usados.
- **Los costos de operación de los vehículos de transporte.** En lo referente a este tipo de costo, se debe tener en cuenta que se tienen dos componentes importantes que lo forman, uno de ellos es el costo por el combustible y por otro lado el costo referido al personal que lo opera. Cabe señalar que según el autor, ambos costos varían según la frecuencia o condiciones de uso del vehículo, por lo que se consideran por definición como los costos variables y de tipo directo. Todo costo que demanda la operación de un vehículo de transporte es extremadamente sensible al tipo de utilización y principalmente a la velocidad y frecuencia con la que se utilice. El costo generado por el consumo de combustible y las horas de personal utilizados en las operaciones de transporte disminuyen con el mismo ritmo de la velocidad que se utiliza, por lo que se considera que existe una velocidad económica que permita minimizar el consumo de combustible, adicionalmente cabe señalar que las actividades que el vehículo realiza

deben ser apoyadas por un personal encargado de programar y administrar todas las actividades que le competen, convirtiéndose también en un costo de operación, pero de tipo indirecto, ya que se trata de personal de soporte administrativo y no personal que opera el vehículo. (p.21)

Costos generados por la operación de un vehículo de carga.

Los costos que desprenden de la operación y la propiedad de un vehículo de transporte terrestre de carga, pueden ser agrupados en tres principales grupos de costo.

- Los costos fijos
- Los Costos Operativos o Costos Variables
- Los Costos Administrativos o de soporte.

A continuación se puede apreciar en el gráfico de manera más clara esta agrupación de los costos referidos a la operación de un vehículo de transporte.

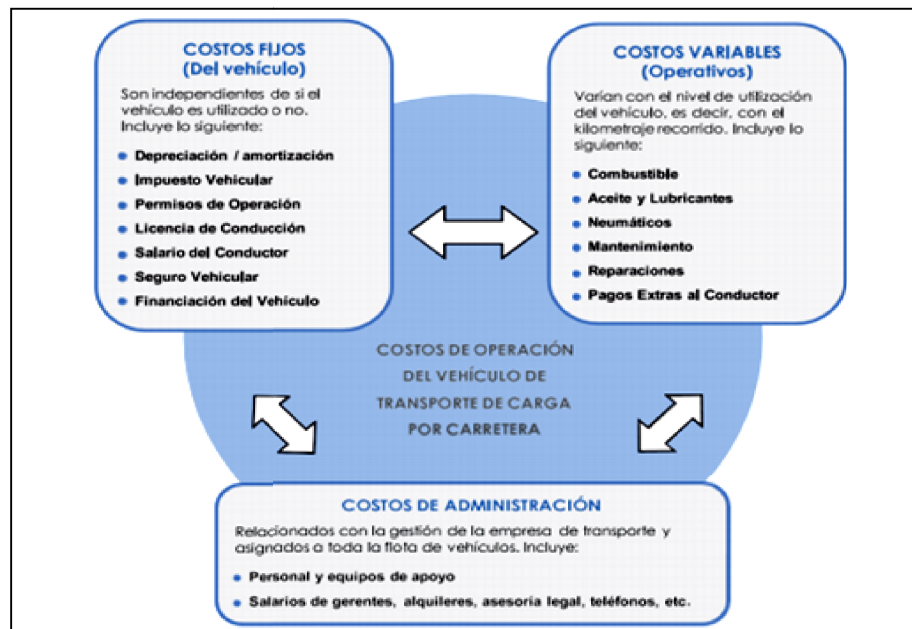


Figura 13. Costos Operativos de un Vehículo de Transporte Terrestre de Carga; se muestran los factores principales que influyen en los costos de operación de un vehículo, tomado de MINCETUR, 2015, p21., Copyrigh 2019.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Baena (2014) refiriéndose a la investigación científica, indicó lo siguiente:

La investigación científica es una actividad mediante el cual se puede obtener un conocimiento respecto a lo estudiado, es decir se trata del proceso mediante el cual la aplicación del método científico permite recopilar información importante y confiable para entender, unificar, corregir o aplicar el conocimiento [...] Se define la investigación científica como la actividad dedicada a solucionar los diferentes problemas planteados. El objetivo trata de encontrar respuestas a las diferentes preguntas, mediante el uso de procesos científicos. (p.6)

La presente investigación por las características analizadas, corresponde al tipo de **Investigación científica**, ya que se va a aplicar el método científico para demostrar las hipótesis planteadas.

3.1.1 Por su finalidad (Aplicada o práctica)

Baena (2014), respecto a la investigación aplicada indicó que:

La investigación aplicada plantea un objetivo, el cual se basa en el estudio de un problema destinado a la acción. La investigación aplicada puede aportar hechos nuevos, si proyectamos suficientemente bien nuestra investigación aplicada, de modo que podamos confiar en los hechos puestos al descubierto, la nueva información puede ser útil y estimable para la teoría. La investigación aplicada, por su parte, concentra su atención en las posibilidades concretas de llevar a la práctica las teorías generales, y destinan sus esfuerzos a resolver las necesidades que se plantean la sociedad y hombres. (p.11)

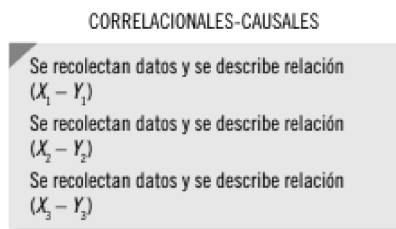
Por lo antes indicado, podemos confirmar que el presente trabajo de investigación corresponde al tipo de investigación **aplicada o práctica**, ya que propone aplicar la mejora de tiempos y uso de recursos obtenidos en la simulación, como

referentes para la medición en las operaciones diarias de estos vehículos, permitiendo así aumentar la productividad de las tolvas y reducir de esta manera los costos de transporte específicamente ligados a al mantenimiento y conservación de estos recursos que se reflejan principalmente como costos fijos y que pueden ser diluidos de manera más óptima con el incremento en la frecuencia de viajes por día.

3.1.2 Por su nivel (Descriptivo y Correlacional)

Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio (2014), respecto al tema señala que:

Estos diseños describen relaciones entre dos o más categorías en un momento determinado. A veces, únicamente en términos correlacionales, otras en función de la relación causa-efecto (causales). (p.157)



Es **Correlacional**, ya que se va a describir la relación entre dos o más variables en un momento específico, mostrando su correlación y necesariamente su causalidad.

El presente trabajo por las características que presenta, corresponde al **Nivel Descriptivo**, ya que se describirán los hechos tal como se observan en la realidad, en base a levantamiento de información histórica tomada de los servicios de transporte diario que se realizan y es Correlacional, ya que se va a estudiar también la correlación entre las variables que finalmente son representadas en la simulación.

3.1.3 Por su enfoque (Cuantitativo)

Baena (2014), señaló refiriéndose a la investigación cuantitativa, que:

La investigación cuantitativa se refiere a las investigaciones sistemáticas y empíricas de cualquier fenómeno vía técnicas estadísticas, matemáticas o computacionales.

El objetivo de esta investigación es desarrollar y emplear modelos matemáticos, teorías y/o hipótesis relacionados con los fenómenos.

Esta investigación generalmente utiliza métodos científicos como la generación de modelos, teorías e hipótesis, el desarrollo de instrumentos y métodos de medición, la manipulación de variables y control experimental, la evaluación de resultados y la colección de data empírica. (p. 15)

Por lo antes revisado, se confirma que el desarrollo de este trabajo de investigación corresponde a una investigación científica del tipo **cuantitativa**, ya que, se está aplicando el modelo matemático de transporte, con objeto principal de reducir los costos del transporte de alimento balanceado a las granjas de aves.

3.1.4 Por su diseño (No experimental)

Roberto Hernandez Sampieri (2010), señala al respecto lo siguiente:

Es la que se realiza sin manipular deliberadamente las variables. Es decir, se trata de una investigación donde no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para posteriormente analizarlos. (p.149)

El presente trabajo de investigación, considera un diseño de investigación **No Experimental**, ya que solo se van a tomar los datos históricos registrados en un determinado periodo y se van a representar en la simulación, por lo que no se va a manipular en ningún momento la variable independiente para medir el efecto en la variable dependiente.

3.1.5 Por su alcance (Transeccional o Transversal).

Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio (2014), indican al respecto lo siguiente:

Los diseños de investigación transeccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables, y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como “tomar una fotografía” de algo que sucede. (p.154)

El presente trabajo de investigación, considera un alcance **Transeccional o Transversal**, ya que se va a recopilar la información histórica registrada en un determinado periodo en un único momento para poder luego tomarlos para incluirlos como datos de entrada para la simulación.

3.2 Variables y operacionalización

Tafur e Izaguirre (2014), señalan que:

La operacionalización de variables en el procedimiento por el cual el investigador especifica las variables contenidas en la formulación hipotética” (p.166). (Ver anexo 3)

3.2.1 Variables

Variable Independiente:

SIMULACIÓN DE UN MODELO DE TRANSPORTE

G.D. Eppen, F.J. Gould, C.P. Schmidt, J.H. Moore y L.R.Weatherford (2000) Señalaron que:

Los distintos modelos pueden ofrecer perspectivas diferentes de una misma situación, a semejanza de los cuadros de Picasso y Van Gogh que nos hacen ver en formas muy diferentes una misma

escena. En la medida en que la construcción de modelos es un arte, sus fundamentos pueden enseñarse igual que los del arte. Como guía general, usted puede dividir en tres pasos el proceso de la construcción de un modelo:

1. Estudie el ambiente de la situación administrativa.
2. Formule una representación selectiva de la situación.
3. Construya y analice un modelo simbólico (cuantitativo). (p.12)

Dimensión 1: Estudio del ambiente de la situación

Los recién llegados al mundo de la construcción de modelos suelen restar importancia al primero de estos pasos, el estudio del ambiente administrativo. Con frecuencia, el problema planteado no es una abstracción apropiada de la situación real. Muchas veces el problema planteado no es más que la descripción de un síntoma. Diversos factores, como conflictos en la organización, diferencias entre las metas personales y las de la empresa, y la complejidad general de la situación, pueden ser obstáculos que afectan la comprensión clara de la situación. Muchas veces se supone que los datos son conocidos, pero en realidad no es así. La experiencia es el ingrediente esencial para el éxito; tanto la experiencia en la construcción de modelos como la experiencia de haber trabajado en el ambiente que se pretende estudiar. (p.12)

Dimensión2: Formulación de una representación

El segundo paso, la formulación del modelo, incluye un análisis conceptual básico en el cual es necesario hacer suposiciones y simplificaciones. La formulación requiere que el constructor del modelo seleccione o aísle del ambiente total aquellos aspectos de la realidad que son pertinentes para la situación en cuestión. Como quiera que sea, las situaciones administrativas que nos ocupan implican decisiones y objetivos, los cuales deben ser identificados y definidos de modo explícito. Puede haber varias formas de definir las variables de decisión, y tal vez al principio no se encuentre la definición más apropiada. También los objetivos pueden resultar poco claros. Hasta los gerentes más competentes pueden no saber con

precisión qué resultados desean lograr. Otra cuestión igualmente problemática es que puede haber demasiados objetivos por satisfacer, lo cual puede imponer la necesidad de escoger sólo uno de ellos. (Veremos en forma muy clara que, comúnmente, no es posible optimizar dos objetivos diferentes al mismo tiempo. Así, en términos generales, es absurdo tratar de obtener “el mayor rendimiento con la menor inversión” o “el mayor bien para el mayor número de personas”.) La *Figura 14* presenta el primer paso (que a menudo es el más crucial) en la formulación de un modelo de decisión: la identificación de sus principales ingredientes conceptuales. En este primer paso tenemos que aplazar la construcción de los detalles de trabajo del modelo. En lugar de eso, nos concentramos en identificar (1) las entradas del modelo, es decir, los elementos sobre los cuales trabajará éste, y (2) las salidas del modelo, o sea, los resultados que deberán ser producidos por el mismo. Por eso en esta etapa se conoce al modelo como la “caja negra”, pues no sabemos (todavía) qué relaciones lógicas colocaremos dentro de ella.

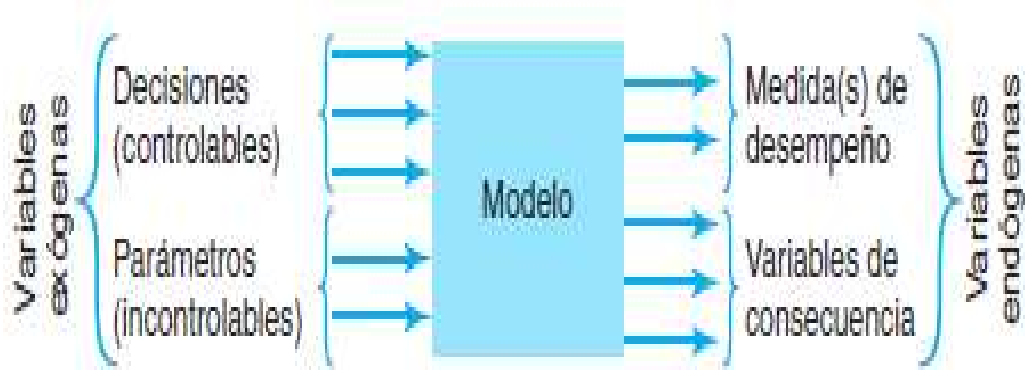


Figura 14. Vista de la “Caja negra” de un Modelo, muestra la relación de cada una de las variables con el modelo y finalmente las salidas de la misma. Tomado de G.D. Eppen, F.J. Gould, C.P. Schmidt J.H. Moore y L.R.Weatherford, 2000, p.12

Dimensión3: Construcción de un modelo simbólico

Una vez que se ha llevado a cabo la formulación (la cual puede ser un proceso verbal o escrito), es necesario construir un modelo simbólico.

La experiencia ha demostrado que los gerentes generales o directores fallan en la construcción de modelos en el momento en que se presenta la necesidad de desarrollar las ecuaciones matemáticas que relacionarán entre sí las variables contenidas en la caja negra. De hecho, este paso requiere cuidado porque, junto con los datos, las ecuaciones son el “meollo” de todo el proceso de construcción del modelo. Este tema es tan importante que le dedicaremos mucha atención a lo largo del libro. En efecto, el tema central del texto es que muchos modelos prácticos pueden ser construidos y analizados por un solo gerente, y con las técnicas modernas de las hojas de cálculo electrónicas. Aún en situaciones más complejas, que requieren la intervención de un equipo interdisciplinario, los modelos preliminares pueden ser iniciados por un gerente no especializado en el tema.

Una de las razones que nos inducen a pensar así es que la mayoría de las ecuaciones contenidas en un modelo simbólico son simples relaciones de contabilidad ($\text{Ganancia} = \text{Ingresos} - \text{Costo total}$) o definiciones físicas ($\text{Número de meses} = 12 * \text{Número de años}$) y, por tanto, cualquier gerente puede manejarlas con facilidad. Las relaciones restantes del modelo son más difíciles de desarrollar. Sin embargo, la mayoría de los modelos administrativos tienen sólo unas cuantas ecuaciones complicadas. En esos casos, se requiere algo de práctica para desarrollar los conceptos matemáticos correctos que permitan relacionar dos o más variables como parte de la lógica del modelo. Una técnica útil consiste en usar la habilidad personal para dibujar una gráfica que ilustre la(s) relación(es) deseada(s). Es decir, no comienza con la ecuación matemática final, sino con una gráfica de la misma, y más tarde usted mismo (o un colega con talento) deduce una ecuación aceptable a partir de esa gráfica.² La técnica para lograrlo funciona también en el análisis de datos primarios, el cual puede

ser necesario para estimar los valores de los parámetros. Llamamos a esta técnica “construcción de modelos a partir de datos”. (p.14)

Variable Dependiente:

REDUCIR COSTO DE TRANSPORTE

MINCETUR (2015) Indica que:

Es importante comprender que los costos de operar un camión dependerán del tipo de vehículo y el tipo de operación, puesto que no es lo mismo movilizar productos que son convencionales o de movimiento y manipulación común, que transportar productos de tipo muy especializado, ya que los costos de esta especialización variarán dependiendo de la complejidad de la operación y el cuidado que requiera la carga. Según el MINCETUR (2015), en general la teoría económica divide los costos totales de transporte en tres principales categorías:

Dimensión 1: Costos de infraestructura fija

Estos costos son los que se encuentran relacionados específicamente a las facilidades fijas asociadas; los camiones utilizan carreteras y terminales de carga. El costo de construir infraestructura de transporte es bastante elevado, pero luego de construida se convierte en un costo hundido. Por otro lado, el mantenimiento y conservación de la infraestructura fija es costoso; además, con algunas excepciones, los costos operativos de la infraestructura fija son poco significativos respecto al costo de la infraestructura en sí misma. (p.21)

Dimensión2: Costos de la propiedad de los vehículos de transporte

A diferencia de los costos de infraestructura, el costo de comprar un vehículo o recurso de transporte, no es un costo hundido. En este caso, el vehículo que se adquiere genera un costo de adquisición que luego se

reflejará en su depreciación de manera gradual, durante toda su vida útil, es decir hasta su baja definitiva de operación. (p.21)

Dimensión3: Costos de operación de los vehículos de transporte

Costos de operación de los vehículos de transporte. Existen dos componentes principales en el costo de operación, el combustible y el personal. Ambos varían con la intensidad de uso del vehículo, y son por definición, costos variables y directos. (p.21)

3.2.2 Operacionalización de las variables

A continuación se detalla la operacionalización de las variables.

Variable Independiente: Simulación de un modelo de Transporte.

Definición Operacional: El modelo de transporte, corresponde a la realización de una simulación de las diferentes rutas de transporte, estudiando el ambiente (con alcance desde plantas de alimento balanceado hacia las granjas de crianza de aves), formulando una representación selectiva de la situación (considerando las restricciones respectivas) y construyendo un modelo simbólico que lo represente.

Dimensiones: Según G.D. Eppen, F.J. Gould, C.P. Schmidt, J.H. Moore y L.R. Weatherford (2000, p.12).

1. Estudio del ambiente de la situación.
2. Formulación de una representación.
3. Construcción de un modelo simbólico.

Variable Dependiente: Costos de Transporte.

Definición Operacional: Los costos generales del transporte, están conformados por los costos que corresponden directamente al vehículo por su inversión en adquisición y conservación, y finalmente los costos referidos a la operación del mismo.

Dimensiones: Según MINCETUR (2015, p.21), el costo total del transporte está conformado por los siguientes costos:

1. Costos de propiedad de los vehículos de transporte.
2. Costos de operación de los vehículos de transporte.

3.2.3 Matriz de Operacionalización de las variables

Tabla 2.

Matriz de Operacionalización de las variables. Elaboración propia.

SIMULACIÓN DE UN MODELO DE TRANSPORTE Y SU RELACIÓN CON LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS EN UNA EMPRESA DEL SECTOR AVÍCOLA, LIMA 2019.								
Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Fórmula	Instrumento	Escala de los indicadores	Metología
V.I. Simulación de un modelo de Transporte	<p>G.D. Eppen, F.J. Gould, C.P. Schmidt J.H. Moore y L.R. Weatherford (2000) Señalaron que: Los distintos modelos pueden ofrecer perspectivas diferentes de una misma situación, a semejanza de los cuadros de Picasso y Van Gogh que nos hacen ver en formas muy diferentes una misma escena. En la medida en que la construcción de modelos es un arte, sus fundamentos pueden enseñarse igual que los del arte. Como guía general, usted puede dividir en tres pasos el proceso de la construcción de un modelo:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <u>Estudie el ambiente de la situación administrativa.</u> 2. <u>Formule una representación selectiva de la situación.</u> 3. <u>Construya y analice un modelo simbólico (cuantitativo). (p.12)</u> 	<p>El modelo de transporte, corresponde a la realización de una simulación de las diferentes rutas de transporte, estudiando el ambiente (con alcance desde plantas de alimento balanceado hasta las granjas de crianza de aves), formulando una representación selectiva de la situación (considerando las restricciones respectivas) y contruyendo un modelo simbólico que lo represente.</p>	Estudio del ambiente de la situación	Definición del alcance del modelo	<p>Variables a evaluar: SA: Número de unidades de tiempo del horizonte de programación. SH: Número de vehículos disponibles. CH: Capacidad de carga de los vehículos. ND: Número de centros destino. Z_i: Coste del viaje al destino i. N_i: Número de pedidos. FN_i: Fecha mínima del pedido i. FX_i: Fecha máxima del pedido i. K_i: Carga del pedido i. D_i: Destino del pedido i.</p> $[\min Z] = \sum_{i=1}^{SH} \sum_{j=1}^{ND} \sum_{k=1}^{SA} (V_{ijk} \times Z_{ij})$ $\sum_{i=1}^{SH} \sum_{j=1}^{ND} G_{ij} = 1, \dots, 1 \leq i \leq N(1)$ $G_{ij} \leq V_{ij}, \dots, 1 \leq i \leq N, 1 \leq j \leq SH$ $FN_i \leq t \leq FX_i, \dots, d = D_i(2)$ $\sum_{i=1}^{SH} V_{ij} \leq 1, \dots, 1 \leq j \leq SH, 1 \leq t \leq SA, \dots(3)$ $CH \geq \sum_{i=1}^N (K_i \times G_{ij})$ $1 \leq v \leq SH, 1 \leq t \leq SA, \dots(4)$ $\sum_{j=1}^{ND} \sum_{k=1}^{SA} G_{ijk} = 1, \dots, 1 \leq i \leq N, \dots(5)$ $G_{ij} \leq V_{ij}, \dots, 1 \leq i \leq N, 1 \leq j \leq SH, FN_i \leq t \leq FX_i, \dots(6)$ $CH \geq \sum_{i=1}^N (K_i \times G_{ij}), \dots, 1 \leq v \leq SH, 1 \leq t \leq SA, \dots(7)$	Hoja de Registro	Razón	Recolección de datos
			Formulación de una representación	% Cumplimiento de Modelo matemático		Hoja de Registro	Razón	Recolección de datos
			Construcción de un modelo simbólico	Función objetivo y restricciones a considerar		Hoja de Registro	Razón	Recolección de datos
V.D. Costos de Transporte	<p>MINCETUR (2015) Indica que: Es importante comprender que los costos de operar un camión dependerán del tipo de vehículo y el tipo de operación, pues no será igual movilizar productos convencionales que transportar productos especializados, dado que los costos variarán dependiendo de la complejidad de la operación. En general la teoría económica divide los costos de transporte en tres principales categorías:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Costos de propiedad de los vehículos de transporte. En contraste con la infraestructura, el costo de comprar un vehículo no es un costo hundido, en este caso, el vehículo adquirido genera un costo que se reflejará en su depreciación gradual durante su vida útil. • Costos de operación de los vehículos de transporte. Existen dos componentes principales en el costo de operación, el combustible y el personal. Ambos varían con la intensidad de uso del vehículo, y son por definición, costos variables y directos. (p.21) 	<p>Los costos generales del transporte, están conformados por los costos que corresponden directamente al vehículo por su inversión en adquisición y conservación, y finalmente los costos referidos a la operación del mismo.</p>	Costos de la propiedad de los vehículos de transporte	% Uso de la Capacidad Instalada de Transporte	$\% UCI = \frac{(TM \cdot \text{Transp.}) \times 100}{(\text{Capac. Transporte en TM})}$ <p>UCI: Uso de la capacidad Instalada</p>	Hoja de Registro	Razón	Recolección de datos
			Costos de operación de los vehículos de transporte	Costo por tonelada Transportada	$\text{Soles / TM} = \frac{\text{Costo Total de Operación}}{\text{TM. Transportadas}}$	Hoja de Registro	Razón	Recolección de datos

3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio (2014), respecto a este punto en la estructura de la investigación científica señala que:

Toda investigación debe ser transparente, así como estar sujeta a crítica y réplica, y este ejercicio solamente es posible si el investigador delimita con claridad la población estudiada y hace explícito el proceso de selección de su muestra. (p.170)

3.3.1 Población

Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio (2014), señalan respecto a este punto en la estructura de la investigación científica que:

La Población o universo es el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones. (p.174)

Se considerará como población la totalidad de las 28 tolvas de transporte de alimento balanceado que actualmente operan para finalmente registrar todos los datos correspondientes a cada uno de los servicios de transporte que se realizan diariamente desde las plantas de alimento balanceado hacia las diversas granjas de crianza de aves al norte, centro y sur de Lima.

Se van a tomar todos los servicios realizados por todos los vehículos disponibles, asignados para el transporte de Alimento Balanceado a todas las granjas de aves, considerando para cada uno de ellos algunas características que pasarán a ser tomadas como posibles restricciones. Estas restricciones serán las referidas a distancias demasiado largas de viaje, exclusividad de vehículos para atención de granjas reproductoras y abuelos por restricción sanitaria y bioseguridad, carga máxima de cada vehículo es de 27.5 toneladas según sugerencia del MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones). La planta de alimentos de Lurín, la cual se encuentra distribuida en dos plantas (una planta genética y otra planta

comercial), atiende los requerimientos de todas las granjas de reproductoras, ponedores y abuelos desde la zona del norte chico, hasta la zona sur en Ica, además de ello atiende a las granjas de aves carne de la zona centro sur, desde Lima hasta en Ica. También se consideran como factores importantes las cuarentenas que se presentan en las diferentes granjas, las cuales ocasionan que no se tenga disponibilidad de ese vehículo por ese factor. La migración de atención de un vehículo de aves carne para atender granjas de reproductoras, debe considerar un periodo de 03 a 05 días de cuarentena según sea el caso y esto incluye que el vehículo y el conductor no tengan contacto absoluto con otro tipo de granja, por lo que se lava y desinfecta el vehículo para luego dejar esa unidad en la cochera por todo ese periodo, teniendo por ello tolvas de reten que van a salir solo en esos casos. Luego de culminar dicho tiempo de cuarentena, la tolva debe ser nuevamente lavada y desinfectada para poder programarle los transportes para atender a las granjas de reproductoras y retornar la tolva de reten a su base.

3.3.2 Muestra

Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio (2014), refiriéndose a la muestra señala lo siguiente que:

Para el proceso cuantitativo, la muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativo de la población. El investigador pretende que los resultados encontrados en la muestra se generalicen o extrapolen a la población (en el sentido de la validez externa que se comentó al hablar de experimentos). El interés es que la muestra sea estadísticamente representativa. (p.173)

Para el caso puntual de esta investigación, se considera una muestra totalmente representativa de la población y dada que la cantidad de

elementos de la población es menor a 30, se considera también como muestra.

3.3.3 Muestreo

Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio (2014), hacen referencia al muestreo probabilístico indicando lo siguiente:

En las muestras probabilísticas, todos los elementos de la población tienen la misma posibilidad de ser escogidos para la muestra y se obtienen definiendo las características de la población y el tamaño de la muestra, y por medio de una selección aleatoria o mecánica de las unidades de muestreo. (p.175)

Para este caso se está considerando también que todas las tolvas de transporte de alimento balanceado tienen la misma posibilidad de ser elegidos y por ende se considera un muestreo probabilístico aleatorio simple, sin embargo la población es pequeña, pero de todas maneras aplicaremos la fórmula con población conocida, para determinar el tamaño de muestra.

Cálculo del tamaño de muestra

Para calcular el tamaño de muestra se considera la aplicación de la fórmula para determinación del tamaño de muestra con población conocida.

Población (N): 28

Muestra (n) : ?

Utilizando la fórmula para calcular el tamaño de muestra

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{e^2 \times (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q}$$

Z = Nivel de confianza del 95% (1.96)

p = Probabilidad de que ocurra (50%)

q = Probabilidad de que no ocurra (50%)

e = Error máximo admisible por el investigador (1%)

$$n = \frac{28 \times 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}{0.01^2 \times (28 - 1) + 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}$$

$$n = 27.92 \Rightarrow n = 28 \text{ Tolvas}$$

Considerando que la Población objetivo es muy pequeña (28 tolvas) y el resultado de la fórmula para el tamaño de la muestra es la misma cantidad de la población, se considera como muestra la misma cantidad de tolvas, ya que cada una de ellas va a generar servicios de manera diaria y estos van a ser tomados como información histórica de dos meses (ocho semanas) para poder determinar los valores y las desviaciones que servirán de parámetros iniciales para realizar la simulación y poder recrear la situación actual.

3.3.4 Unidad de análisis

Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio (2014), respecto a la unidad de análisis indican que:

Las unidades de análisis pueden ser personas, casos, significados, prácticas, episodios, encuentros, papeles desempeñados, relaciones, grupos, organizaciones, comunidades, subculturas, estilos de vida, etcétera.. (p.459)

Para este caso se están considerando la tolvas de transporte de alimento balanceado como unidades de análisis, ya que sobre ellas se realizó la investigación, a fin de saber su comportamiento y buscar la manera de mejorar su productividad para bajar los costos de operación.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Se realizará mediante una hoja de toma de datos diaria, la cual permitirá obtener los tiempos por cada tramo, las distancias recorridas, las actividades durante el servicio, las toneladas transportadas, el número de viajes por día, las granjas atendidas, las paradas no autorizadas, etc. de cada una de las 28 tolvas durante ocho semanas (dos meses), a fin de poder contar con data histórica que permita tener identificados todos los factores que deben considerarse para representar la situación actual en la simulación y de esta manera poder finalmente identificar oportunidades de mejora que se deben ajustar en un nuevo escenario con el cual se compare y determine la relación para aceptar o rechazar la hipótesis nula planteada. Ésta recolección de datos se realizará de manera diaria para todos los servicios de transporte que se realizan según el programa de despacho diario de alimento balanceado, consolidándola de manera semanal por un periodo total de ocho semanas, concluyendo en un cuadro resumen de servicios realizados a cada una de las granjas, con promedios de frecuencia de viajes, tiempos totales de viaje, tiempos de parada en ruta, distancias totales recorridas, número de vehículos utilizados y volúmenes promedio transportados, considerando también la desviación estándar presentada para todos estos datos. Esta información permitirá brindar al modelo matemático la variabilidad necesaria para la similitud a la situación actual.

Se utiliza la herramienta GPS para poder delimitar en Google Earth los puntos de cada una de las granjas y sus coordenadas, a fin de tener una mejor visibilidad de cada una de las rutas. En base a toda la información recopilada, se construirá una matriz detallando cada una de las rutas, sus tiempos promedio de viaje y su desviación estándar, la carga promedio y su desviación estándar y la distancia que cada ruta tiene, además de considerar los costos que demanda cada ruta. En base al GPS en esta matriz también se consideran las coordenadas de estas granjas, las cuales por seguridad no serán mostradas y solo se visualizarán en la cartografía.

Una vez que se tenga elaborada la matriz con todos los datos promedio por semana y por mes, se procederá a configurar en el flujo diseñado en el programa de simulación “Process Simulator Free 2016” para en base a ello ejecutar las interacciones que lego entreguen valor de uso de los recursos (vehículos) y los tiempos promedio de ciclo o en este caso de vuelta por vehículo y con esto poder correlacionar sobre los datos iniciales luego de realizar ajustes en algunos puntos del simulador como un nuevo escenario y en base a ello describir su comportamiento para concluir en una aceptación o rechazo de la hipótesis nula.

3.5 Procedimiento

Para establecer el procedimiento a seguir para la simulación de un modelo matemático de transporte, tomaremos la teoría propuesta por G.D. Eppen, F.J. Gould, C.P. Schmidt, J.H. Moore y L.R. Weatherford (2000, p.12) donde se detallan los pasos a seguir para elaborar la simulación, las cuales se encuentran también en las dimensiones propuestas.

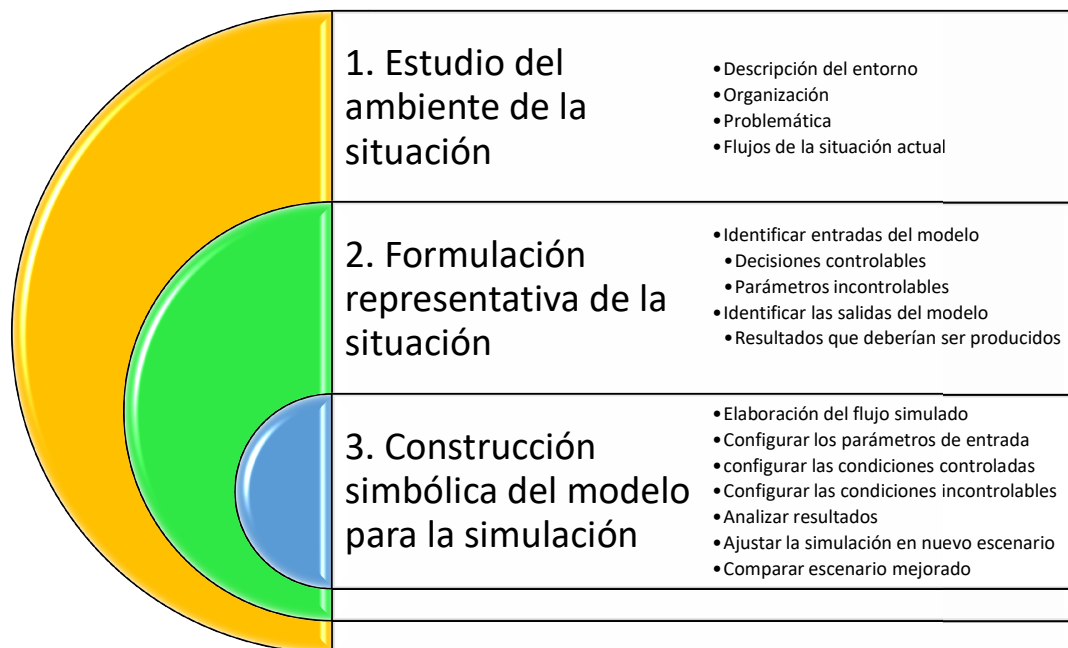


Figura 15. Pasos para la Elaboración de un Modelo y Simulación. Elaboración propia, Teoría tomada de G.D. Eppen, F.J. Gould, C.P. Schmidt J.H. Moore y L.R. Weatherford, 2000, p.12

3.5.1 Estudio del ambiente de la situación

- **Propuesta de mejora**

Se ha propuesto la simulación de un modelo de transporte de alimento balanceado de las plantas de alimento hacia las diferentes granjas de crianza de aves, a fin de poder determinar en base a la simulación de la situación real, los cuellos de botella o capacidad ociosa de los vehículos, los tiempos y distancias óptimas a recorrer para atender la demanda de las granjas, considerando las restricciones de bioseguridad con grupos de carga o exclusividad que las tolvas tienen para atender a una granja o a un grupo de granjas que tiene una característica en particular, la capacidad de carga promedio y los tiempos de viaje, de modo que sirvan de base para poder tomar acciones en el desarrollo real de las actividades e ir comparándolas con estos resultados de la simulación correlacionando uno con otro para de esta manera ayudar a minimizar los costos con un mayor uso de la capacidad vehicular y mayor número de viajes por día, como resultado de determinar los tiempos más óptimos para programar las recargas.. Para esto, se realiza la simulación de la situación actual evidenciada con los datos recopilados durante ocho semanas (dos meses) para cada uno de los servicios realizados por las tolvas de alimento balanceado en la hoja de datos, obteniendo así los tiempos de viaje, incidencia de fallas, carga promedio, velocidad promedio y la distancia promedio recorrida, acompañada de la desviación estándar que se evidencia en todos los viajes para cada granja, para finalmente modelarlo en el software “Process Simulator Free 2016” de modo que se puedan cargar los tiempos promedio, las desviaciones estándar, la probabilidad de ocurrencia de un siniestro o cuarentena durante la frecuencia de viajes evidenciado en la información recopilada durante un mes, para finalmente en base a todo ello poder obtener los valores más óptimos de cada variable analizada (Tiempo promedio, Carga Promedio, Velocidad Promedio y Distancia promedio) y poder tomarlos como referente para los ajustes diarios en la operación e ir midiendo la mejora en el tiempo contra estos valores.

- **Situación actual del transporte de alimento balanceado en la empresa**

Antes de iniciar con el detalle de la situación actual del transporte, definiremos algunos conceptos o términos que van a ser en adelante muy utilizados para el análisis de los datos y la simulación en sí.

Granja de Abuelos:

Se refiere a las granjas que se dedican a la crianza de las aves que son padres de toda la generación, es decir que son aquellas que se dedican a poner huevos incubables para producir más aves reproductoras que pondrán más huevos incubables para el consumo humano. Considerando que son padres de los padres de las aves que salen a la venta, toman el nombre de abuelos. Es por esta razón también que las medidas de bioseguridad y cuidados para evitar la contaminación con cualquier patógeno, son muy altas, ya que ponen el riesgo toda la producción de la empresa y el abastecimiento al mercado local.

Granja de Reproductoras:

Son aquellas granjas que se dedican a la crianza de las aves que son hijas de los Abuelos y que solo se encargan de poner más huevos incubables. Tiene también altos niveles de cuidado sanitario, pero en menor grado que las granjas de los abuelos. Los huevos incubables finalmente se convierten en más aves reproductoras que serán las encargadas de continuar poniendo sólo huevos incubables, sin embargo hay un grupo dentro de éstas que se dedica a poner huevos pero en este caso del tipo comercial, es decir para la venta. A este tipo de aves se les conoce como Reproductoras de postura.

Granja de Carne:

Son aquellas granjas que se dedican a la crianza de las aves que finalmente saldrán a la venta al mercado local, cubriendo la cuota diaria de materia prima cárnica para la población. Es por esta razón que el nivel de cuidado sanitario es menor. Estas aves son destinadas según la demanda del mercado, para ser sacrificadas o beneficiadas en los camales de aves o incluso para ser vendidas vivas a los mercados de la ciudad.

Luego de haber aclarado algunos conceptos previos, pasamos a describir la situación actual del transporte de alimento balanceado desde las plantas de producción de alimento balanceado hacia las diferentes granjas y para ello partimos señalando que todos estos viajes de abastecimiento de alimento a las granjas se realiza con un total de 28 tolvas o bombonas, las cuales abastecen de alimento balanceado desde Lurín hacia las diferentes granjas del norte chico y por el sur hasta Ica.

Para esto, hay que tener en cuenta que por lo mencionado inicialmente respecto a los cuidados sanitarios, se tienen asignadas las 28 tolvas, a grupos de carga que atienden exclusivamente cierto número de granjas que tienen la crianza del mismo tipo de ave. Los grupos de carga se han considerado o segmentado según el grupo de crianza, es decir Abuelos, Reproductoras y Carne. A continuación se detalla la cantidad de tolvas asignadas a cada grupo de carga.

Grupos de Crianza:

- **Abuelos:** Se tiene 01 tolva asignada exclusivamente para atender esta granja, por lo que no puede realizar ningún servicio a otra granja.
- **Reproductoras:** Se tienen 07 tolvas asignadas a esta operación y solo pueden abastecer a las granjas de reproductoras carne y reproductoras de postura).
- **Carne:** Se tienen asignadas 20 tolvas graneleras, las cuales atenderán solo a las granjas clasificadas en este grupo, sin ninguna restricción, solo la de que se presente alguna cuarentena en especial de una granja.

A continuación se muestra el número de granjas asignadas a cada grupo de carga y la cantidad de tolvas de alimento balanceado que se asignan para la atención exclusiva de dicho grupo.

Tabla 4

Cantidad de granjas y tolvas asignadas por grupo de carga.

GRUPO	N° GRANJAS	N° TOLVAS
ABUELOS	1	1
REPRODUCTORAS	16	7
CARNE	87	20
TOTAL	103	28

Nota: Se tienen 103 granjas que son atendidas por las plantas de alimento, las cuales consideran 01 granja de abuelos, 16 granjas reproductoras y 87 granjas de carne, atendidas en total por 28 tolvas de alimento balanceado.

En esta tabla se detallan también, todas las granjas que son atendidas por esta flota de vehículos y que se encuentran asignadas a cada grupo de carga.

Tabla 5

Detalle de granjas especificando el grupo de carga asignado.

N°	GRANJA	GRUPO	N°	GRANJA	GRUPO	N°	GRANJA	GRUPO
1	A1	ABUELOS	36	C20	CARNE	71	C55	CARNE
2	R1	REPRODUCTORAS	37	C21	CARNE	72	C56	CARNE
3	R2	REPRODUCTORAS	38	C22	CARNE	73	C57	CARNE
4	R3	REPRODUCTORAS	39	C23	CARNE	74	C58	CARNE
5	R4	REPRODUCTORAS	40	C24	CARNE	75	C59	CARNE
6	R5	REPRODUCTORAS	41	C25	CARNE	76	C60	CARNE
7	R6	REPRODUCTORAS	42	C26	CARNE	77	C61	CARNE
8	R7	REPRODUCTORAS	43	C27	CARNE	78	C62	CARNE
9	R8	REPRODUCTORAS	44	C28	CARNE	79	C63	CARNE
10	R9	REPRODUCTORAS	45	C29	CARNE	80	C64	CARNE
11	R10	REPRODUCTORAS	46	C30	CARNE	81	C65	CARNE
12	R11	REPRODUCTORAS	47	C31	CARNE	82	C66	CARNE
13	R12	REPRODUCTORAS	48	C32	CARNE	83	C67	CARNE
14	R13	REPRODUCTORAS	49	C33	CARNE	84	C68	CARNE
15	P1	REPRODUCTORAS	50	C34	CARNE	85	C69	CARNE

16	P2	REPRODUCTORAS	51	C35	CARNE	86	C70	CARNE
17	C1	CARNE	52	C36	CARNE	87	C71	CARNE
18	C2	CARNE	53	C37	CARNE	88	C72	CARNE
19	C3	CARNE	54	C38	CARNE	89	C73	CARNE
20	C4	CARNE	55	C39	CARNE	90	C74	CARNE
21	C5	CARNE	56	C40	CARNE	91	C75	CARNE
22	C6	CARNE	57	C41	CARNE	92	C76	CARNE
23	C7	CARNE	58	C42	CARNE	93	C77	CARNE
24	C8	CARNE	59	C43	CARNE	94	C78	CARNE
25	C9	CARNE	60	C44	CARNE	95	C79	CARNE
26	C10	CARNE	61	C45	CARNE	96	C80	CARNE
27	C11	CARNE	62	C46	CARNE	97	C81	CARNE
28	C12	CARNE	63	C47	CARNE	98	C82	CARNE
29	C13	CARNE	64	C48	CARNE	99	C83	CARNE
30	C14	CARNE	65	C49	CARNE	100	C84	CARNE
31	C15	CARNE	66	C50	CARNE	101	C85	CARNE
32	C16	CARNE	67	C51	CARNE	102	C86	CARNE
33	C17	CARNE	68	C52	CARNE	103	C87	CARNE
34	C18	CARNE	69	C53	CARNE			
35	C19	CARNE	70	C54	CARNE			

Nota: Se tienen 103 granjas que son atendidas por las plantas de alimento, las cuales están agrupadas según tipo de crianza como Abuelo, Reproductoras y Carne.

A continuación se identifica la distribución de las granjas en base a las coordenadas de cada una de ellas en la plataforma de cartografía de uso libre denominada Google Eath Pro, con la finalidad de tener una percepción mucho más exacta de distribución geográfica de cada una de las granjas. Por seguridad, dichas coordenadas no serán detalladas y sólo se presenta la visualización de las mismas de manera simbólica en la cartografía, señalando en la imagen claramente su ubicación respecto a las demás..

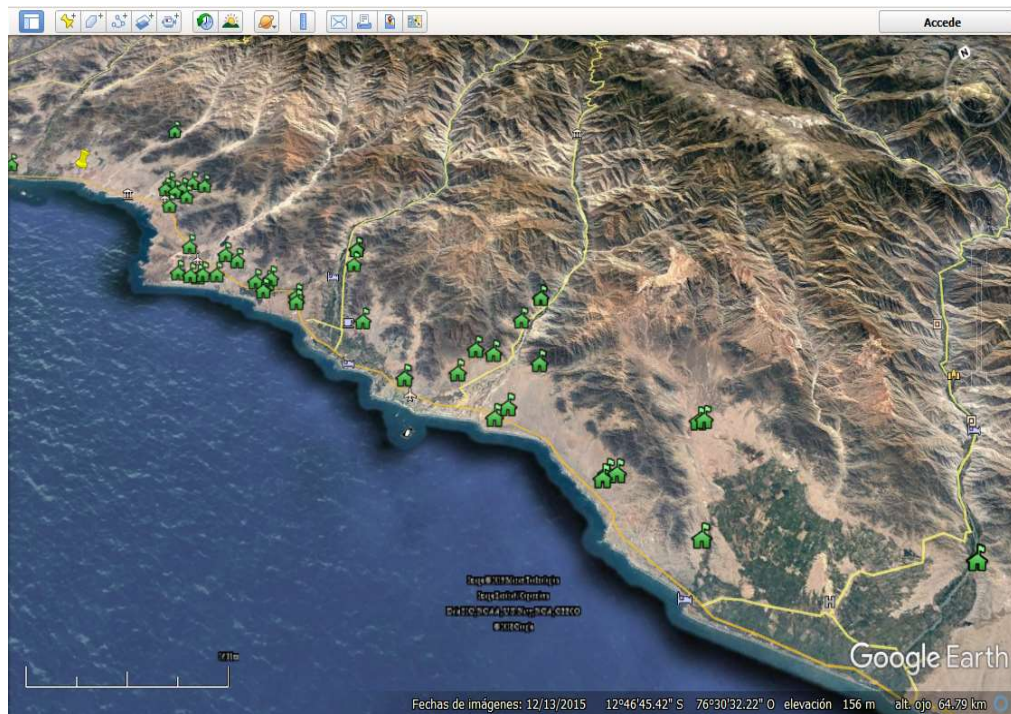


Figura 16. Geolocalización de Granjas en Base a sus Coordenadas. Soporte con la plataforma cartográfica de Google Earth.

- **Capacidad de producción y despacho de las plantas de alimento**

A continuación detallamos las capacidades de producción de cada una de las plantas de alimento. Cabe señalar que las dos plantas de alimento se encuentran geográficamente ubicados en el mismo local, por lo que el uso de los recursos generales es compartido, caso puntual de las balanzas camioneras y los sistemas de lavado y desinfección o pediluvios.

Según la situación actual respecto al comportamiento diario de la producción de cada planta, se han obtenido los siguientes datos.

Tabla 6

Capacidad de producción, despacho y turnos en plantas de alimento.

CAPACIDADES DE PRODUCCIÓN Y DESPACHO POR DÍA DE CADA PLANTA DE ALIMENTOS					
OFERTA	TURNO	HORARIO	HORAS	CAPAC. PROD.	% PARTIC.
PLANTA 01	1° TURNO	7:00 - 15:00	8	300,000 KILOS	
	2° TURNO	15:00 - 23:00	8	300,000 KILOS	
TOTAL DÍA PLANTA 01			16	600,000 KILOS	29.41%
PLANTA 02	1° TURNO	7:00 - 15:00	8	480,000 KILOS	
	2° TURNO	15:00 - 23:00	8	480,000 KILOS	
	3° TURNO	23:00 - 7:00	8	480,000 KILOS	
TOTAL DÍA PLANTA 02			24	1'440,000 KILOS	70.59%
TOTAL DÍA AMBAS PLANTAS			24	2'040,000 KILOS	100.00%

Nota: Se tienen 02 plantas de alimentos que funcionan simultáneamente, sin embargo una solo opera dos turnos y la otra tres turnos. La planta 01 solo abastece a las granjas Abuelos y Reproductoras con un 29.41% de la Producción total diaria, mientras que la Planta 02 lo hace a todas las granjas de carne, con una 70.59% de la producción total diaria.

- **Capacidad vehicular para el transporte de alimento balanceado a las diferentes granjas**

De la información recopilada en la presente investigación, se ha concluido que actualmente esta empresa del sector avícola, cuenta con 28 vehículos de transporte (Tolvas) disponibles para la operación, además de mantener 02 tolvas de reten para emergencias de siniestros (01) Tolva para cubrir exclusivamente reemplazo para la atención a la granja de abuelos) y otra

tolva que se encuentra en stand by también, para cubrir emergencias a nivel de atenciones a granjas reproductoras y carne.

Solo en el caso de siniestros en ruta o fallas mecánicas que demandan mayor tiempo de reparación, estas unidades de reten son utilizadas, manteniendo de esta manera siempre disponibles las 28 tolvas que requiere la operación. Esto mismo sucede cuando se realiza un mantenimiento mecánico programado.

A continuación detallamos la flota vehicular (Tolvas) con las que se cuenta para la atención diaria de los despachos de alimento a las diferentes granjas.

Tabla 7.

Tolvas de transporte de alimento balanceado por grupo de carga.

TOLVAS ASIGNADAS POR GRUPO			
GRUPO	CANT.	CAP. x TOLVA	CAP. TOT. X VUELTA
ABUELOS	1	27.5	27.50
REPRODUCTORA	7	27.5	192.50
CARNE	20	27.5	550.00
TOTALES	28		770.00

Nota: Se muestra el número de tolvas asignadas para la atención de cada grupo de carga. 01 tolva exclusiva para la atención solo de los despachos a la granja de Abuelos, 07 tolvas para atender los despachos a las 16 granjas de reproductoras y finalmente 20 tolvas para atender todos los despachos a las 87 granjas de Carne por día, considerando que cada tolva tiene una capacidad de 30 Toneladas, pero que por restricciones del MTC solo deben considerarse 27.5 TM de capacidad máxima..

La asignación de los vehículos (tolvas) a un determinado grupo de carga se realiza con la finalidad de poder mantener o garantizar un mejor control en

los niveles de bioseguridad que permitan de esta manera evitar contaminaciones cruzadas que pongan en riesgo a las población de aves concentrada en cada granja, ya que si un vehículo que se encuentra atendiendo a granjas de Reproductoras, es asignado por urgencia a atender una granja de carne, la cual es visitada sin muchos niveles o barreras de inocuidad, fácilmente puede convertirse en un vector o ser un agente de transmisión de algunos patógenos que se encuentran en el ambiente o que afecten a esa granja y lo puede llevar hasta una granja de reproductoras, poniendo en riesgo así a toda la población de gallinas e incluso a la población futura de dicha granja, ya que los huevos incubables que se puedan generar en estas granjas, tendrán un riesgo muy alto de contaminación y por ende afectará la incubación y posterior alojamiento de bbs carne en las granjas para el consumo humano.

Para evitar los riesgos sanitarios o de contaminación, el área de sanidad considera prioritario mantener vacíos sanitarios o cuarentenas, tanto de vehículos como de conductores, previamente se procede a lavar y desinfectar cada vehículo que haya visitado una granja contaminada o alguna granja comercial, para luego quedar en cuarentena en una zona intermedia, y autorizada, por los días que se designen según el grupo de crianza de la granja a la que visitará. Del mismo modo el conductor, luego de haber pasado por las duchas de desinfección, deberá guardar cuarentena sin tener contacto absoluto con alguna zona de crianza o incluso crianzas traspatio en las casas. este último es un requisito indispensable para todos los conductores que brindan este tipo de servicio de transporte, ya que las aves de traspatio no mantienen ningún tipo de control sanitario y muchas veces son infectadas por diferentes patógenos que posteriormente pueden ser llevados a las granjas por el conductor, en una prestación de servicio y con ello se convierte en un vector importante de contagio que debe ser específicamente evitado y por ello la prohibición.

A continuación se detallan cada una de las tolvas asignadas por cada grupo de carga, a fin de poder tener evidenciados qué vehículos atienden a qué tipo de granja y la capacidad máxima de transporte.

Tabla 8.

Tolvas por grupo de carga, capacidad individual y de flota, por vuelta.

CAPACIDAD VEHICULAR MÁXIMA

TOLVAS	CAP. TM	ASIGNACIÓN	CAPAC. CARGA x GRUPO x VUELTA TM
01	27.50	ABUELOS	27.50
02	27.50	REPRODUCTORA	192.50
03	27.50	REPRODUCTORA	
04	27.50	REPRODUCTORA	
05	27.50	REPRODUCTORA	
06	27.50	REPRODUCTORA	
07	27.50	REPRODUCTORA	
08	27.50	REPRODUCTORA	
09	27.50	CARNE	
10	27.50	CARNE	
11	27.50	CARNE	
12	27.50	CARNE	
13	27.50	CARNE	
14	27.50	CARNE	
15	27.50	CARNE	
16	27.50	CARNE	
17	27.50	CARNE	
18	27.50	CARNE	
19	27.50	CARNE	
20	27.50	CARNE	
21	27.50	CARNE	
22	27.50	CARNE	
23	27.50	CARNE	
24	27.50	CARNE	
25	27.50	CARNE	
26	27.50	CARNE	
27	27.50	CARNE	
28	27.50	CARNE	
			770.00

Nota: Se encuentran enumeradas las 28 tolvas que forman parte de la flota de vehículos dedicados al transporte de alimento balanceado de las plantas a las granjas. Con una capacidad máxima simultánea de transporte de 27.5 Toneladas para Abuelos, 192.50 Toneladas para granjas Reproductoras y 550 toneladas para las granjas de Carne, haciendo un total simultáneo de 770 toneladas de capacidad vehicular máxima.

3.5.2 Formulación representativa de la situación

- **Identificar entradas del modelo**

Continuando con el proceso de formulación representativa de la situación, se deben identificar las entradas del modelo a formular.

Para analizar el flujo de datos que deben llevarse al modelo, debemos tener en consideración según la actividad actual, cuales son los datos que normalmente se trabajan en el proceso de planificación del transporte, ya que de acuerdo a eso podremos identificar los parámetros que debemos obtener para luego ingresarlos al modelo.

Macroproceso del Transporte de Alimento Balanceado.

A continuación se detalla el macroproceso obtenido en base al análisis del proceso de transporte de alimento balanceado desde las plantas de alimento balanceado hacia las granjas, utilizando para ello la metodología SIPOC, donde se especifican las entradas y las salidas del proceso, identificando claramente las entidades con las que se interactúan y con qué sub-procesos se relacionan.

Se han evidenciado proveedores internos, los cuales corresponden a otras áreas y proveedores externos que finalmente se trata de proveedores terceros. Del mismo modo en las salidas, se han considerado también internos y externos, sobre los cuales debe manejarse una interacción constante, a fin de mantener el nivel de servicio.

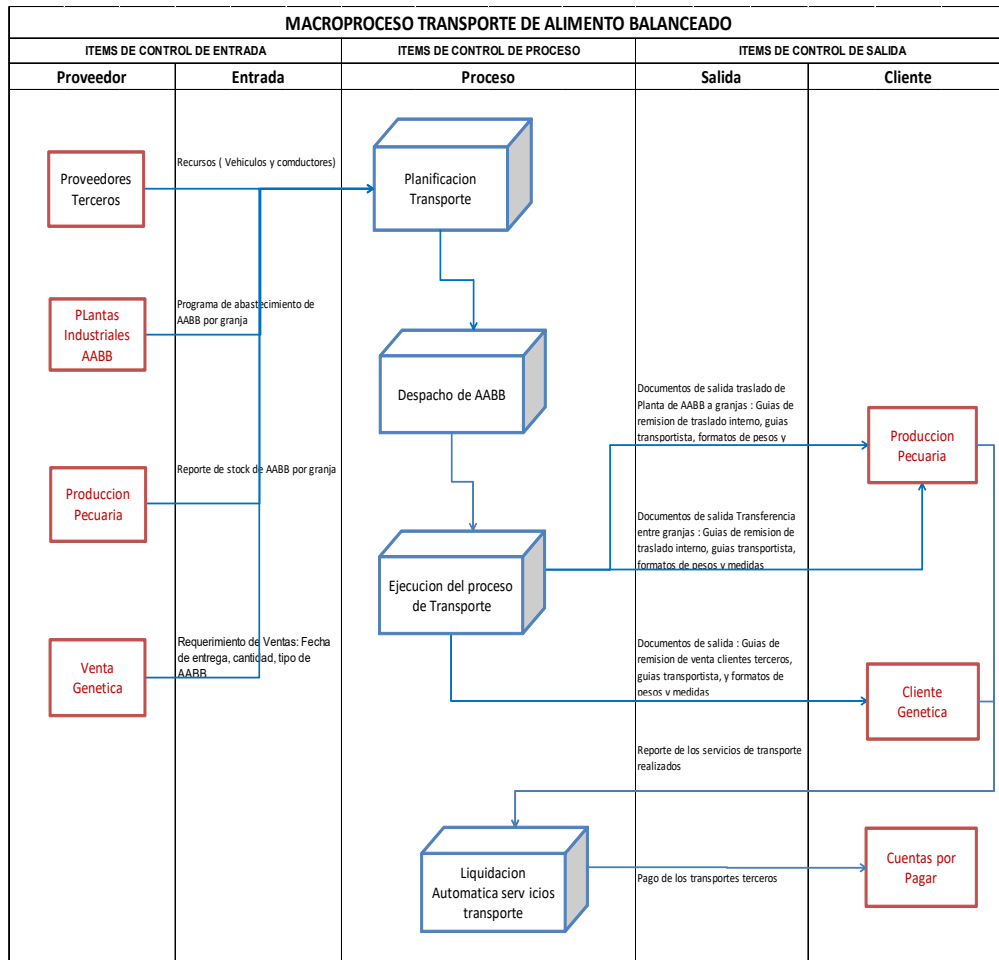


Figura 17. Macroproceso del Transporte de Alimento Balanceado de Plantas a las Granjas. Elaboración propia.

Por otro lado, se ha podido también realizar un levantamiento de información para la elaboración del un DOP del proceso mismo de transporte de alimento balanceado y a continuación se procede a mostrar.

Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP)

Según los datos obtenidos del proceso de transporte de alimento balanceado y en base a cada una de las actividades que se realizan, se ha elaborado un diagrama de Operaciones de Proceso (DOP) del proceso mismo de planificación del transporte diario.

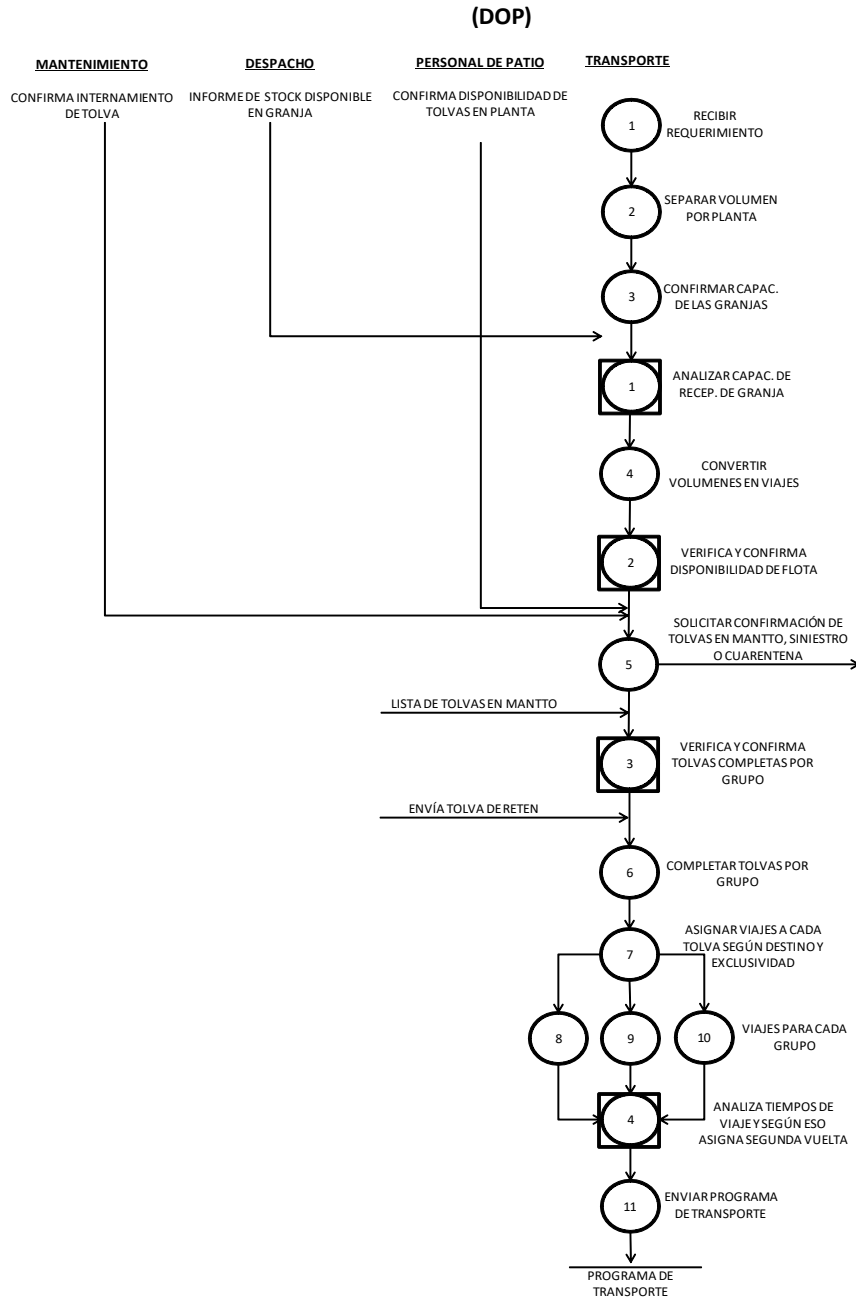


Figura 18. Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP); donde se detallan cada una de las actividades y la secuencia según flujo. Elaboración propia.

Luego de haber revisado los flujos del proceso de transporte, ha podido identificar que la planta de alimento realiza un requerimiento de transporte en base a un volumen de producción que debe despachar para las granjas en el día. Para esto se debe tener en consideración lo siguiente. Para

poder dimensionar la flota en primer lugar debemos contar con la confirmación de la disponibilidad de la flota operativa y en base a ello es que se asignan cada uno de los viajes, teniendo en cuenta el volumen de atención, la distancia a recorrer con el tiempo que demanda el viaje y de esta manera poder determinar la asignación de un segundo viaje al vehículo. Por lo tanto se podría indicar que el modelo que se desprende del flujo analizado para el transporte de alimento balanceado debe considerar lo siguiente:

- La fuente (La planta de alimentos), debe enviar una cantidad de alimento (toneladas) hacia El Destino (La granja).
- La carga debe transportarse con un vehículo determinado, el cual va a depender que sea exclusivo o no, según la ruta que cubra con la granja destino.
- Debe realizar el transporte por una ruta de Origen-Destino que tiene una distancia en kilómetros, un tiempo de viaje determinado y una tarifa definida.
- Debe buscarse siempre el mayor uso de los vehículos, es decir que se realice una mayor cantidad de vueltas con menos vehículos.
- El vehículo no puede exceder su capacidad de carga.
- Solo debe atender a las granjas que tiene asignado en su grupo de carga.

Todos estos puntos se pueden apreciar mejor en un esquema de grafos donde se grafiquen las rutas e indique los vehículos que se pueden utilizar. Se debe tener en cuenta también que todas las restricciones deben ser debidamente representadas, para finalmente considerarlas en la simulación y de esta manera se consiga un comportamiento muy ajustado a la realidad.

Luego de una observación constante al proceso de transporte de Alimento Balanceado de la planta de alimento hacia las granjas, se ha podido desarrollar el siguiente diagrama de grafos, mostrando la iteración de cada una de las rutas del transporte.

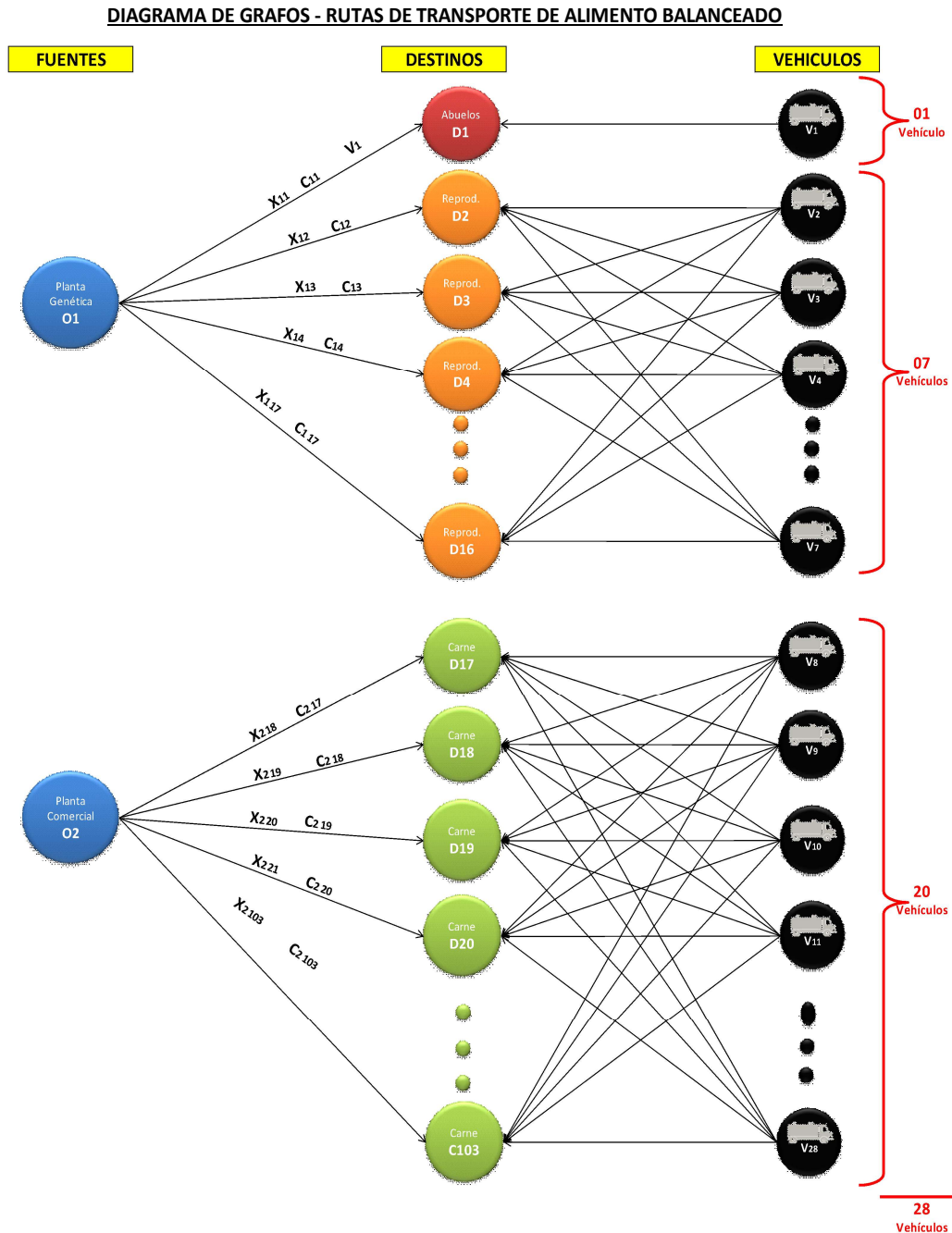


Figura 19. Red de Atención del Transporte de Alimento Balanceado; Se detalla la flota de vehículos asignados para cada grupo de granjas. Elaboración propia.

Luego de modelar el diagrama de grafos (*Figura 19*), se ha podido identificar también cada uno de las fuentes (Ofertas) y los destinos (Demandas), además de las restricciones de oferta y demanda para plantear así un modelo matemático de transporte que permita plantear una función objetivo que se requiere minimizar para poder obtener los valores óptimos que consigan un menor costo de transporte para cubrir todas las rutas propuestas y con las restricciones correspondientes.

VARIABLES DE DECISIÓN

X_{ij} i = Número de Fuentes
 j = Número de Destinos

RESTRICCIONES DE OFERTA

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} + X_{19} + X_{110} + \dots + X_{115} \leq O_1$$

$$X_{216} + X_{217} + X_{218} + X_{219} + X_{220} + X_{221} + X_{222} + X_{223} + \dots + X_{2103} \leq O_2$$

RESTRICCIONES DE DEMANDA

$X_{11} \leq D_1$	$X_{218} \leq D_{18}$	$X_{235} \leq D_{35}$	$X_{242} \leq D_{51}$
$X_{12} \leq D_2$	$X_{219} \leq D_{19}$	$X_{236} \leq D_{36}$	$X_{242} \leq D_{52}$
$X_{13} \leq D_3$	$X_{220} \leq D_{20}$	$X_{237} \leq D_{37}$	$X_{242} \leq D_{53}$
$X_{14} \leq D_4$	$X_{221} \leq D_{21}$	$X_{238} \leq D_{38}$	$X_{242} \leq D_{54}$
$X_{15} \leq D_5$	$X_{222} \leq D_{22}$	$X_{239} \leq D_{39}$	$X_{242} \leq D_{55}$
$X_{16} \leq D_6$	$X_{223} \leq D_{23}$	$X_{240} \leq D_{40}$	$X_{242} \leq D_{56}$
$X_{17} \leq D_7$	$X_{224} \leq D_{24}$	$X_{241} \leq D_{41}$	$X_{242} \leq D_{57}$
$X_{18} \leq D_8$	$X_{225} \leq D_{25}$	$X_{242} \leq D_{42}$	$X_{242} \leq D_{58}$
$X_{19} \leq D_9$	$X_{226} \leq D_{26}$	$X_{242} \leq D_{43}$	$X_{242} \leq D_{59}$
$X_{110} \leq D_{10}$	$X_{227} \leq D_{27}$	$X_{242} \leq D_{44}$	$X_{242} \leq D_{60}$
$X_{111} \leq D_{11}$	$X_{228} \leq D_{28}$	$X_{242} \leq D_{45}$	$X_{242} \leq D_{61}$
$X_{112} \leq D_{12}$	$X_{229} \leq D_{29}$	$X_{242} \leq D_{46}$	$X_{242} \leq D_{62}$
$X_{113} \leq D_{13}$	$X_{230} \leq D_{30}$	$X_{242} \leq D_{47}$	$X_{242} \leq D_{63}$
$X_{114} \leq D_{14}$	$X_{231} \leq D_{31}$	$X_{242} \leq D_{48}$	$X_{242} \leq D_{64}$
$X_{115} \leq D_{15}$	$X_{232} \leq D_{32}$	$X_{242} \leq D_{49}$:
$X_{216} \leq D_{16}$	$X_{233} \leq D_{33}$	$X_{242} \leq D_{50}$:
$X_{217} \leq D_{17}$	$X_{234} \leq D_{34}$	$X_{242} \leq D_{51}$	$X_{2103} \leq D_{103}$

$$Z = X_{11} \cdot C_{11} + X_{12} \cdot C_{12} + X_{13} \cdot C_{13} + X_{14} \cdot C_{14} + \dots + X_{116} \cdot C_{116} + \dots + X_{217} \cdot C_{217} + X_{218} \cdot C_{218} + X_{219} \cdot C_{219} + X_{220} \cdot C_{220} + \dots + X_{2103} \cdot C_{2103}$$

LEYENDA
O_1 = Oferta de Planta
D_1 = Demanda de Granja
X_{11} = Cantidad de O_1 a D_1
C_{11} = Flete de O_1 a D_1
V_1 = Vehículo asignado
CP_1 = Capacidad Vehicular (27.5 TM)

- **Decisiones controlables**

En cuanto a las decisiones controlables, nos vamos a referir principalmente a todo aquello que podemos tener control y normalmente se valida o programa antes de iniciar el proceso de asignación de vehículos a cada uno de los viajes calculados, buscando siempre mantener su máxima capacidad de carga en cada viaje.

El mantenimiento preventivo se refiere a un evento que se puede programar y es controlable, sin afectar la disponibilidad de la flota. A continuación los la tabla con los datos recopilados.

Tabla 9

Frecuencia de mantenimiento para conservación de las Tolvas.

**MANTENIMIENTO
PREVENTIVO**

			TIEMPO PROM.
FRECUENCIA	UND	ALCANCE	REPARC.
5,000	KM	TODA LA FLOTA	6 HRAS.

Nota:

Se indica la frecuencia de mantenimientos preventivo para cada una de las tolvas.

- **Parámetros incontrolables**

Los parámetros incontrolables y que afectan constantemente a la prestación de los servicios de transporte, son aquellos principalmente ligados a la naturaleza o a factores que no podemos controlar y que terminan finalmente en una probabilidad de que ocurra.

Sobre la información histórica de los datos de las 08 semanas de registro, se ha podido identificar la incidencia de eventos no controlados, respecto al total de servicios y con ello se obtiene un porcentaje de probabilidad de que se presente en la prestación de los servicios.

Tratamiento de la siniestralidad y eventos especiales:

Teniendo en cuenta de que se cuenta con una flota limitada, a raíz de la particularidad del diseño de la tolva, es muy difícil conseguir en el mercado, de un momento a otro, vehículos con estas características, a raíz de siniestros o reparaciones que ocasionen que el vehículo no pueda operar. Para estos casos es que juegan un papel importante los vehículos (tolvas) de reten. Del mismo modo, cuando alguna granja queda en cuarentena, ocasiona que la tolva que atendió dicha granja, entre en cuarentena por un mínimo de tres días, antes de poder atender despachos para las otras granjas y para esto, para iniciar la cuarentena, se debe lavar y desinfectar, del mismo modo que al culminar el periodo de cuarentena y reincorporarse a la operación en la que también debe proceder con el lavado y desinfección previa.

A continuación un resumen de los eventos más comunes en la operación y la probabilidad histórica de que cualquiera de estos ocurra durante la prestación de los servicios en meses anteriores.

Tabla 10

Eventos que afectan frecuentemente la disponibilidad de flota.

EVENTO	PROBABILIDAD	ALCANCE
SINIESTRALIDAD	0.10%	SOBRE TODOS LOS SERVICIOS DE LAS TOLVAS
CUARENTENA	0.50%	SOBRE TODAS LAS GRANJAS ATENDIDAS AL MES
MANTTO CORREC.	0.50%	SOBRE TODOS LOS SERVICIOS DE LAS TOLVAS

Nota: Se muestran los motivos que eventualmente afectan la operatividad de la flota y que demandan de reten o cuarentenas que va desde 03 días hasta 07 días según la granja a la que debe atender.

- **Identificar las salidas del modelo**

El modelo debería poder permitir obtener el porcentaje de utilización del recurso o vehículo, los tiempos de ciclo calculados para cada viaje a cada granja, por cada interacción, para de esta manera se puedan finalmente valorizar el uso de la capacidad y los tiempos óptimos obtenidos, con la finalidad de valorizarlo y compararlo con el estado inicial del modelo, determinando así la relación que existe entre el modelo y el costo de transporte.

- **Resultados que deberían ser producidos**

Los resultados finales de la simulación, deben contener los porcentajes de uso de los recursos (vehículos) y los tiempos óptimos para cada ruta atendida, con la finalidad de que todo ese resultado pueda ser correlacionado con el valor inicial y ver si tiene relación con el costo y poder en base a ello descartar o aceptar las hipótesis y más aún recomendar su uso.

La simulación será configurada para poder realizar iteraciones durante un periodo de una semana y de esta manera poder comparar los datos con los datos iniciales y determinar la correlación. Para esto, dado que el trabajo de investigación es del tipo Descriptivo correlacional, se utilizará el estadígrafo de R de Pearson o el Rho de Spearman, a fin de determinar la correlación.

3.5.3 Construcción simbólica del modelo para la simulación

Para la realización de la simulación se ha considerado el uso del programa **“Process Simulator Free 2016”**, sistema de uso libre que es normalmente instalado sobre el Microsoft Visio y que utiliza algunas librerías del Pro Model, el cual es configurado en base a diagramas de flujo, donde son plasmadas todas las restricciones como condicionantes y todas las situaciones no controladas, como probabilidad. Finalmente cada recurso es configurado a nivel de disponibilidad, de

costo por hora de uso y horarios de trabajo, tiempos de parada, tiempos de uso, colas o esperas, etc.

Los datos de entrada corresponden a los datos consolidados de los registros históricos de la recolección de las ocho semanas de actividad de las 28 tolvas de transporte de alimento balanceado.

Actualmente se tienen definidos tiempos de carga de las tolvas, emisión de documentos en planta y la recepción de la carga en granjas, como tiempos fijos establecidos por procedimiento de planta y de granja.

Por lo que todo exceso es reportado y observado, de modo que finalmente se sancione, ya que impacta en la hora programada de retorno a planta y la posible recarga. Estos tiempos serán configurados en el simulador como constantes y con ello poder completar el tiempo total de ciclo por cada vehículo a realizar un viaje.

T. Ciclo Ruta “x” = T. Carga + T. llenado guía + T. Viaje + T. Descarga

Es decir que a los tiempos fijos establecidos según Tabla 11, le añadimos el tiempo promedio de viaje que se ha determinado y se tendría el tiempo total de cada servicio (tiempo de ciclo), para poder compararlo con la información obtenida de la simulación, para de esta manera ver la relación que existe entre los datos obtenidos de la simulación por el uso de la capacidad vehicular y la situación tomada de registro de datos inicial.

Tabla 11.

Tiempos promedio fijos, definidos por procedimiento de planta.

TIEMPOS PROMEDIO POR ACTIVIDAD	
ACTIVIDAD	TIEMPO MIN
CARGA DE ALIMENTO BALANCEADO	46
LLENADO GUIA Y PRECINTADO	28
RECEPCIÓN EN GRANJA	60

Los datos recopilados en base a la hoja de registro de datos, fueron tabulados de manera diaria, semanal y mensual, de modo tal que se pudo obtener la relación de las granjas atendidas, la cantidad promedio de toneladas que se despachan a cada granja, el número promedio de viajes realizados a cada granja por día.

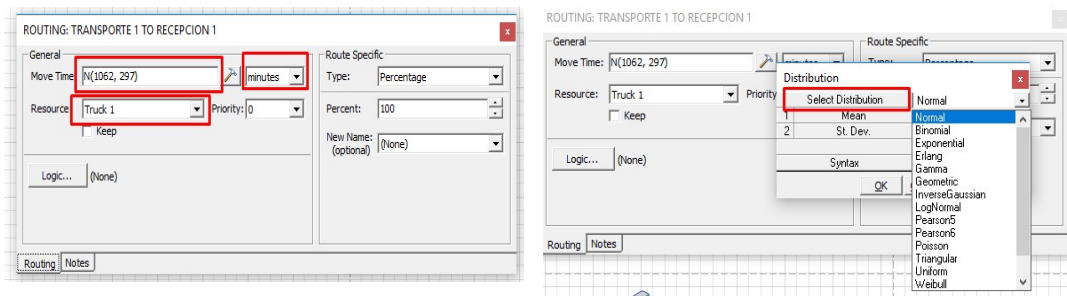
Se ha obtenido un promedio de todos los tiempos de viaje, de los servicios realizados a cada una de las granjas durante las ocho semanas, calculando también la desviación estándar en cada una de las granjas, a fin de poder considerar esa misma variación en el simulador, seleccionando la distribución normal e ingresando la variabilidad de los tiempos de viaje.

Por ejemplo, en la tabla de datos recopilados, se tiene lo siguiente:

Ruta: Planta1 a Granja 1 (abuelos) utiliza un vehículo exclusivo.

Tiene un tiempo de viaje promedio de: 1,062 minutos y una desviación estándar de 297, conforme se muestra en la Tabla 12, más adelante.

A continuación se muestra cómo es que se configura esta información en el simulador, en la actividad de transporte, comprometiéndose el recurso vehículo durante ese tiempo.



Primero se tuvo que crear una actividad, la cual se encarga de asignar carga a los vehículos y para esto, también se crea un recurso que en este caso es el vehículo mismo. Esto se realiza con la finalidad de controlar el uso adecuado del recurso vehículo y determinar así el porcentaje de uso de la capacidad de cada vehículo en la prestación del servicio y de esta manera mejorar los costos de transporte

incrementando la productividad de los camiones, al llevar más carga con menos viajes.

Ahora adjuntamos también el cuadro con las rutas y los valores promedio de tiempo, carga y frecuencia de viajes.

Esta tabla contiene los datos correspondientes a los tiempos totales de viaje y el uso de la capacidad vehicular registrada, segmentada por grupo de carga, es decir por granjas reproductoras primero y luego granjas de carne por separado.

Tabla 12.

Rutas de reproductoras con sus costos, distancias y tiempos.

N°	Nva. Numer.	Grupo	Ruta	Tolvas	TIEMPO DE VIAJE (MIN.)				VIAJES POR DÍA				90%
					MINUT.	MIN	MAX	DESV. ST.	VIAJES	MIN	MAX	DESV. ST.	% USO CAP. BASE
001	A1	ABUELOS	PLANTA1/A1	01	1062	407	1290	297	1	1	2	0.30	88%
002	R1	REPRODUCTORAS	PLANTA1/R1	02, 03, 04, 05, 06, 07, 08	1258	728	1512	337	1	1	1	0.00	101%
003	R2	REPRODUCTORAS	PLANTA1/R2		669	399	1469	222	1	1	2	0.21	99%
004	R3	REPRODUCTORAS	PLANTA1/R3		1292	495	2189	437	1	1	2	0.27	98%
005	R4	REPRODUCTORAS	PLANTA1/R4		858	437	1298	223	1	1	4	0.74	100%
006	R5	REPRODUCTORAS	PLANTA1/R5		566	246	1104	223	1	1	1	0.00	98%
007	R6	REPRODUCTORAS	PLANTA1/R6		819	648	961	140	1	1	1	0.00	90%
008	R7	REPRODUCTORAS	PLANTA1/R7		781	425	1104	222	1	1	2	0.29	31%
009	R8	REPRODUCTORAS	PLANTA1/R8		489	189	868	211	1	1	2	0.27	95%
010	R9	REPRODUCTORAS	PLANTA1/R9		568	304	1212	221	1	1	2	0.39	88%
011	R10	REPRODUCTORAS	PLANTA1/R10		987	588	1644	203	1	1	3	0.52	100%
012	R11	REPRODUCTORAS	PLANTA1/R11		438	164	880	167	1	1	1	0.00	98%
013	R12	REPRODUCTORAS	PLANTA1/R12		1091	798	1527	225	1	1	1	0.00	99%
014	R13	REPRODUCTORAS	PLANTA1/R13		610	170	840	175	1	1	2	0.51	54%
015	P1	REPRODUCTORAS	PLANTA1/P1		626	375	1043	121	1	1	2	0.50	99%
016	P2	REPRODUCTORAS	PLANTA1/P2		553	357	1146	151	1	1	3	0.53	99%

A continuación en la Tabla 13 se muestran los datos referidos a las granjas de carne, las cuales son atendidas normalmente por la Planta 02. En este cuadro se muestran también los porcentajes de uso de la capacidad por cada ruta de transporte a las granjas. Esta información será contrastada con la obtenida del simulador, a fin de medir la correlación para cada una de las tolvas.

Tabla 13.

Rutas de carne con sus costos, distancias y tiempos.

N°	Nva. Numer.	Grupo	Ruta	Tolvas	TIEMPO DE VIAJE (MIN.)				VIAJES POR DÍA				90% % USO CAP. BASE
					MINUT.	MIN	MAX	DESV. ST.	VIAJES	MIN	MAX	DESV. ST.	
017	C1	CARNE	PLANTA2/C1		471	211	840	182	1	1	2	0.51	96%
018	C2	CARNE	PLANTA2/C2		440	173	895	201	1	1	2	0.29	91%
019	C3	CARNE	PLANTA2/C3		417	189	700	175	1	1	3	0.58	92%
020	C4	CARNE	PLANTA2/C4		591	315	906	221	1	1	2	0.41	62%
021	C5	CARNE	PLANTA2/C5		481	240	787	157	2	1	3	0.68	96%
022	C6	CARNE	PLANTA2/C6		515	510	520	7	1	1	1	0.00	100%
023	C7	CARNE	PLANTA2/C7		545	314	812	152	2	1	4	0.92	98%
024	C8	CARNE	PLANTA2/C8		658	380	1015	159	1	1	3	0.55	95%
025	C9	CARNE	PLANTA2/C9		585	241	1025	190	1	1	2	0.27	97%
026	C10	CARNE	PLANTA2/C10		598	421	920	144	1	1	2	0.31	100%
027	C11	CARNE	PLANTA2/C11		675	253	1253	379	1	1	1	0.00	85%
028	C12	CARNE	PLANTA2/C12		499	290	849	180	1	1	3	0.57	97%
029	C13	CARNE	PLANTA2/C13		312	124	599	175	1	1	1	0.00	83%
030	C14	CARNE	PLANTA2/C14		349	284	419	68	1	1	1	0.00	49%
031	C15	CARNE	PLANTA2/C15		428	202	820	153	2	1	4	0.86	98%
032	C16	CARNE	PLANTA2/C16		348	180	759	141	1	1	3	0.59	98%
033	C17	CARNE	PLANTA2/C17		630	460	900	112	1	1	2	0.51	97%
034	C18	CARNE	PLANTA2/C18		702	219	1343	307	1	1	2	0.35	100%
035	C19	CARNE	PLANTA2/C19		729	375	1156	180	1	1	2	0.40	92%
036	C20	CARNE	PLANTA2/C20		670	375	1197	224	1	1	2	0.50	99%
037	C21	CARNE	PLANTA2/C21		616	616	616	0	1	1	1	0.00	99%
038	C22	CARNE	PLANTA2/C22		301	301	301	0	1	1	1	0.00	101%
039	C23	CARNE	PLANTA2/C23		640	640	640	0	1	1	1	0.00	99%
040	C24	CARNE	PLANTA2/C24		358	358	358	0	1	1	1	0.00	94%
041	C25	CARNE	PLANTA2/C25		565	356	798	180	1	1	2	0.45	99%
042	C26	CARNE	PLANTA2/C26		406	341	471	92	1	1	1	0.00	102%
043	C27	CARNE	PLANTA2/C27		534	386	650	96	1	1	2	0.52	100%
044	C28	CARNE	PLANTA2/C28		546	546	546	0	1	1	1	0.00	101%
045	C29	CARNE	PLANTA2/C29		389	389	389	0	1	1	1	0.00	100%
046	C30	CARNE	PLANTA2/C30		470	470	470	0	1	1	1	0.00	100%
047	C31	CARNE	PLANTA2/C31		607	460	779	86	2	1	3	0.64	101%
048	C32	CARNE	PLANTA2/C32		599	599	599	0	1	1	1	0.00	99%
049	C33	CARNE	PLANTA2/C33		397	397	397	0	1	1	1	0.00	100%
050	C34	CARNE	PLANTA2/C34		487	218	866	182	2	1	3	0.63	101%
051	C35	CARNE	PLANTA2/C35		1003	860	1147	203	2	2	2	0.00	99%
052	C36	CARNE	PLANTA2/C36		749	657	840	129	1	1	1	0.00	101%
053	C37	CARNE	PLANTA2/C37		407	407	407	0	1	1	1	0.00	100%
054	C38	CARNE	PLANTA2/C38		601	601	601	0	1	1	1	0.00	101%
055	C39	CARNE	PLANTA2/C39		354	354	354	0	1	1	1	0.00	102%
056	C40	CARNE	PLANTA2/C40		566	190	868	154	2	1	2	0.50	101%
057	C41	CARNE	PLANTA2/C41		407	407	407	0	1	1	1	0.00	99%
058	C42	CARNE	PLANTA2/C42		567	423	710	203	1	1	1	0.00	99%
059	C43	CARNE	PLANTA2/C43		660	660	660	0	1	1	1	0.00	100%
060	C44	CARNE	PLANTA2/C44		379	379	379	0	1	1	1	0.00	100%
061	C45	CARNE	PLANTA2/C45		279	279	279	0	1	1	1	0.00	100%
062	C46	CARNE	PLANTA2/C46		862	590	1610	437	1	1	1	0.00	100%
063	C47	CARNE	PLANTA2/C47		628	388	889	169	1	1	2	0.50	100%
064	C48	CARNE	PLANTA2/C48		749	443	1156	209	1	1	2	0.47	97%
065	C49	CARNE	PLANTA2/C49		818	560	1000	161	1	1	2	0.35	89%
066	C50	CARNE	PLANTA2/C50		864	496	1267	193	1	1	1	0.00	93%
067	C51	CARNE	PLANTA2/C51		755	458	1089	226	1	1	1	0.00	82%
068	C52	CARNE	PLANTA2/C52		823	479	1327	299	1	1	1	0.00	69%
069	C53	CARNE	PLANTA2/C53		734	478	930	134	1	1	1	0.00	97%
070	C54	CARNE	PLANTA2/C54		729	486	1130	177	1	1	3	0.61	79%
071	C55	CARNE	PLANTA2/C55		703	397	1082	180	1	1	2	0.29	92%
072	C56	CARNE	PLANTA2/C56		737	479	1120	192	1	1	2	0.44	87%
073	C57	CARNE	PLANTA2/C57		840	532	2007	348	1	1	2	0.26	93%
074	C58	CARNE	PLANTA2/C58		766	355	1099	211	1	1	2	0.29	84%
075	C59	CARNE	PLANTA2/C59		620	454	919	182	1	1	3	0.70	91%
076	C60	CARNE	PLANTA2/C60		916	567	1951	349	1	1	3	0.58	90%
077	C61	CARNE	PLANTA2/C61		858	447	2230	426	1	1	1	0.00	89%
078	C62	CARNE	PLANTA2/C62		1158	477	2230	655	1	1	1	0.00	71%
079	C63	CARNE	PLANTA2/C63		943	483	1669	420	1	1	2	0.25	100%
080	C64	CARNE	PLANTA2/C64		881	213	1495	386	1	1	2	0.41	95%
081	C65	CARNE	PLANTA2/C65		702	436	1316	251	1	1	1	0.00	88%
082	C66	CARNE	PLANTA2/C66		713	312	1186	195	2	1	4	0.75	95%
083	C67	CARNE	PLANTA2/C67		689	449	911	120	2	1	3	0.73	100%
084	C68	CARNE	PLANTA2/C68		839	219	1487	390	1	1	2	0.28	70%
085	C69	CARNE	PLANTA2/C69		897	557	1620	302	1	1	2	0.33	87%
086	C70	CARNE	PLANTA2/C70		975	525	1842	362	1	1	1	0.00	29%
087	C71	CARNE	PLANTA2/C71		1013	525	1843	410	1	1	1	0.00	45%
088	C72	CARNE	PLANTA2/C72		1122	816	1843	420	1	1	1	0.00	24%
089	C73	CARNE	PLANTA2/C73		780	435	1487	274	1	1	1	0.00	69%
090	C74	CARNE	PLANTA2/C74		1200	367	2230	660	1	1	1	0.00	82%
091	C75	CARNE	PLANTA2/C75		944	581	1327	332	1	1	1	0.00	59%
092	C76	CARNE	PLANTA2/C76		761	304	1240	228	1	1	2	0.34	85%
093	C77	CARNE	PLANTA2/C77		1016	682	1655	255	1	1	2	0.36	101%
094	C78	CARNE	PLANTA2/C78		909	213	1319	246	1	1	2	0.31	94%
095	C79	CARNE	PLANTA2/C79		526	102	1046	188	2	1	5	1.00	99%
096	C81	CARNE	PLANTA2/C81		539	247	826	161	2	1	3	0.65	99%
097	C82	CARNE	PLANTA2/C82		522	170	911	210	2	1	3	0.62	97%
098	C83	CARNE	PLANTA2/C83		527	257	1107	234	1	1	2	0.24	91%
099	C84	CARNE	PLANTA2/C84		603	170	825	188	1	1	2	0.36	49%
100	C85	CARNE	PLANTA2/C85		667	255	2115	323	1	1	3	0.61	99%
101	C86	CARNE	PLANTA2/C86		728	528	1054	186	1	1	1	0.00	96%
102	C87	CARNE	PLANTA2/C87		349	156	680	177	1	1	3	0.46	96%
103	C88	CARNE	PLANTA2/C88		404	140	780	182	1	1	2	0.22	96%

Se presenta a continuación la tabla que muestra el porcentaje de utilización de la capacidad por cada vehículo, según la información obtenida de los registros históricos de las ocho semanas.

Tabla 14.

Tolvas con el porcentaje de uso de su capacidad vehicular.

RELACIÓN DE TOLVAS		
TOLVAS	GRUPO	% CAP. USO BASE
01	ABUELOS	88.28%
02	REPRODUCTORAS	90.08%
03	REPRODUCTORAS	90.08%
04	REPRODUCTORAS	90.08%
05	REPRODUCTORAS	90.08%
06	REPRODUCTORAS	90.08%
07	REPRODUCTORAS	90.08%
08	REPRODUCTORAS	90.08%
09	CARNE	90.44%
10	CARNE	90.44%
11	CARNE	90.44%
12	CARNE	90.44%
13	CARNE	90.44%
14	CARNE	90.44%
15	CARNE	90.44%
16	CARNE	90.44%
17	CARNE	90.44%
18	CARNE	90.44%
19	CARNE	90.44%
20	CARNE	90.44%
21	CARNE	90.44%
22	CARNE	90.44%
23	CARNE	90.44%
24	CARNE	90.44%
25	CARNE	90.44%
26	CARNE	90.44%
27	CARNE	90.44%
28	CARNE	90.44%
TOTAL FLOTA		90.27%

A continuación vamos a ir mostrando los flujos iniciales desarrollados en la herramienta.

Flujo inicial que determina la asignación de la carga.

Se ha condicionado la validación de la flota en tres grupos, ya que dicha flota considera grupos de carga.

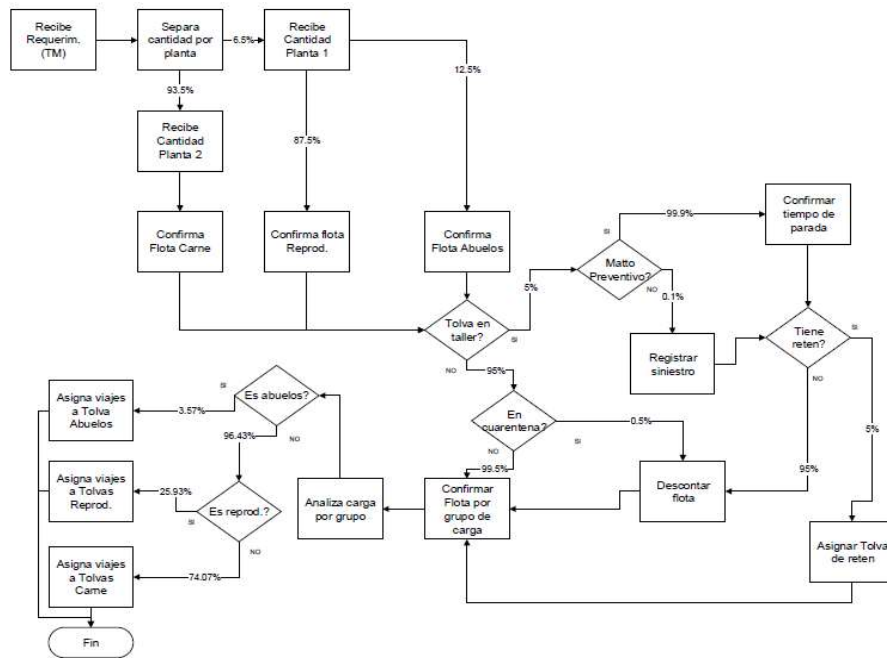


Figura 20. Diagrama de flujo condicionando asignación de carga según validación previa de la flota.

A continuación los flujos de asignación para la flota de abuelos (una tolva exclusiva).

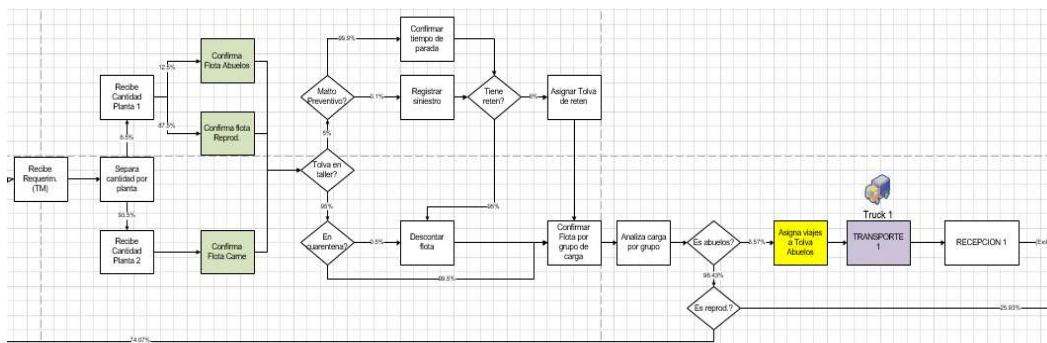


Figura 21. Flujo de asignación de carga para Flota de Abuelos

Ahora mostramos el flujo realizado para la flota de reproductoras (07 tolvas)

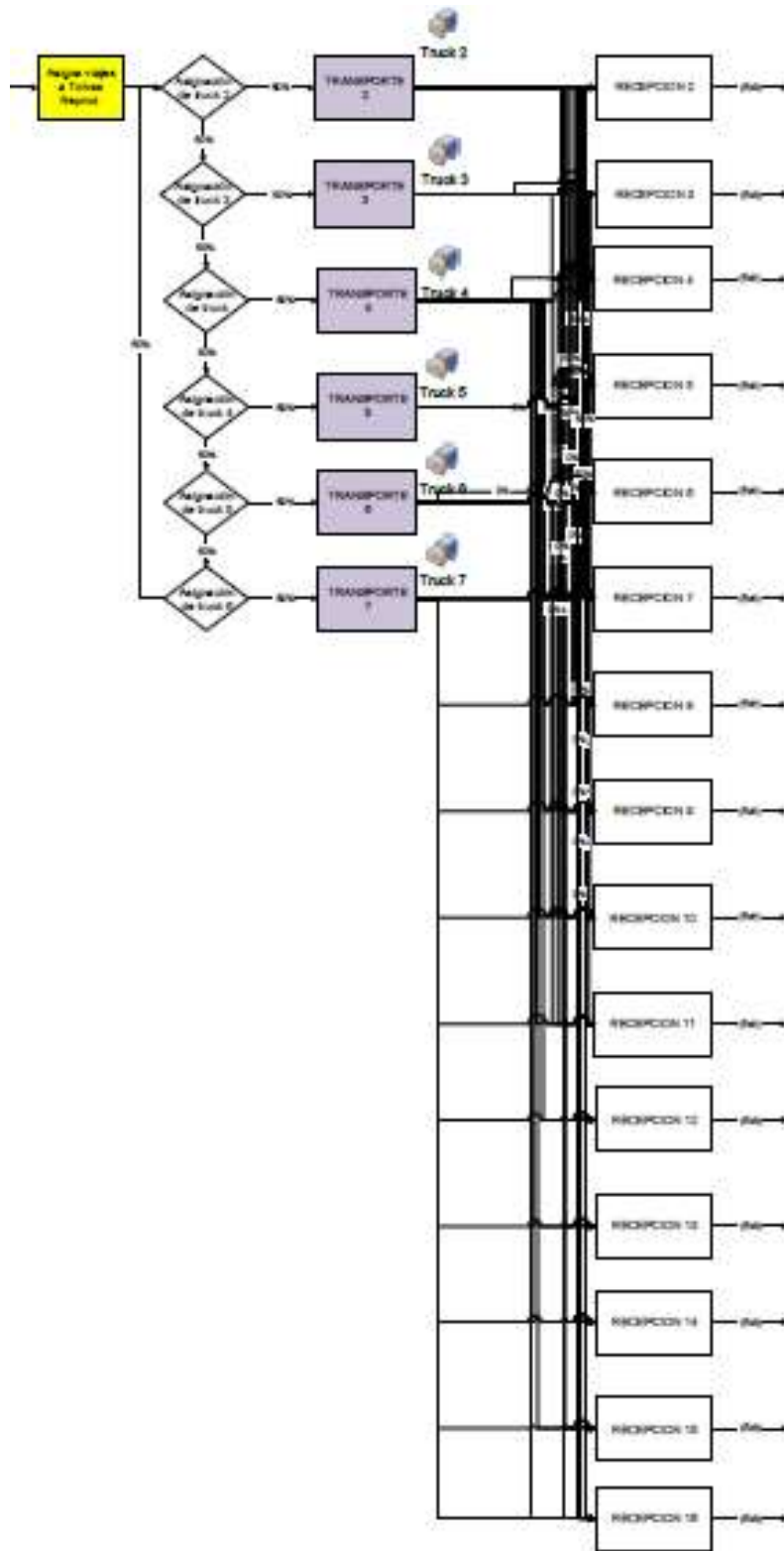


Figura 22. Flujo de Asignación de Carga para Flota de Reproductoras

A continuación se va a detallar el flujo desarrollado para la flota de carne (20 tolvas).

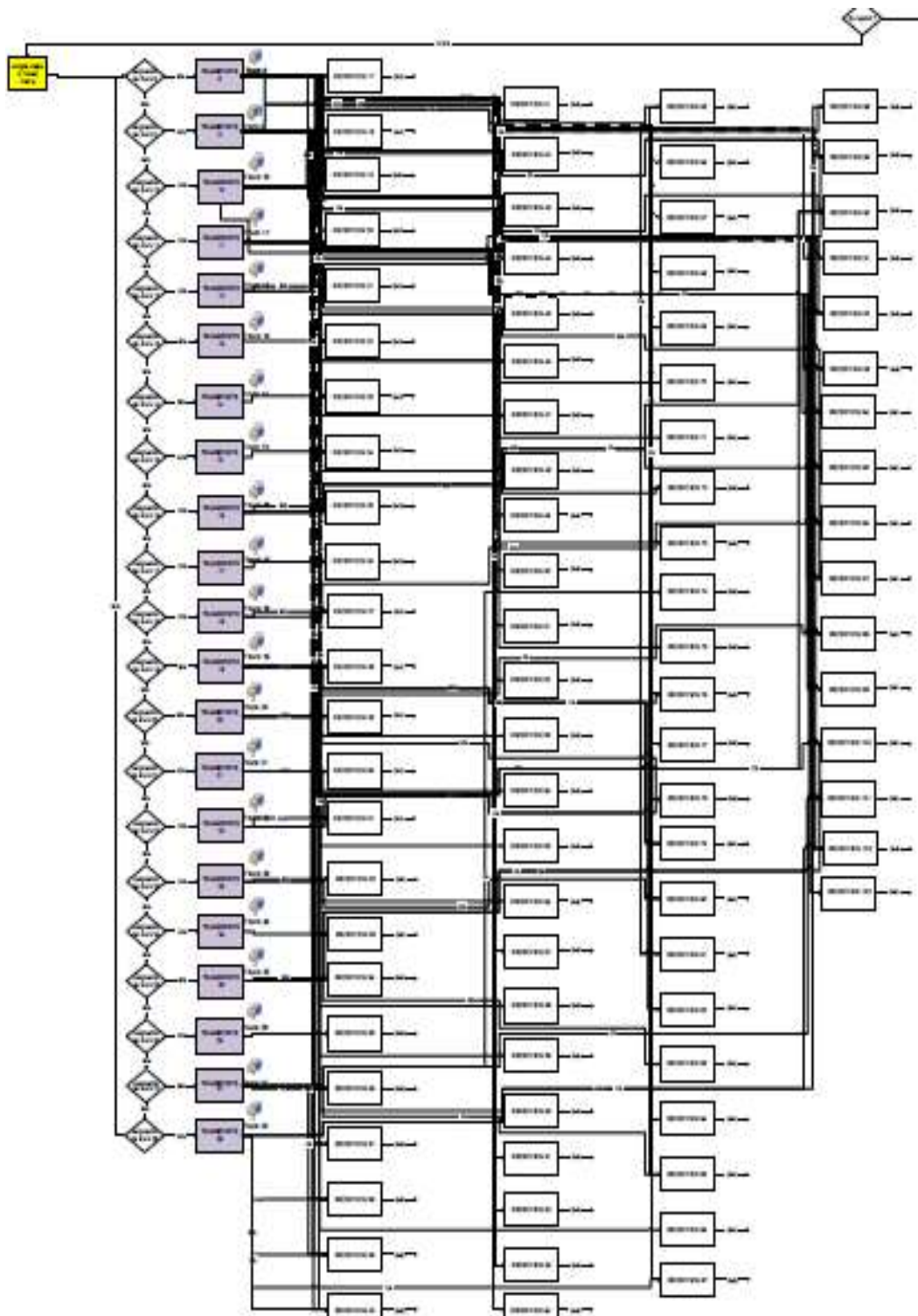


Figura 23. Flujo de Asignación de Carga para Flota de Carne

3.6 Método de análisis de datos

Los datos serán analizados de manera diaria y consolidándolos de manera semanal por cuatro semanas, para determinar las vueltas por vehículo por día y medir la eficiencia y productividad de cada una, los tiempos de viaje promedio, las paradas en servicio, las demoras en carga, descarga, trayectoria, las cuarentenas, etc. De modo que podamos concluir con información bastante importante que ayude a ejecutar el modelo de transporte de manera óptima y poder comparar los resultados con los datos iniciales previos a la simulación.

3.7 Aspectos éticos

Todo el proceso de investigación se realizará respetando los principios de ética y honestidad implantados en toda nuestra carrera profesional, además de los valores inculcados en nuestros hogares, primando por sobre todas las cosas la honestidad y la verdad.

Los valores de la empresa en estudio, además de su cultura organizacional, también servirán de soporte para acreditar un buen trabajo de estudio.

IV. RESULTADOS

4.1 Ejecución de la simulación

Se procedió a ejecutar la simulación con los datos iniciales cargados

En esta simulación el flujo realiza todo el proceso de recibir el requerimiento de carga para cada planta, verifica que la flota esté disponible o si existe algún vehículo siniestrado, en mantenimiento o en cuarentena y luego asigna el viaje a la tolva disponible para cargar ese momento, respetando el grupo de carga de reproductoras y el de carne respectivamente, ya que no pueden mezclarse. En cada vuelta del vehículo, el simulador entrega el tiempo de ciclo transcurrido para ese viaje y al final también el porcentaje de uso de ese vehículo o recurso.

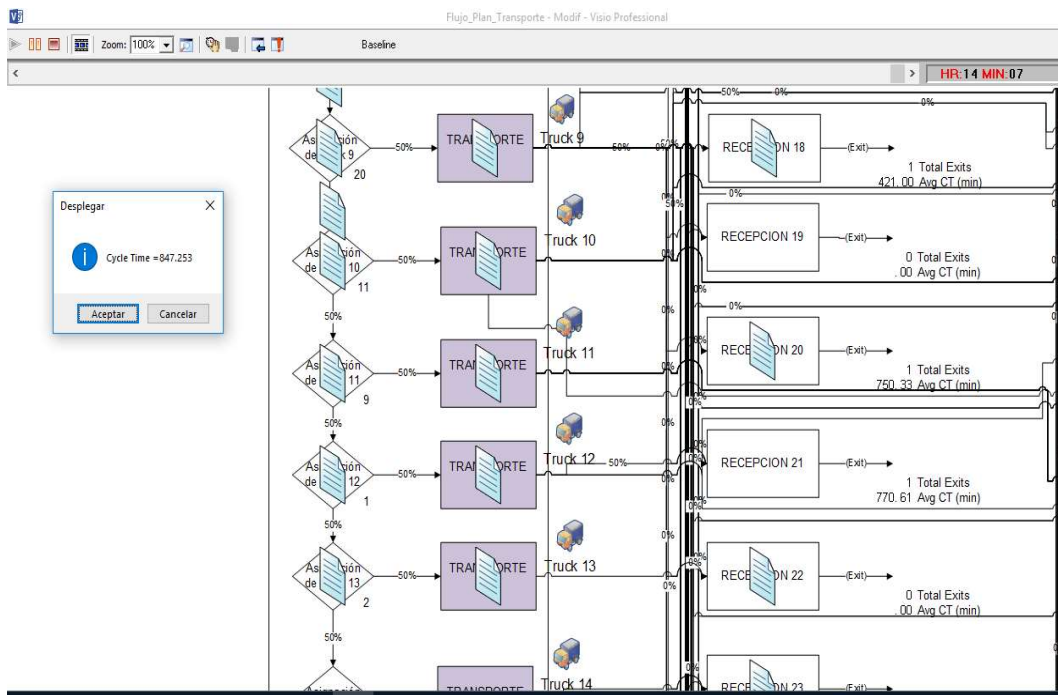


Figura 24. Pantalla de Simulación, con flujo de Órdenes de Carga y Vehículos Asignados.

Considera las probabilidades cargadas para la siniestralidad y cuarentena y lo realiza con una curva de exponencial según el porcentaje de siniestralidad identificado en la recolección de información, a fin de poder reflejar una variabilidad no controlada para este caso.

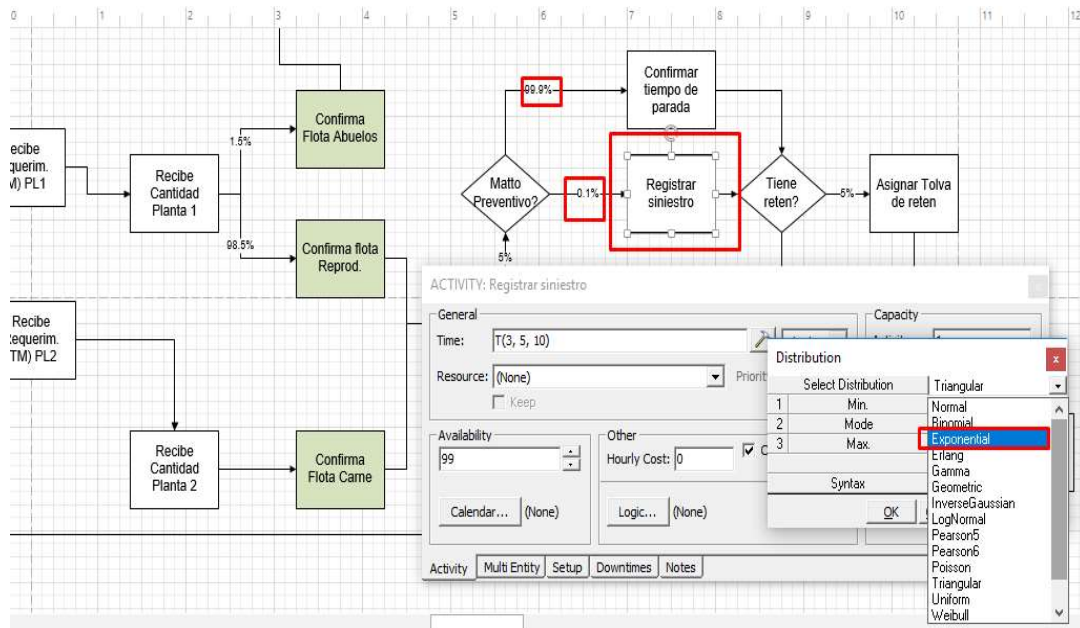


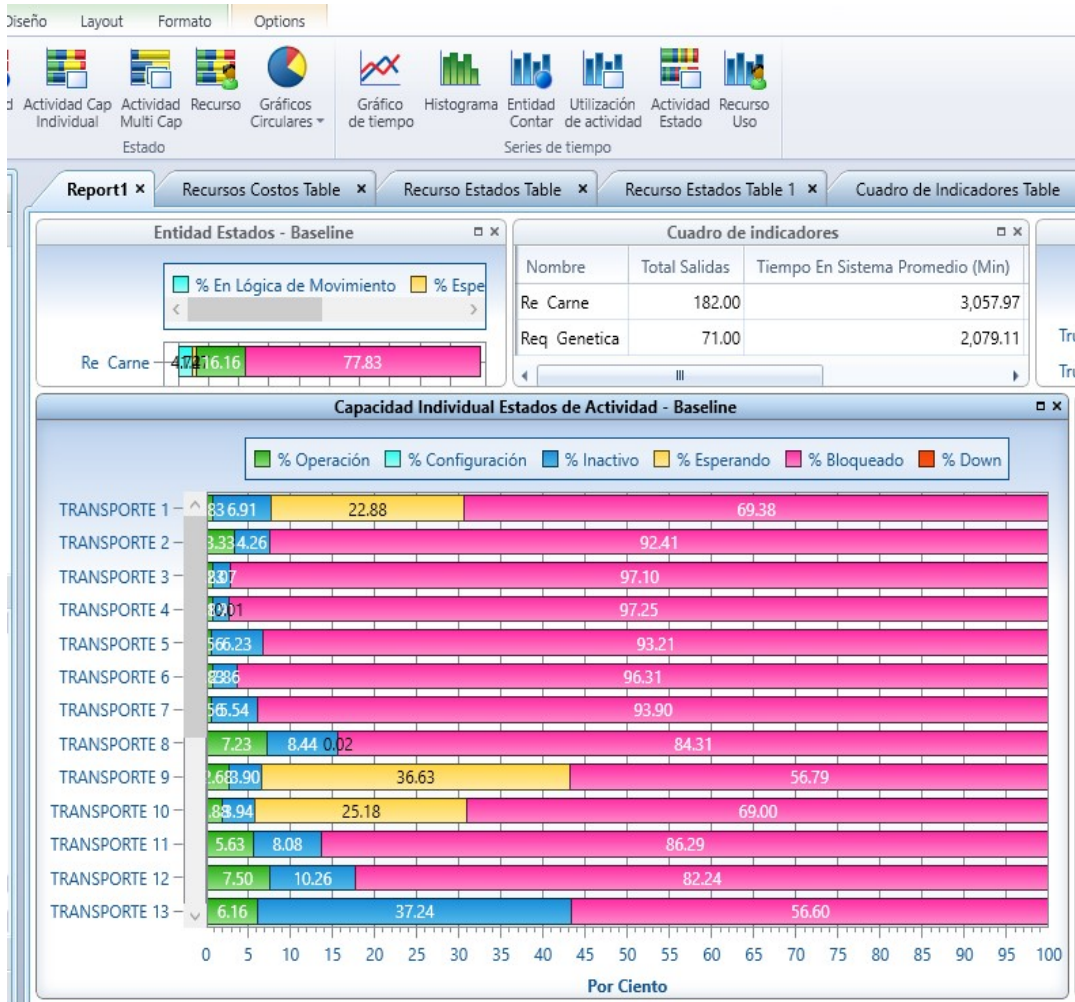
Figura 25. Asignación de Valor de Siniestralidad y Cuarentena para Simulación

A continuación se detallan los datos obtenidos de la simulación en el programa “Process Simulator Free 2016”.

4.2 Resultados de la comparación

Luego de realizada la simulación con todos los datos cargados al sistema, se obtuvieron los siguientes resultados.

La utilización de los vehículos de transporte es como sigue.



A continuación los datos obtenidos en la primera simulación, exportados de la plataforma.

Tabla 15.

Resultados por tolva, obtenidos de primera simulación en un periodo de una semana.

PRIMERA ITERACIÓN					
RECURSO	% Oper.	% Inac.	% Espera	% Bloqueado	% Uso
TRANSPORTE1	0.83	6.91	22.88	69.38	93.09
TRANSPORTE2	3.33	4.26	0.00	92.41	95.74
TRANSPORTE3	0.83	2.97	0.00	97.10	97.03
TRANSPORTE4	0.83	1.91	0.01	97.25	98.09
TRANSPORTE5	0.56	6.23	0.00	93.21	93.77
TRANSPORTE6	0.83	2.86	0.00	96.31	97.14
TRANSPORTE7	0.56	5.54	0.00	93.90	94.46
TRANSPORTE8	7.23	8.44	0.02	84.31	91.56
TRANSPORTE9	2.68	3.90	36.63	56.79	96.10
TRANSPORTE10	1.88	3.94	25.18	69.00	96.06
TRANSPORTE11	5.63	8.08	0.00	86.29	91.92
TRANSPORTE12	7.50	10.26	0.00	82.24	89.74
TRANSPORTE13	6.16	37.24	0.00	56.60	62.76
TRANSPORTE14	2.95	17.14	0.00	79.91	82.86
TRANSPORTE15	2.00	6.00	15.00	77.00	94.00
TRANSPORTE16	3.00	5.00	18.00	74.00	95.00
TRANSPORTE17	2.00	4.00	7.00	87.00	96.00
TRANSPORTE18	2.00	6.00	16.00	76.00	94.00
TRANSPORTE19	2.00	2.00	18.00	78.00	98.00
TRANSPORTE20	2.00	5.00	0.00	93.00	95.00
TRANSPORTE21	1.00	6.00	3.00	90.00	94.00
TRANSPORTE22	3.00	5.00	16.00	76.00	95.00
TRANSPORTE23	1.00	6.00	11.00	82.00	94.00
TRANSPORTE24	2.00	5.00	19.00	74.00	95.00
TRANSPORTE25	3.00	5.00	9.00	83.00	95.00
TRANSPORTE26	3.00	4.00	0.00	93.00	96.00
TRANSPORTE27	2.00	2.00	11.00	85.00	98.00
TRANSPORTE28	2.00	3.00	1.00	94.00	97.00
TOTALES	2.56	6.56	8.17	82.74	93.44

En la segunda simulación del sistema se ha obtenido lo siguiente.

Tabla 16.

Resultados por tolva, obtenidos de segunda simulación en un periodo de una semana.

SEGUNDA ITERACIÓN					
RECURSO	% Oper.	% Inac.	% Espera	% Bloqueado	% Uso
TRANSPORTE1	4.11	5.23	24.33	66.33	94.77
TRANSPORTE2	4.00	6.15	27.21	62.64	93.85
TRANSPORTE3	1.00	10.14	6.00	82.86	89.86
TRANSPORTE4	5.00	6.11	28.00	60.89	93.89
TRANSPORTE5	7.00	5.04	29.00	58.96	94.96
TRANSPORTE6	2.00	5.99	33.00	59.01	94.01
TRANSPORTE7	2.33	5.18	30.00	62.49	94.82
TRANSPORTE8	5.00	9.17	8.00	77.83	90.83
TRANSPORTE9	2.65	5.81	10.00	81.54	94.19
TRANSPORTE10	2.11	9.16	13.00	75.73	90.84
TRANSPORTE11	2.00	6.00	32.00	60.00	94.00
TRANSPORTE12	2.19	5.43	36.00	56.38	94.57
TRANSPORTE13	3.27	7.00	29.00	60.73	93.00
TRANSPORTE14	3.00	10.44	34.00	52.56	89.56
TRANSPORTE15	3.89	5.00	10.00	81.11	95.00
TRANSPORTE16	3.00	8.15	2.00	86.85	91.85
TRANSPORTE17	7.00	6.22	32.00	54.78	93.78
TRANSPORTE18	6.83	6.01	19.00	68.16	93.99
TRANSPORTE19	1.17	7.12	23.00	68.71	92.88
TRANSPORTE20	3.49	3.11	32.00	61.40	96.89
TRANSPORTE21	2.00	6.66	21.00	70.34	93.34
TRANSPORTE22	4.66	6.17	15.00	74.17	93.83
TRANSPORTE23	2.00	9.17	11.00	77.83	90.83
TRANSPORTE24	3.17	5.36	31.00	60.47	94.64
TRANSPORTE25	2.00	6.09	11.00	80.91	93.91
TRANSPORTE26	1.56	2.81	8.00	87.63	97.19
TRANSPORTE27	7.00	3.54	24.00	65.46	96.46
TRANSPORTE28	6.00	6.89	13.00	74.11	93.11
TOTALES	3.55	6.40	21.13	68.92	93.60

A continuación se muestran los costos hundidos generados por cada vehículo como resultado del costo fijo pagado por cada vehículo y lo que representa como resultado de la capacidad vehicular desperdiciada.

Tabla 17.

Vehículos con el porcentaje de su capacidad utilizada y los resultados de la simulación.

TOL VA	GRUPO	% CAP. USO BASE	CF Vehículo S/	Costo hundido x día S/.	% Uso 1° Iter.	% Uso 2° Iter.	% Prom	Costo hundido 1 x día S/	Costo hundido 2 x día S/
1	ABUELOS	88.28%	680.00	79.70	93.09	94.77	93.93	46.99	35.56
2	REPRODUCTORAS	90.08%	680.00	67.48	95.74	93.85	94.80	28.97	41.82
3	REPRODUCTORAS	90.08%	680.00	67.48	97.03	89.86	93.45	20.20	68.95
4	REPRODUCTORAS	90.08%	680.00	67.48	98.09	93.89	95.99	12.99	41.55
5	REPRODUCTORAS	90.08%	680.00	67.48	93.77	94.96	94.37	42.36	34.27
6	REPRODUCTORAS	90.08%	680.00	67.48	97.14	94.01	95.58	19.45	40.73
7	REPRODUCTORAS	90.08%	680.00	67.48	94.46	94.82	94.64	37.67	35.22
8	REPRODUCTORAS	90.08%	680.00	67.48	91.56	90.83	91.20	57.39	62.36
9	CARNE	90.44%	680.00	65.00	96.10	94.19	95.15	26.52	39.51
10	CARNE	90.44%	680.00	65.00	96.06	90.84	93.45	26.79	62.29
11	CARNE	90.44%	680.00	65.00	91.92	94.00	92.96	54.94	40.80
12	CARNE	90.44%	680.00	65.00	89.74	94.57	92.16	69.77	36.92
13	CARNE	90.44%	680.00	65.00	62.76	93.00	77.88	253.23	47.60
14	CARNE	90.44%	680.00	65.00	82.86	89.56	86.21	116.55	70.99
15	CARNE	90.44%	680.00	65.00	94.00	95.00	94.50	40.80	34.00
16	CARNE	90.44%	680.00	65.00	95.00	91.85	93.43	34.00	55.42
17	CARNE	90.44%	680.00	65.00	96.00	93.78	94.89	27.20	42.30
18	CARNE	90.44%	680.00	65.00	94.00	93.99	94.00	40.80	40.87
19	CARNE	90.44%	680.00	65.00	98.00	92.88	95.44	13.60	48.42
20	CARNE	90.44%	680.00	65.00	95.00	96.89	95.95	34.00	21.15
21	CARNE	90.44%	680.00	65.00	94.00	93.34	93.67	40.80	45.29
22	CARNE	90.44%	680.00	65.00	95.00	93.83	94.42	34.00	41.96
23	CARNE	90.44%	680.00	65.00	94.00	90.83	92.42	40.80	62.36
24	CARNE	90.44%	680.00	65.00	95.00	94.64	94.82	34.00	36.45
25	CARNE	90.44%	680.00	65.00	95.00	93.91	94.46	34.00	41.41
26	CARNE	90.44%	680.00	65.00	96.00	97.19	96.60	27.20	19.11
27	CARNE	90.44%	680.00	65.00	98.00	96.46	97.23	13.60	24.07
28	CARNE	90.44%	680.00	65.00	97.00	93.11	95.06	20.40	46.85
TOTAL FLOTA		90.27%		1,852.06	93.44	93.60	93.52	1,249.02	1,218.23

Se va a correlacionar el promedio del porcentaje de uso de la capacidad vehicular recogido de la toma de datos de los servicios por las ocho semanas y los costos hundidos obtenidos por las simulaciones en el programa "Process Simulator", a fin de determinar si existe relación entre la Simulación y la reducción de los costos de transporte generados.

4.2.1 Determinación de la correlación

A continuación se procede a correlacionar los datos obtenidos en la simulación, con los datos iniciales recogidos de las ocho semanas de registros de los servicios de transporte.

Para esto, se utiliza como herramienta estadística el programa SPSS Statistics versión 25, al cual se cargan los datos que se van a analizar.

Para este caso, al tratarse de un estudio de diseño Descriptivo Correlacional, se sugiere utilizar el estadígrafo de R de Pearson o el estadígrafo Rho de Spearman, a fin de determinar la correlación. Sin embargo la condicionante para la utilización de uno u otro, es que principalmente los datos deben ser paramétricos para el uso del estadígrafo R de Pearson y si los datos no son paramétricos, se estaría utilizando el estadígrafo Rho de Spearman. Por esta razón debemos validar primero que los datos sean paramétricos.

Para determinar que los datos sean paramétricos, debemos primero realizar la prueba de normalidad. Considerando que la muestra (28) es menor a 50, utilizaremos la prueba de Shapiro-Wilk y para esto, ingresaremos los datos al SPSS.

	ITEM	TIPO_MUESTRA	DATO	var
1	1	BASE	88.28	
2	2	BASE	90.08	
3	3	BASE	90.08	
4	4	BASE	90.08	
5	5	BASE	90.08	
6	6	BASE	90.08	
7	7	BASE	90.08	
8	8	BASE	90.08	
9	9	BASE	90.44	
10	10	BASE	90.44	
11	11	BASE	90.44	
12	12	BASE	90.44	
13	13	BASE	90.44	
14	14	BASE	90.44	
15	15	BASE	90.44	
16	16	BASE	90.44	
17	17	BASE	90.44	
18	18	BASE	90.44	
19	19	BASE	90.44	
20	20	BASE	90.44	
21	21	BASE	90.44	
22	22	BASE	90.44	

Figura 26.

Datos para Prueba de Normalidad en SPSS.

El resultado de la prueba de normalidad nos muestra lo siguiente.

Pruebas de normalidad

TIPO_MUESTRA	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DATO 1RA_ITE	,305	28	,000	,535	28	,000
2DA_ITE	,180	28	,021	,938	28	,097
BASE	,369	28	,000	,418	28	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Como los datos solo corresponden a grupos de 28, entonces tomamos Shpiro-Wilk como estadístico para evaluar la normalidad de los datos.

Gráfico Q-Q normal de DATO
para TIPO_MUESTRA= 1RA_ITE

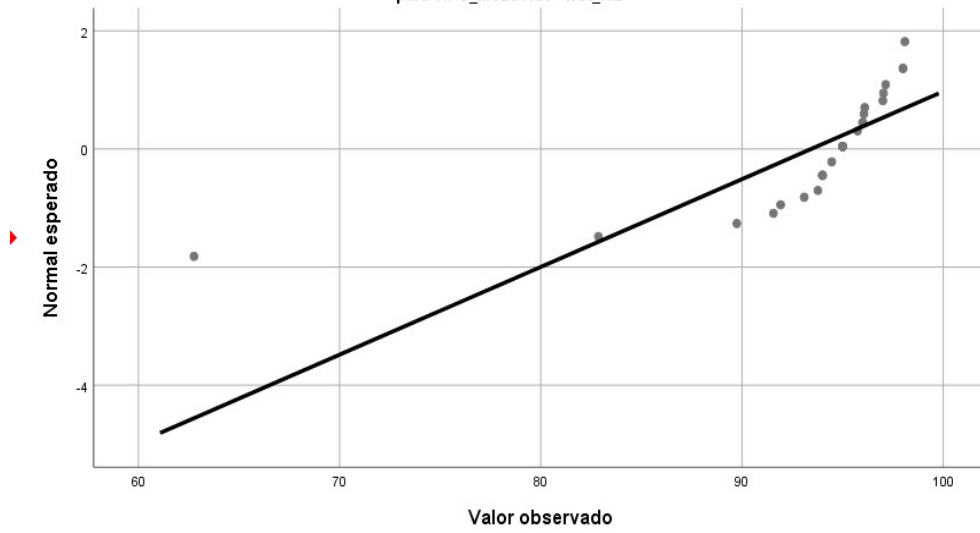
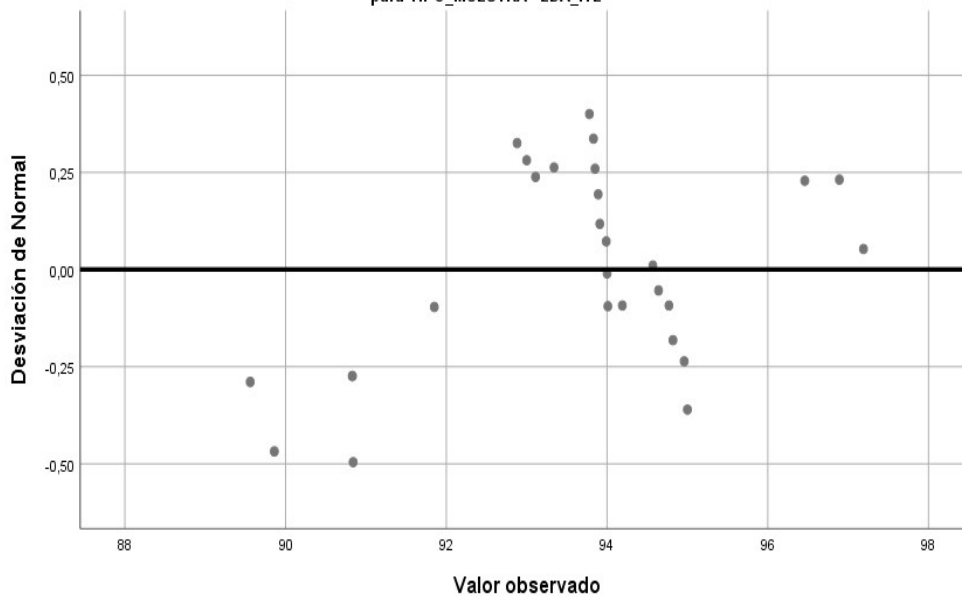


Gráfico Q-Q normal de DATO
para TIPO_MUESTRA= 2DA_ITE



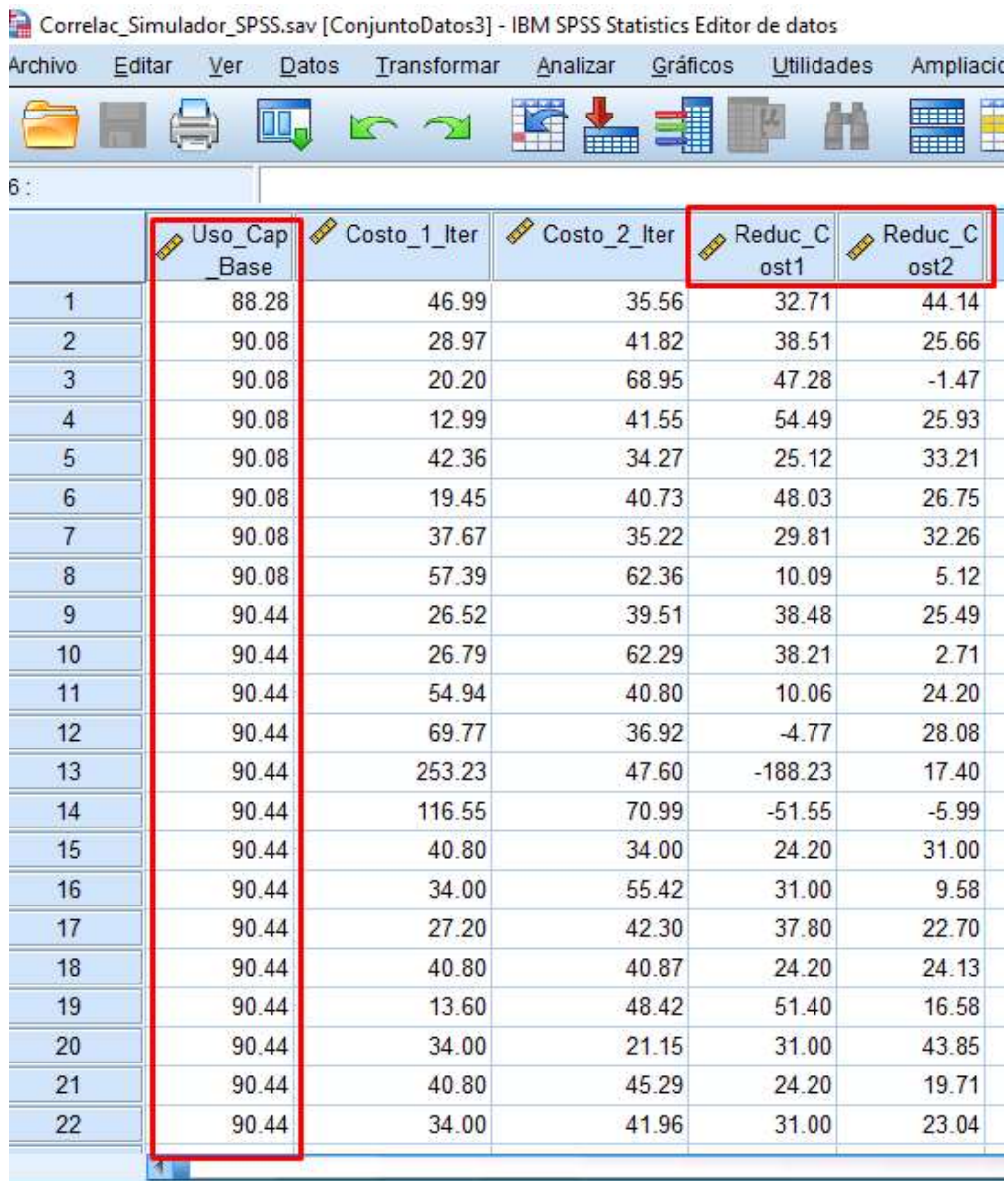
Gráfico Q-Q normal sin tendencia de DATO
para TIPO_MUESTRA= 2DA_ITE



4.2.2 Aplicación de R de Pearson

Como el resultado de la prueba señala un Sig. < 0.05, en el segundo grupo de datos, se considera que la 2da Iteración contiene datos con distribución normal, por lo tanto aplicaremos el estadístico de R de Pearson, para medir la correlación.

Para esto, se cargan los datos a correlacionar en el SPSS.



Correlac_Simulador_SPSS.sav [ConjuntoDatos3] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliación

	Uso_Cap_Base	Costo_1_Iter	Costo_2_Iter	Reduc_Cost1	Reduc_Cost2
1	88.28	46.99	35.56	32.71	44.14
2	90.08	28.97	41.82	38.51	25.66
3	90.08	20.20	68.95	47.28	-1.47
4	90.08	12.99	41.55	54.49	25.93
5	90.08	42.36	34.27	25.12	33.21
6	90.08	19.45	40.73	48.03	26.75
7	90.08	37.67	35.22	29.81	32.26
8	90.08	57.39	62.36	10.09	5.12
9	90.44	26.52	39.51	38.48	25.49
10	90.44	26.79	62.29	38.21	2.71
11	90.44	54.94	40.80	10.06	24.20
12	90.44	69.77	36.92	-4.77	28.08
13	90.44	253.23	47.60	-188.23	17.40
14	90.44	116.55	70.99	-51.55	-5.99
15	90.44	40.80	34.00	24.20	31.00
16	90.44	34.00	55.42	31.00	9.58
17	90.44	27.20	42.30	37.80	22.70
18	90.44	40.80	40.87	24.20	24.13
19	90.44	13.60	48.42	51.40	16.58
20	90.44	34.00	21.15	31.00	43.85
21	90.44	40.80	45.29	24.20	19.71
22	90.44	34.00	41.96	31.00	23.04

Figura 27. Datos para Prueba de Correlación R de Pearson en SPSS.

Luego de ello procedemos con el análisis de los datos mediante el estadígrafo para correlaciones con distribuciones normales o paramétricas. R de Pearson.

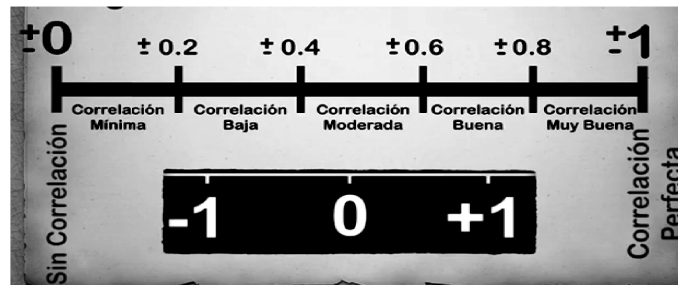
Estadísticos descriptivos

	Media	Desv. Desviación	N
Uso_Cap_Base	90.2729	.42122	28
Reduc_Cost1	21.5371	45.99880	28
Reduc_Cost2	22.6368	13.53346	28

Correlaciones

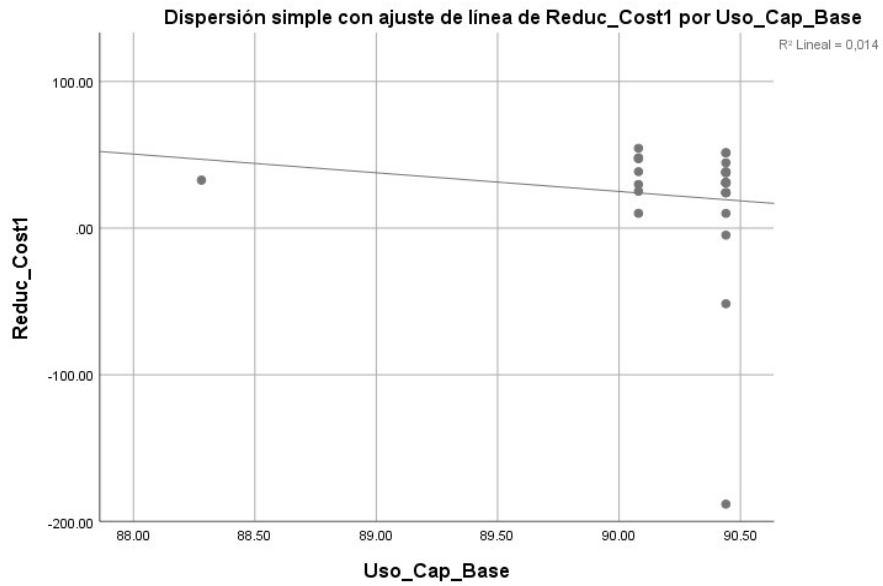
		Uso_Cap_Base	Reduc_Cost1	Reduc_Cost2
Uso_Cap_Base	Correlación de Pearson	1	-,117	-,276
	Sig. (bilateral)		,554	,155
	N	28	28	28
Reduc_Cost1	Correlación de Pearson	-,117	1	,220
	Sig. (bilateral)	,554		,260
	N	28	28	28
Reduc_Cost2	Correlación de Pearson	-,276	,220	1
	Sig. (bilateral)	,155	,260	
	N	28	28	28

Considerando la siguiente escala del valor R de Pearson, para determinar el grado de correlación que existe entre los datos, se define lo siguiente.

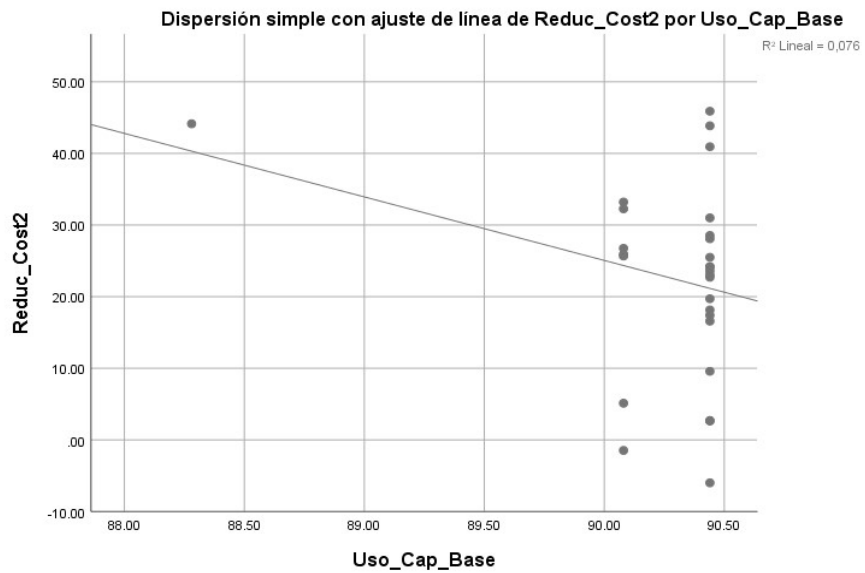


Como el **Coefficiente de Correlación de Pearson** es de **-0.276**, entonces podemos concluir que la correlación entre ambos es mínima, por lo que se acepta la Hipótesis Nula que indica que la Simulación de un modelo matemático de transporte no tiene relación con la reducción de costos en una empresa del sector avícola.

GGraph



→ GGraph



4.2.3 Aplicación de Rho de Spearman

El uso de este estadístico se descarta, ya que la distribución de los datos es paramétrica con distribución normal y por ello se utiliza el R de Pearson.

V. DISCUSIÓN

Se realizó la simulación de la situación actual del transporte de alimento balanceado desde las plantas de alimento hacia las granjas, considerando para ello todas las restricciones y condicionantes que el proceso requiere, a fin de poder modelar un flujo lo más cercano a la realidad. Para esto, se elaboró primero un diagrama de flujo de datos de todo el proceso de planificación y ejecución del transporte de alimentos, además de las condicionantes, probabilidades, tiempos y otros que el modelo exige para poder tomar todo lo realmente relevante para un modelamiento bastante fino.

Para esto, se han tratado a las 28 tolvas como recursos en el sistema que tienen tiempos de uso en cada punto y que finalmente están o no disponibles de acuerdo a los horarios de trabajo establecidos, a los tiempos de viaje, a los siniestros, cuarentenas, etc. de modo que se simule la situación netamente actual.

La simulación de los dos escenarios con primera y segunda iteración, ha permitido determinar que se identifiquen las capacidades ociosas o tiempos muertos donde dichos recursos están sin utilizar, costándole a la empresa el valor fijo que desembolsa por la disponibilidad diaria de dicho recurso.

Se ha venido revisando para ver de qué manera se puede una simulación ayudar a bajar los costos del transporte de alimento balanceado y considerando que este tipo de estudio es solo Descriptivo Correlacional y por ende todo el sustento de los resultados, queremos sugerir que la utilización de este método de simulación si bien no tiene una correlación directa con la disminución de los costos de transporte, si permite evaluar escenarios para la toma de decisiones más acertadas y principalmente generar supuestos en los que se ajusten recursos que den como resultado más eficiencia de los mismos y disminución de horas muertas, concluyendo con eso en una reducción posterior de los costos de transporte, dependiente claro está de las decisiones finales que las gerencias tomen en base a estos análisis.

VI. CONCLUSIONES

Luego de haber realizado todas las pruebas de normalidad y de correlación, se concluye que para este trabajo de investigación, la validación de correlación se realiza con R de Pearson, ya que la Muestra es menor a 50. Para el caso del estudio, son solo 28 tolvas.

A continuación se procede a revisar cada una de las hipótesis y según el resultado de la prueba, se procederá a aceptar o rechazar las hipótesis conforme el sustento estadístico.

Hipótesis general planteada

H_g: La simulación de un modelo de transporte tiene relación con la reducción de costos en una empresa del sector avícola, lima 2019.

H₀: La simulación de un modelo de transporte no tiene relación con reducir los costos en una empresa del sector avícola, lima 2019.

Como el **Coefficiente de Correlación de Pearson** es de **-0.276** y se encuentra con tendencia a “Cero”, se considera que **“LA CORRELACIÓN ES MÍNIMA”** Por tal motivo **Se acepta la Hipótesis Nula** y se rechaza la Hipótesis General.

Concluyendo entonces que:

“La simulación de un modelo de transporte no tiene relación con reducir los costos en una empresa del sector avícola, Lima 2019”.

Hipótesis específicas planteadas

Se acepta la Hipótesis Específica nula que se describe a continuación.

H_{E10}: La simulación de un modelo de transporte no tiene relación con la reducción del costo vehicular en una empresa del sector avícola, Lima 2019.

Se acepta la Hipótesis Específica nula que a continuación se detalla.

H_{E20}: La simulación de un modelo de transporte no tiene relación con la reducción del costo de operación en una empresa del sector avícola, Lima 2019.

VII. RECOMENDACIONES

- 7.1. Luego de haber realizado la simulación y con los datos correlacionados, se indica que los tiempos que se han obtenido son óptimos, por lo que se recomienda tomarlos como punto de referencia para en base a ello poder medir el tiempo de desempeño real de cada una de las tolvas y según eso ir ajustando los tiempos para llegar a esos objetivos.
- 7.2. La simulación de diferentes procesos que se realizan a nivel empresarial, puede permitir evidenciar cuellos de botella o recursos inutilizados, de modo tal que los responsables puedan tomar decisiones que finalmente pueden simularlo para ver el impacto con estas correcciones y ajustes, de tal modo que las decisiones sean las más acertadas posibles.
- 7.3. La información que se tomó de base para realizar la simulación debe ser periódicamente sincerada, a fin de poder contar con los parámetros más reales según la coyuntura estacional.
- 7.4. La ventaja de utilizar un simulador de licencia gratuita, es que finalmente sin costos adicionales se pueden modelar procesos que luego son simulados para medir la eficiencia, costo y productividad también de cada uno de los recursos asignados. Del mismo modo también se pueden simular diferentes metodologías de mejora continua, y productividad como el Lean, Kanban, etc.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

TOLVA GRANELERA O BOMBONA

Vehículo semirremolque con forma de cisterna, con ocho divisiones y diseñado para transportar alimento balanceado de diferentes tipo en cada uno de sus compartimentos. Este vehículo puede ser encrochado o enganchado a cualquier tracto o remolcador que cuente con un sistema de toma fuerza PTO para activar el sistema hidráulico de bombeo.

TRANSPORTE TERCERO

Corresponde a una empresa dedicada a brindar servicio de transporte de carga, la cual cumple con cada una de las exigencias del cliente para la entrega de la carga en el destino. Para el caso del transporte de alimento balanceado, se refiere a transportistas que brindan servicio o cobran por tonelada transportada, los cuales utilizan las tolvas o bombonas para cumplir con sus transportes, usufructuando las tolvas o bombonas de propiedad de la empresa y por ello asumen los gastos que demanden la conservación de estas tolvas.

TOMA DE FUERZA O PTO

El sistema de toma de fuerza o también llamado potencia de despegue (PTO), viene a ser el conjunto de métodos o formas utilizadas para poder tomar energía de una fuente de energía como es el caso del motor y poder transmitirlo o transferirlo hacia otra aplicación. En este caso particular transferirlo al sistema hidráulico de descarga de alimento.

PROCESS SIMULATOR FREE 2016

Es una aplicación de libre descarga desde internet y debe ser montada sobre la aplicación de VISIO. Esta aplicación permite poder modelar los procesos actuales en forma de diagramas de flujo y luego poder realizar simulaciones en base a las diferentes variables y parámetros que se le ingresan, comparando tiempos muertos en la operación, utilización de los recursos asignados, costos incurridos, representación de aleatoriedad y probabilidad de ocurrencia de diferentes eventos.

PLANTA DE ALIMENTO BALANCEADO

Se trata de un ambiente o instalación que cuenta con toda una infraestructura y equipamiento para producir alimento balanceado para aves. Para esto, debe contar con silos de almacenamiento de materia prima o granos y de producto terminado o alimento balanceado.

SILOS

Vienen a ser estructuras cilíndricas con forma de cono o embudo en el extremo inferior, el cual permite almacenar granos o alimento balanceado en cantidades diversas, según las dimensiones de cada estructura y que progresivamente se descara justamente por la parte en forma de cono o embudo de manera mucho más ágil y sencilla.

CUARENTENA

Se refiere a los periodos de aislamiento al que se someten a las diferentes personas o equipos en un area o espacio definido y acondicionado para ello, con la única finalidad de garantizar el cumplimiento de los protocolos de seguridad y cuidado, a fin de no generar riesgos de contagios o epidemias que puedan poner en riesgo a seres vivos.

BIOSEGURIDAD

Es el nivel de cuidado o de barreras que se definen para cada uno de las zonas o lugares y según algunos parámetros adicionales de riesgo, de modo que su cumplimiento garantice la inocuidad o seguridad de los diferentes seres vivos, previniéndolos ante cualquier riesgo de contaminación o contagio de algunas enfermedades.

REFERENCIAS

- Arvis, J. 2011. "Transit Regimes". En: G. McLinden y otros. Border Management Modernization. Washington, D.C., Banco Mundial.
- Azizoglu, M. y S. Webster. Scheduling a batch processing machine with incompatible job families. Computers & Industrial Engineering, 29, p. 325 (2001).
- Baita, F., W. Ukovich, R. Pesento, R y D. Favaretto, Dynamic routing and inventory problems: a review. Transportation Research. Part a. 32 (8), 585-598 (1998).
- Ballou, Ronald. Lógica, Administración de la Cadena de Suministro. México D.F.: PEARSON Educación, 2004. ISBN: 9702605407.
- Baker K.R y G.D Scudder. «Sequencing with earliness and tardiness penalties: a review». OP, 38 (1), p. 22 (1990).
- Barbero, J. A. y Guerrero, P. El transporte automotor de carga en América Latina: Soporte logístico de la producción y el comercio. p. cm., Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Nota Técnica IDB-MG-482. (2017).
- Barbero, J. A., y Uechi L. Evaluación de la disponibilidad y la calidad de los datos sobre transporte en América Latina. Washington, D.C., Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Nota Técnica IDB-TN-315. (2013).
- Barragán Pineda, E. y Romero Cuervo, L. J. Estudio y Desarrollo de un Modelo Matemático para el problema de Inventario y Ruteo (IRP). Tesis (Ingeniero Industrial). Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2015. Disponible en: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2015/159188.pdf>
- Beasley, J. Omega. EE.UU.: Elsevier Ltd., 1983. págs. 403-408. Vol. 11. 03050483.

- Belfiore, P. y Yoshizaki, H. Computers & Industrial Engineering. EE.UU.: Elsevier Ltd., 2012. págs. 589-601. Vol. 64. 03608352.
- Bernal, César. Metodología de la Investigación. Bogotá: Pearson Ed., 2010. ISBN:9789586991285.
- Bertholini Santos, Cynthia., Marcelo Vinaud Prado, y André Dulce Gonçalves Maia. 2010. "As liberdades comerciais e o transporte rodoviário internacional de cargas no Mercosul". Revista ANTT. Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT). Vol. 2, Nº 2.
- Boylaud, O., y G. Nicoletti. 2001. Regulatory Reform in Road Freight. OECD Economic Studies Nº 32, 2001/I. Burks, S. V., et al. 2010. Trucking 101: An Industry Primer. Washington, D.C., Transportation Research Board (TRB). CAF, Banco de desarrollo de América Latina. 2013a.
- Carbonel Namay, T. J. Modelo matemático de planificación de rutas para minimizar los costos del reparto de la empresa San Isidro Labrador S.R.L. en el año 2015. Tesis (Ingeniero Industrial). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2015.
Disponibile en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/126>
- Carro, Roberto. (2019). Investigación de Operaciones en Administración. Mar del Plata. Argentina, 2009.
- Castellanos, Andrés. Manual de gestión logística y del transporte y distribución de mercancías. [ed.] Universidad del Norte. Ediciones Uninorte. Barranquilla : s.n., 2009. pág. 260. ISBN:9789587410013.
- Clean Air Initiative for Asian Cities. 2011. "Green Trucks Toolkit". CONICYT (Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica de Chile). 2010.

- Chavez, Rodolfo y Torres, Jorge. Supply Chain Management. Segunda ed.
Santiago de Chile : RIL editores, 2012. pág. 32. ISBN:978-956-284-909-8.
- Davaendra, Donald. Traveling Salesman Problem: an Overview of Applications, Formulations, and Solution Approaches. EE.UU.: INTECH, 2010. ISBN:9789533074269.
- Dressler, Norbert, y Jochen Gleisberg. 2009. Truck Industry 2020: The future is Global. Berlín, Roland Berger Strategy Consultants.
- Eppen, G. D. - Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa
Prentice-Hall, México, 2000 ISBN: 970-17-0270-0
- Espinoza Gutiérrez, E. R. Optimización de Rutas Terrestres para la mejora de la Productividad en la empresa Transporte Ejecutivo del Perú S.A.C., Lima, 2016. Tesis (Ingeniero Empresarial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2016. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/962>
- Ferrer, A.C. y M. A. de los Santos. Un modelo de transporte de distribución.
Actas del XIV
- Francesc, Anton. Logística del transporte. Madrid: Ediciones UPC, 2005. ISBN:9788483017739.
- Guasch, J. L. 2011. La logística como motor de la competitividad en América Latina y el Caribe. Washington D.C., Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Documento de Debate N° 193.
- Hal, Z., R. Batta y R. Szczerba, Supply-Chain optimization – Players, tools and issues. OR Insight. 14, (2), 20-30 (2001).
- Hernández,R.,Fernández,C.&Baptista,P.(2010). Metodología de la Investigación. (5ta ed.). México: McGraw–Hill.

López Guevara, C. A. Implementación de la gestión del transporte para la mejora de la productividad en el despacho de congelados en la empresa comercial “SP”, Chorrillos. Tesis (Ingeniero Empresarial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017.
Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/12224>

Macías Castañeda, M. A. Modelo matemático del sistema de distribución en dos escalones” – Puebla, del 2015. Tesis (Licenciado en Matemáticas Aplicada). México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 2015.
Disponible en:
<https://www.fcfm.buap.mx/assets/docs/docencia/tesis/ma/MiguelAngelMaciasCastaneda.pdf>

Maguiña Agurto, L. L. Implantación de VRP-Solver aplicando la heurística de Clarke Wright para el ruteo del transporte terrestre en el área de distribución caso de estudio: industrias alimentarias. Tesis (Ingeniero de Sistemas). Lima: Universidad Mayor de San Marcos, 2016.
Disponible en: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/5954>

Orkun Nazım, Kadioğlu. Applied mathematics and operations research a case: Starbucks coffee shop simulation. Faculty Of Engineering And Natural Sciences Department Of Mathematics Istanbul, 2017.
Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/324748461>

Osorio Cuellar, P. B. Programación lineal para la distribución de viajes en una empresa de transportes. Tesina (Licenciada en Investigación Operativa). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2016.
Disponible en:
http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/6400/Osorio_cp.pdf

Rios Vargas, C. Formulación matemática para la asignación de tráfico del sistema de transporte urbano del distrito de Morales. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2014.

Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/12550>

Zurita Barrón A, Ruiz Vanoye J. A., Diaz Parra O., Fuentes Penna A., Bernabé Loranca M. B. Un modelo matemático para la optimización de recursos de los proyectos científicos”. Artículo Científico. México: IBM de México, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 2015.

Disponible en:

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-55462016000400749

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Fuente: *Elaboración propia*

SIMULACIÓN DE UN MODELO DE TRANSPORTE Y SU RELACIÓN CON LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS EN UNA EMPRESA DEL SECTOR AVÍCOLA, LIMA 2019.							
Preguntas de investigación	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Escala de los indicadores	Metodología
General	General	Principal					
¿La simulación de un modelo de transporte tiene relación con la reducción de los costos en una empresa del sector avícola, Lima 2019?	Determinar si la simulación de un modelo de transporte tiene relación con la reducción de los costos en una empresa del sector avícola, Lima 2019	(HG): La simulación de un modelo de transporte tiene relación con la reducción de los costos en una empresa del sector avícola, Lima 2019	V.I. Simulación de un modelo de Transporte	Estudio del ambiente de la situación	Función objetivo y restricciones a considerar	Razón	Tipo de Estudio: Aplicada Nivel de Investigación: Descriptivo - Correlacional Diseño: No experimental Correlacional - Causal Enfoque: Cuantitativo Alcance: Transversal o Transeccional
				Formulación de una representación			
				Construcción de un modelo simbólico			
Específicas	Específicos	Secundarias					
¿La simulación de un modelo de transporte tiene relación con la reducción del costo vehicular en una empresa del sector avícola, Lima 2019?	Determinar si la simulación de un modelo de transporte tiene relación con la reducción del costo vehicular en una empresa del sector avícola, Lima 2019	(H1): La simulación de un modelo de transporte no tiene relación con la reducción del costo vehicular en una empresa del sector avícola, Lima 2019	V.D. Costos de Transporte	Costos de la propiedad de los vehículos de transporte	% Uso de la Capacidad Instalada de Transporte	Razón	
¿La simulación de un modelo de transporte tiene relación con la reducción del costo de operación en una empresa del sector avícola, Lima 2019?	Determinar si la simulación de un modelo de transporte tiene relación con la reducción del costo de operación en una empresa del sector avícola, Lima 2019	(H2): La simulación de un modelo de transporte tiene relación con la reducción del costo de operación en una empresa del sector avícola, Lima 2019		Costos de operación de los vehículos de transporte	Costo por tonelada Transportada	Razón	

Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables

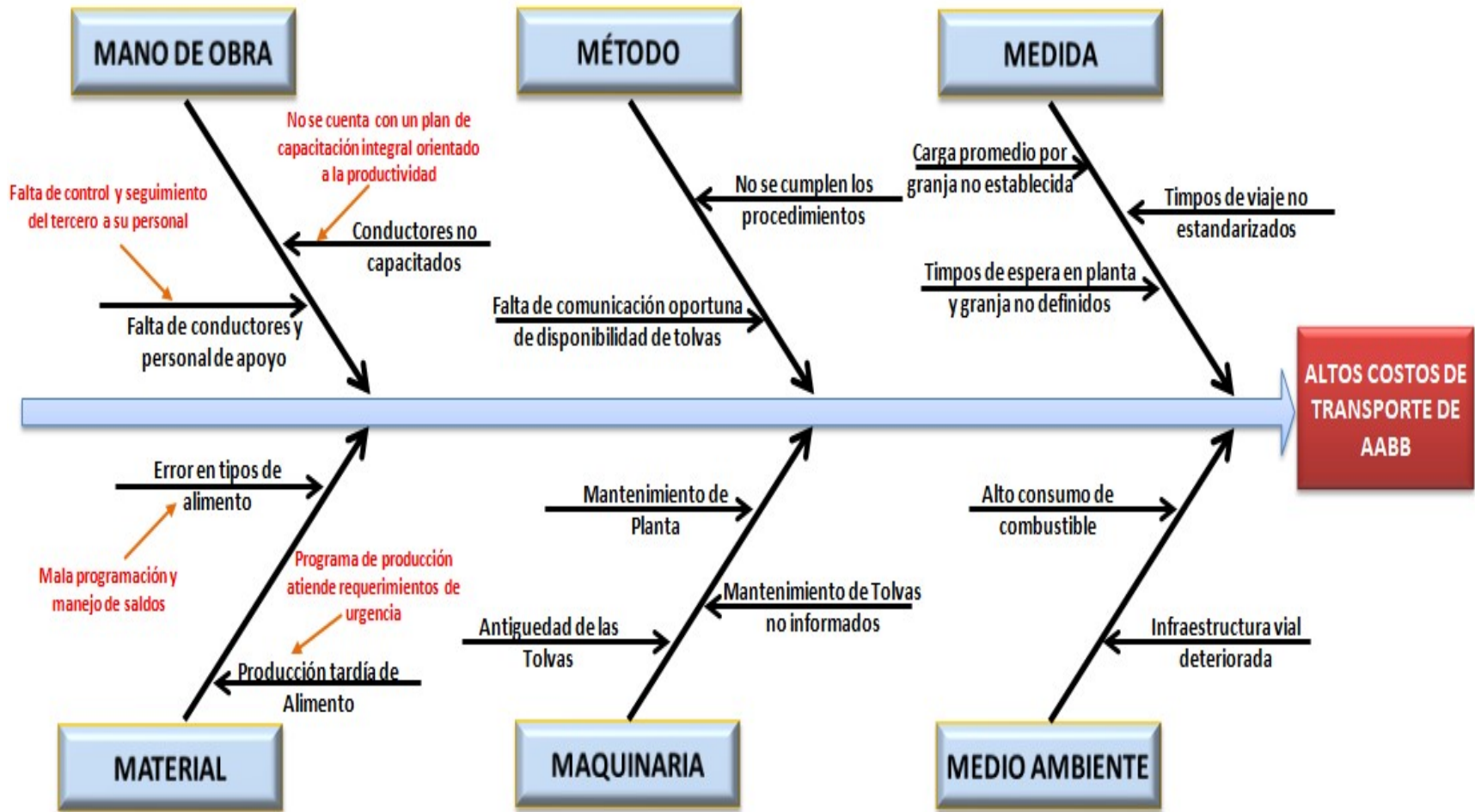
Fuente: *Elaboración propia*

SIMULACIÓN DE UN MODELO DE TRANSPORTE Y SU RELACIÓN CON LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS EN UNA EMPRESA DEL SECTOR AVÍCOLA, LIMA 2019.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Formula	Instrumento	Escala de los indicadores	Metología
V.I. Simulación de un modelo de Transporte	<p>G.D. Eppen, F.J. Gould, C.P. Schmidt J.H. Moore y L.R. Weatherford (2000) Señalaron que: Los distintos modelos pueden ofrecer perspectivas diferentes de una misma situación, a semejanza de los cuadros de Picasso y Van Gogh que nos hacen ver en formas muy diferentes una misma escena. En la medida en que la construcción de modelos es un arte, sus fundamentos pueden enseñarse igual que los del arte. Como guía general, usted puede dividir en tres pasos el proceso de la construcción de un modelo: 1. <u>Estudie el ambiente de la situación administrativa.</u> 2. <u>Formule una representación selectiva de la situación.</u> 3. <u>Construya y analice un modelo simbólico (cuantitativo).</u> (p.12)</p>	<p>El modelo de transporte, corresponde a la realización de una simulación de las diferentes rutas de transporte, estudiando el ambiente (con alcance desde plantas de alimento balanceado hacia las granjas de crianza de aves), formulando una representación selectiva de la situación (considerando las restricciones respectivas) y contruyendo un modelo simbólico que lo represente.</p>	Estudio del ambiente de la situación	Definición del alcance del modelo	<p>Variables a evaluar: SA: Número de unidades de tiempo del horizonte de programación. SH: Número de vehículos disponibles. CH: Capacidad de carga de los vehículos. ND: Número de centros destino. Z_i: Coste del viaje al destino i. N: Número de pedidos. FN_i: Fecha mínima del pedido i. FX_i: Fecha máxima del pedido i. K_i: Carga del pedido i. D_i: Destino del pedido i</p>	Hoja de Registro	Razón	Recolección de datos
			Formulación de una representación	% Cumplimiento de Modelo matemático	$[\min Z] = \sum_{i=1}^{SH} \sum_{j=1}^{ND} \sum_{d=1}^{SA} (V_{id} x Z_d)$ $\sum_{i=1}^{FX} \sum_{j=1}^{SH} G_{ij} = 1, \dots, 1 \leq i \leq N(1)$ $G_{ij} \leq V_{id}, \dots, 1 \leq i \leq N, 1 \leq j \leq SH$ $FN_j \leq t \leq FX_j, \dots, d = D(2)$	Hoja de Registro	Razón	Recolección de datos
			Construcción de un modelo simbólico	Función objetivo y restricciones a considerar	$\sum_{i=1}^{ND} V_{id} \leq 1, \dots, 1 \leq i \leq SH, 1 \leq t \leq SA, \dots(3)$ $CH \geq \sum_{i=1}^N (K_i x G_{it})$ $1 \leq j \leq SH, 1 \leq t \leq SA, \dots(4)$ $\sum_{i=1}^{FX} \sum_{j=1}^{SH} G_{ij} = 1, \dots, 1 \leq i \leq N, \dots(5)$ $G_{ij} \leq V_{id}, \dots, 1 \leq i \leq N, 1 \leq j \leq SH, FN_j \leq t \leq FX_j, \dots(6)$ $CH \geq \sum_{i=1}^N (K_i x G_{it}), \dots, 1 \leq j \leq SH, 1 \leq t \leq SA, \dots(7)$	Hoja de Registro	Razón	Recolección de datos
V.D. Costos de Transporte	<p>MINCETUR (2015) Indica que: Es importante comprender que los costos de operar un camión dependerán del tipo de vehículo y el tipo de operación, pues no será igual movilizar productos convencionales que transportar productos especializados, dado que los costos variarán dependiendo de la complejidad de la operación. En general la teoría económica divide los costos de transporte en tres principales categorías: • Costos de propiedad de los vehículos de transporte. En contraste con la infraestructura, el costo de comprar un vehículo no es un costo hundido, en este caso, el vehículo adquirido genera un costo que se reflejará en su depreciación gradual durante su vida útil. • Costos de operación de los vehículos de transporte. Existen dos componentes principales en el costo de operación, el combustible y el personal. Ambos varían con la intensidad de uso del vehículo, y son por definición, costos variables y directos. (p.21)</p>	<p>Los costos generales del transporte, están conformados por los costos que corresponden directamente al vehículo por su inversión en adquisición y conservación, y finalmente los costos referidos a la operación del mismo.</p>	Costos de la propiedad de los vehículos de transporte	% Uso de la Capacidad Instalada de Transporte	$\% UCI = \frac{(TM \text{ Transp.}) \times 100}{(\text{Capac. Transporte en TM})}$ <p>UCI: Uso de la capacidad Instalada</p>	Hoja de Registro	Razón	Recolección de datos
			Costos de operación de los vehículos de transporte	Costo por tonelada Transportada	$\text{Soles / TM} = \frac{\text{Costo Total de Operación}}{\text{TM. Transportadas}}$	Hoja de Registro	Razón	Recolección de datos

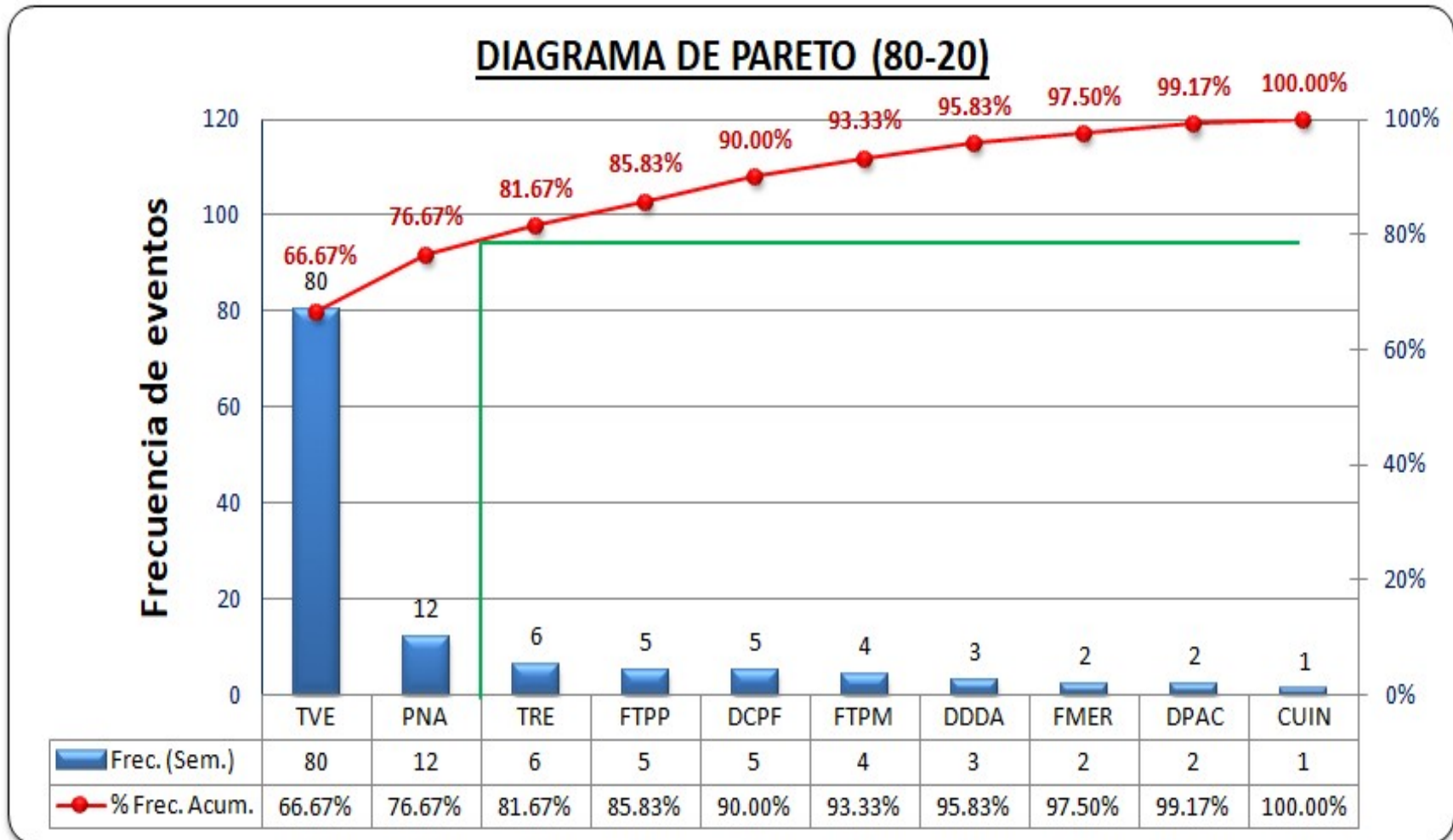
Anexo 3: Diagrama Ishikawa

Fuente: Elaboración propia



Anexo 4: Diagrama Pareto

Fuente: Elaboración propia



Anexo 5: Diagrama Pareto (Datos agrupados y leyenda)

Fuente: Elaboración propia

Baja productividad de las tolvas de transporte de Alimento Balanceado en San Fernando S.A., Lurín 2019.	Motivo	Frecuencia (Semanal)	% Frecuencia	% Frecuencia Acumulada	80-20
Tiempos de viaje excesivos	TVE	80	66.67%	66.67%	80%
Paradas no autorizadas	PNA	12	10.00%	76.67%	80%
Tiempo de refrigerio excedido	TRE	6	5.00%	81.67%	80%
Falta de tolva por incremento producción	FTPP	5	4.17%	85.83%	20%
Demora en carga por falta de AABB	DCPF	5	4.17%	90.00%	20%
Falta de tolva por mantenimiento	FTPM	4	3.33%	93.33%	20%
Dos destinos distantes asignados por día	DDDA	3	2.50%	95.83%	20%
Fallas mecánicas en ruta	FMER	2	1.67%	97.50%	20%
Demora por ausencia de conductor	DPAC	2	1.67%	99.17%	20%
Cuarentenas inesperadas	CUIN	1	0.83%	100.00%	20%
Total		120	100.00%		

Anexo 7: Proceso Logístico Integral

Fuente: – Informe Anual MTC - Corredores Viales y la Logística de Transportes en el Perú (Lazo Díaz-MTC, 2018, p16)



Figura 4. Actividades que agregan valor y costo en el Proceso Logístico Integral en el Perú

Anexo 8: Proceso Logístico Integral

Fuente: Informe Anual MTC - Corredores Viales y la Logística de Transportes en el Perú (Lazo Díaz-MTC, 2018, p.18)

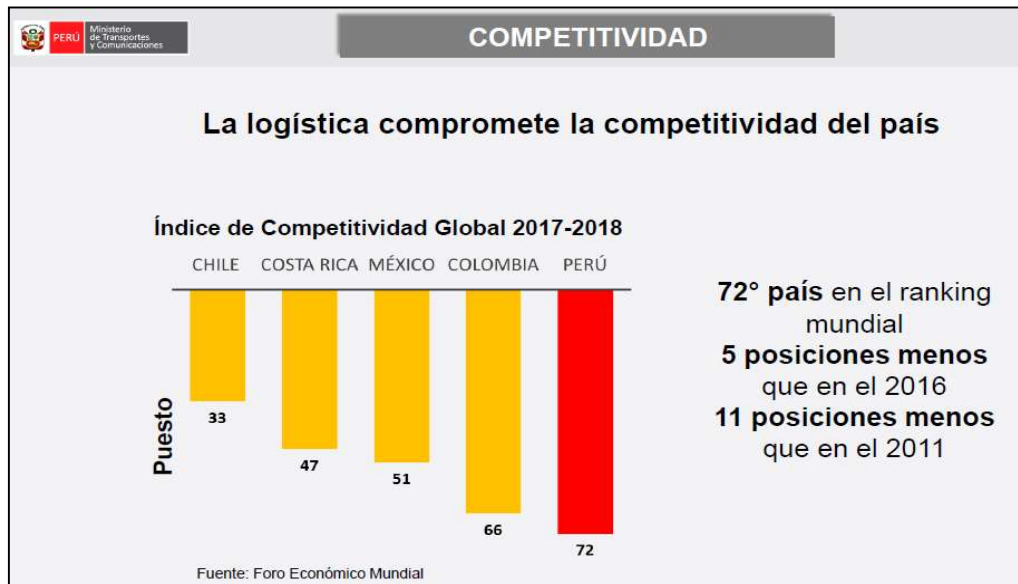


Figura 1. Índice de Competitividad Global 2017-2018

Anexo 9: Antigüedad del Parque Automotor en Latino América y la OCDE

Fuente: El Transporte Automotor de Carga en América Latina (Barbero, Guerrero-BID, 2017, p.40)

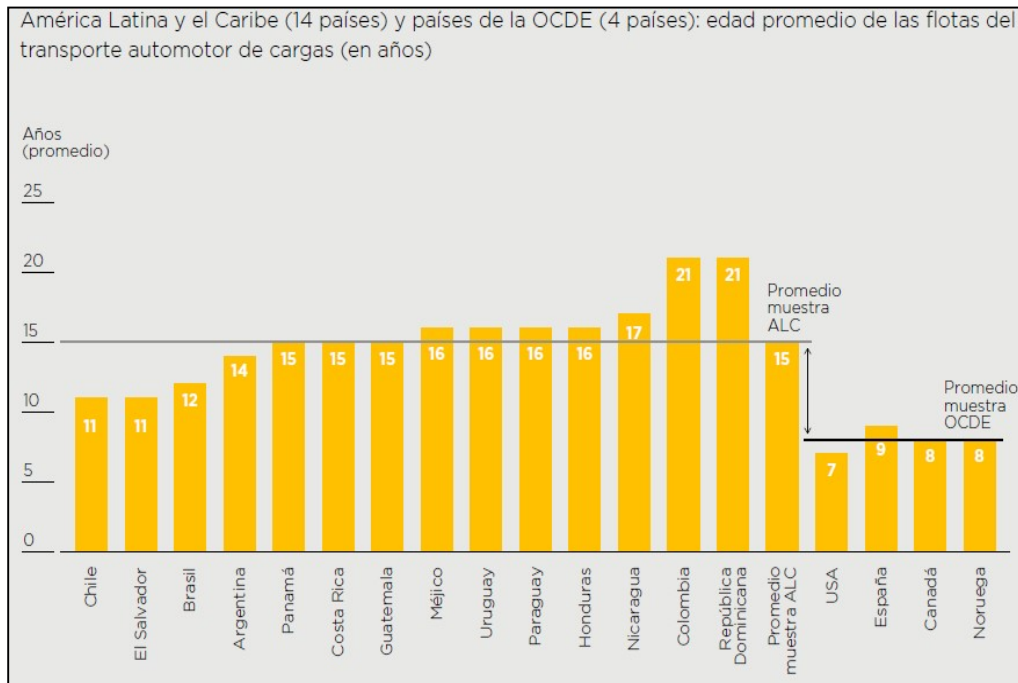
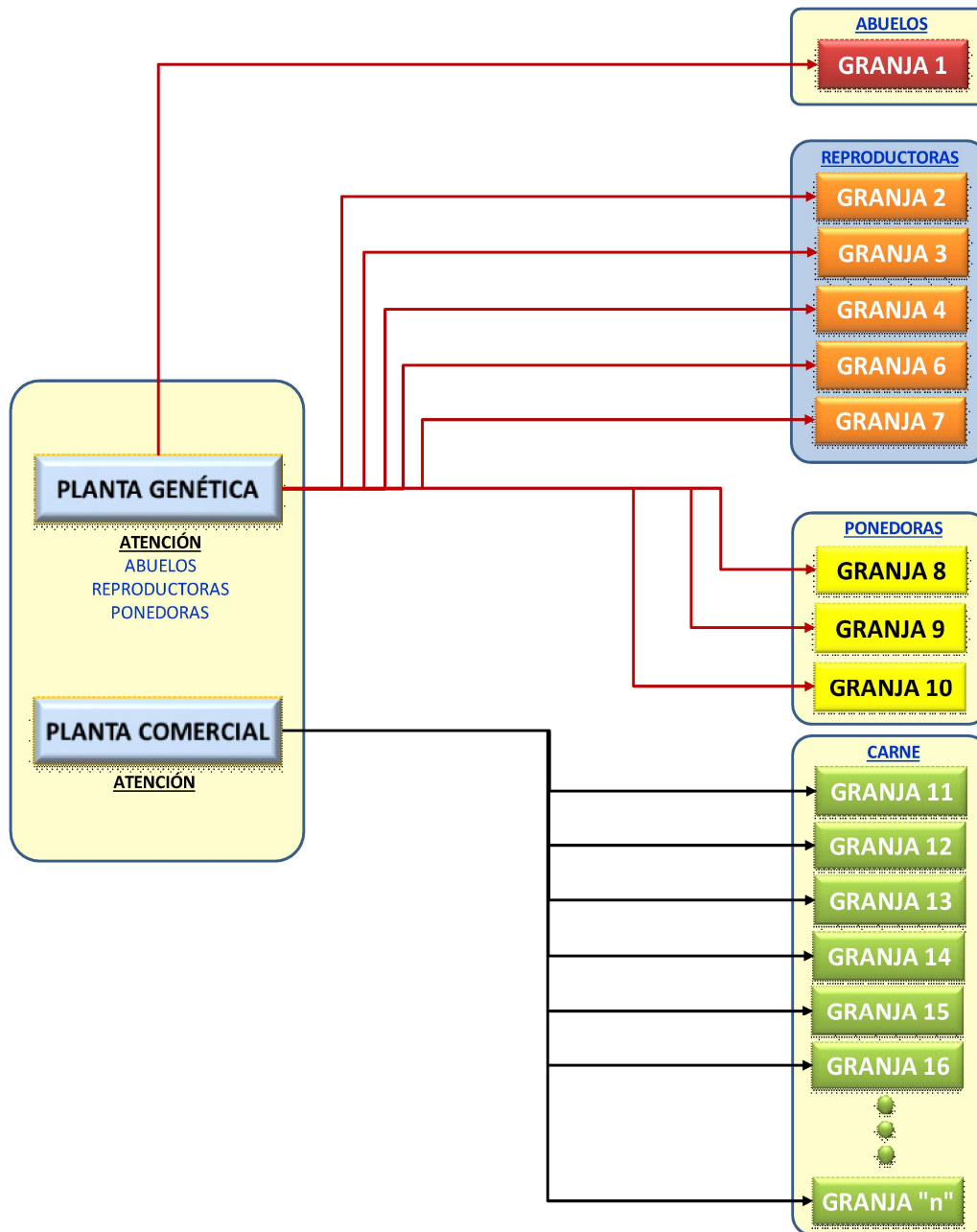


Figura 2. América Latina y el Caribe (14 países) y países de la OCDE (4países): Edad promedio de las flotas del transporte automotor de cargas (en años); adaptado del artículo “El Transporte Automotor de Carga en América Latina: Soporte logístico de la producción y el comercio” por José A. Barbero y Pablo Guerrero-BID, p.40, Copyrigh 2017

Anexo 10: Esquema de atención de los transportes de alimento balanceado

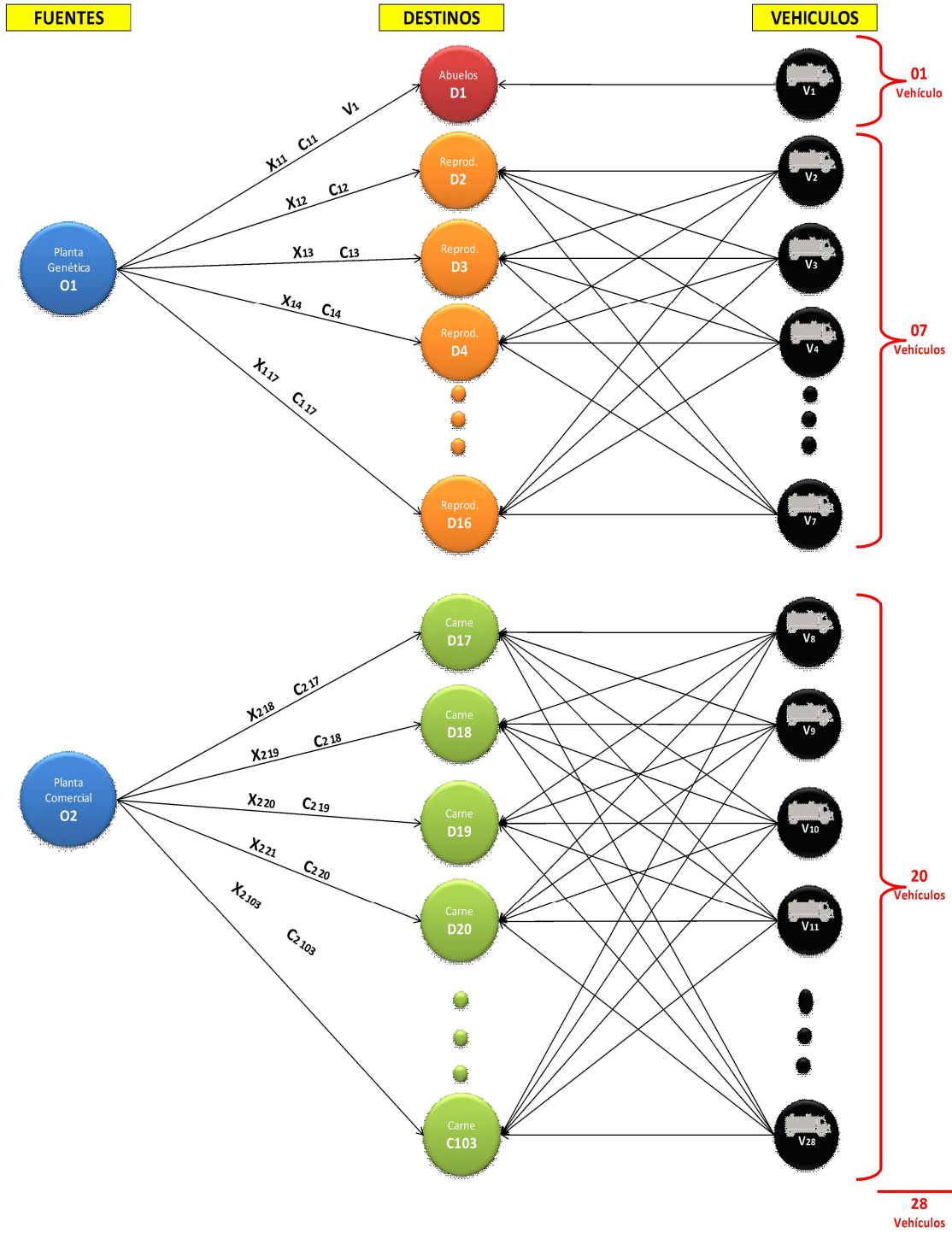
Fuente: Elaboración propia.

REDES DE TRANSPORTE DE ALIMENTO BALANCEADO



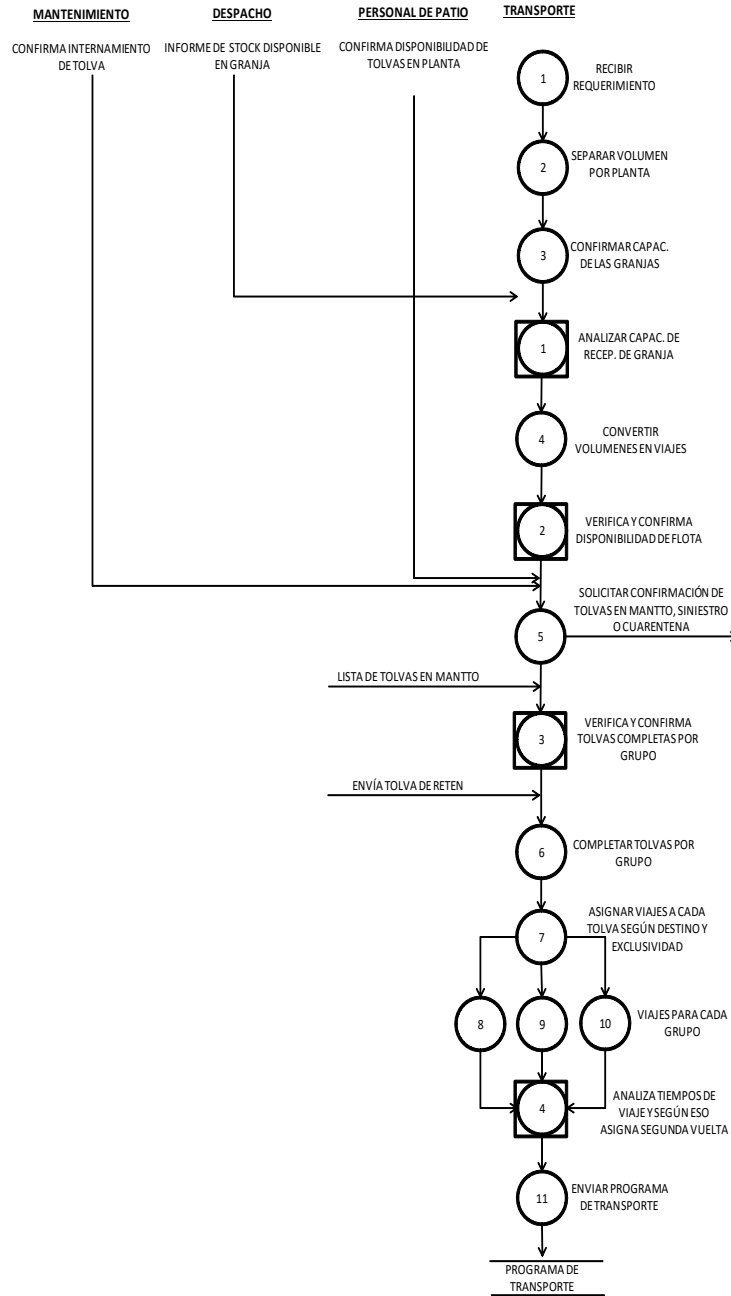
Anexo 11: Diagrama de Grafos de las rutas de atención de los vehículos

DIAGRAMA DE GRAFOS - RUTAS DE TRANSPORTE DE ALIMENTO BALANCEADO



Anexo 12: Diagrama de Operaciones del Procesos de Transporte de Alimento Balanceado

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO DE PLANIFICACIÓN DIARIA DEL TRANSPORTE DE AIMENTO BALANCEADO (DOP)



Anexo 14: Validación de los instrumentos_01



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:
SIMULACIÓN DE UN MODELO MATEMÁTICO DE TRANSPORTE PARA REDUCIR LOS COSTOS EN
SAN FERNANDO S.A., LURIN 2019

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: Simulación de un modelo matemático de transporte							
1	DIMENSIÓN 1: Estudio del ambiente de la situación D = Demanda por atender	SI	No	SI	No	SI	No	
2	DIMENSIÓN 2: Formulación de una representación Cumplimiento de Modelo matemático = $\frac{\text{Real} \times 100}{\text{Esperado}}$	SI	No	SI	No	SI	No	
3	DIMENSIÓN 3: Construcción de un modelo simbólico $[\text{min } Z] = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \sum_{k=1}^N (V_{i,j,k} \cdot Z_{i,j,k})$ $\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M G_{i,j} = 1, \dots, 1 \leq i \leq N(1)$ $G_{i,j} = V_{i,j}, \dots, 1 \leq i \leq N, 1 \leq j \leq M \text{ y } v \in SH$ $FN_i \leq t \leq FN_i, \dots, d = D_i(2)$ $\sum_{i=1}^N V_{i,j}, \dots, 1 \leq v \leq SH, 1 \leq t \leq N, \dots(3)$ $CH \geq \sum_{i,j} (K_{i,j} \cdot G_{i,j})$ $1 \leq v \leq SH, 1 \leq t \leq N, \dots(4)$	SI	No	SI	No	SI	No	
	VARIABLE DEPENDIENTE: Costos de Transporte							
1	DIMENSIÓN 1: Costos de infraestructura fija % Uso de la infraestructura vial = $\frac{\text{Tiempo operativo} \times 100}{\text{Tiempo planificado}}$	SI	No	SI	No	SI	No	
2	DIMENSIÓN 2: Costos de la propiedad de los vehículos de transporte % Uso de la Capacidad instalada = $\frac{(TM \text{ Transp.}) \times 100}{(\text{Capac. Transporte en TM})}$	SI	No	SI	No	SI	No	
3	DIMENSIÓN 3: Costos de operación de los vehículos de transporte Costo por tonelada Transportada = $\frac{\text{Costo total de Operación}}{TM. Transportadas}$	SI	No	SI	No	SI	No	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X]** **Aplicable después de corregir []**
 No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador, Dr. / Mg:
 ...Paulo Salazar Javier Francisco..... DNI...02436381.....
 Especialidad del validador...Ing. Industrial.....

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

03 de Julio del 2019

Firma del Experto Informante.

Anexo 15: Validación de los instrumentos_02



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:
SIMULACIÓN DE UN MODELO DE TRANSPORTE Y SU RELACIÓN CON LOS COSTOS EN UNA
EMPRESA DEL SECTOR AVÍCOLA, LIMA 2019

N°	DIMENSIONES / Items	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: Simulación de un modelo de transporte	✓		✓		✓		
1	DIMENSION 1: Estudio del ambiente de la situación	SI	No	SI	No	SI	No	
		✓		✓		✓		
2	DIMENSION 2: Formulación de una representación	SI	No	SI	No	SI	No	
		✓		✓		✓		
3	DIMENSION 3: Construcción de un modelo simbólico	SI	No	SI	No	SI	No	
	$[\min Z] = \sum_{i=1}^{N1} \sum_{j=1}^{N2} \sum_{k=1}^{N3} (V_{i,j,k} \times Z_{i,j,k})$ $\sum_{i=1}^{N1} \sum_{j=1}^{N2} G_{i,j} = 1, \dots, 1 \quad i \in N(1)$ $G_{i,j} = V_{i,j}, \dots, 1 \quad i \in N(1) \quad j \in N(2) \quad \forall v \in SH$ $FN, \quad u \in FN, \dots, d = D, (2)$ $\sum_{i=1}^{N1} V_{i,j} = 1, \dots, 1 \quad \forall j \in SH, 1 \leq j \leq SA, \dots (3)$ $CH = \sum_{i=1}^{N1} (K_i \times G_{i,j})$ $1 \leq v \leq SH, 1 \leq t \leq SA, \dots (4)$	✓		✓		✓		
	VARIABLE DEPENDIENTE: Costos de transporte							
1	DIMENSION 1: Costos de la propiedad de los vehículos de transporte	SI	No	SI	No	SI	No	
	% Uso de la Capacidad Instalada = $\frac{(TM \text{ Transp.}) \times 100}{(\text{Capac. Transporte en TM})}$	✓		✓		✓		
2	DIMENSION 2: Costos de operación de los vehículos de transporte	SI	No	SI	No	SI	No	
	Costo por tonelada Transportada = $\frac{\text{Costo total de Operación}}{TM \text{ Transportadas}}$	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X]** **Aplicable después de corregir []**
 No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador, Dr. / Mg:
ZUÑIGA MUÑOZ MARCIAL

DNI: **06105726**

Especialidad del validador: **INGENIERO INDUSTRIAL**

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto técnico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

Lima, 07 de Diciembre del 2019

Firma del Experto Informante.

Anexo 16: Validación de los instrumentos_03



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:
SIMULACIÓN DE UN MODELO MATEMÁTICO DE TRANSPORTE PARA REDUCIR LOS COSTOS EN
SAN FERNANDO S.A., LURIN 2019

N°	DIMENSIONES / Items	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: Simulación de un modelo matemático de transporte							
1	DIMENSION 1: Estudio del ambiente de la situación D = Demanda por atender	SI	No	SI	No	SI	No	
2	DIMENSION 2: Formulación de una representación Cumplimiento de Modelo matemático = $\frac{\text{Real} \times 100}{\text{Esperado}}$	SI	No	SI	No	SI	No	
3	DIMENSION 3: Construcción de un modelo simbólico	SI	No	SI	No	SI	No	
	$[\min Z] = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^p (V_{ijk} \cdot X_{ijk})$ $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m G_{ij} = 1, \dots, 1 \quad i=1, \dots, N(1)$ $G_{ij} = V_{ij}, \dots, 1 \quad i=1, \dots, N, j=1, \dots, NH$ $FN, \dots, t \leq FX, \dots, d = D, (2)$ $\sum_{i=1}^n V_{ij} = 1, \dots, 1 \quad i=1, \dots, NH, j=1, \dots, SA, \dots, (3)$ $CH = \sum_{i=1}^n (K_{ij} \cdot G_{ij})$ $j=1, \dots, NH, j=1, \dots, SA, \dots, (4)$							
	VARIABLE DEPENDIENTE: Costos de Transporte							
1	DIMENSION 1: Costos de infraestructura fija % Uso de la Infraestructura vial = $\frac{\text{Tiempo operativo} \times 100}{\text{Tiempo planificado}}$	SI	No	SI	No	SI	No	
2	DIMENSION 2: Costos de la propiedad de los vehículos de transporte % Uso de la Capacidad Instalada = $\frac{(TM \text{ Transporte}) \times 100}{(\text{Capac. Transporte en TM})}$	SI	No	SI	No	SI	No	
3	DIMENSION 3: Costos de operación de los vehículos de transporte Costo por tonelada Transportada = $\frac{\text{Costo total de Operación}}{TM \text{ Transportadas}}$	SI	No	SI	No	SI	No	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X]** **Aplicable después de corregir []**
No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador, Dr. (Mg): ESPINOZA VACAÑO, RAFAEL ANTONIO DNI... 06522605
 Especialidad del validador: Ingeniería Industrial

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

03 de Julio del 2019

Firma del Experto Informante.