

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS, CONTABLES Y
ADMINISTRATIVAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE ECONOMÍA



TESIS

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS
DE LA EMPRESA BACKUS S.A.A. - CENTRO DE DISTRIBUCIÓN
CAJAMARCA - AÑO 2017

Para Optar el Título Profesional de:

ECONOMISTA

Presentado por:

Bachiller: Alex Saldaña Rabanal

Asesora: Dra. Econ. Janeth Esther Nacarino Díaz

Cajamarca - Perú

2023

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE ASESORA

Señor:
Director de la Escuela Académico Profesional de Economía
Presente,

De mi consideración:

Me es grato dirigirme a usted para presentarle mi saludo y a la vez hacer de su conocimiento que en calidad de Asesora de la tesis intitulada: “*Optimización del Proceso de Distribución de Productos de la Empresa Backus S.A.A. - Centro de Distribución Cajamarca - Año 2017*”, presentado por el bachiller: Alex Saldaña Rabanal, de la Escuela Profesional de Economía, he revisado el presente documento, encontrándolo satisfactorio y expedito para ser presentado y sustentado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Académico Profesional de Economía.

Cajamarca, 19 de enero de 2023

Atentamente,

Dra. Econ. Janeth Nacarino Díaz

APÉNDICE 7

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD CECA
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE ECONOMÍA

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

En la Ciudad de Cajamarca, siendo las 4:00 pm horas del día 06-07-23, reunidos en el ambiente 1M 104, los Integrantes del Jurado Evaluador de la Tesis designados mediante Resolución de Consejo de Facultad N° 050-2023-F-CECA-UNC, conforme a lo siguiente:

Presidente: Dra. Yrma Violeta Rojas Alcalde
 Secretario: MBA. Wilson Eduardo Vargas Cubas
 Vocal: Dr. Walter Terán Ramírez
 Asesor: Dra. Jhanet Nacarino Díaz.

Con el objeto de ESCUCHAR LA SUSTENTACION Y CALIFICAR el Proyecto de Tesina/Tesis intitulada:

“Optimización del proceso de distribución de productos de la empresa Backus S.A.A. Centro de distribución Cajamarca – Año 2017”

Presentada por el Bachiller en Economía **Alex Saldaña Rabanal**, con el fin de obtener el Título Profesional de Economista dando cumplimiento a lo dispuesto en el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Académico Profesional de Economía de la Facultad de Ciencias Económicas, Contables y Administrativas de la Universidad Nacional de Cajamarca.

Escuchada la sustentación, comentarios, observaciones y respuestas a las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, **SE ACORDÓ: APROBAR** con la calificación de DIECISIETE (17)

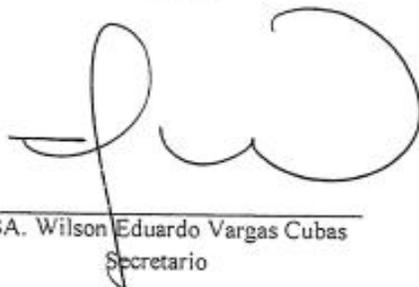
Siendo las 5.50.pm horas de la misma fecha, se dio por concluido el Acto de Sustentación.



Dra. Yrma Violeta Rojas Alcalde
 Presidente



Dra. Jhanet Nacarino Díaz
 Asesora



MBA. Wilson Eduardo Vargas Cubas
 Secretario



Dr. Walter Terán Ramírez
 Vocal

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS, CONTABLES Y
ADMINISTRATIVAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE ECONOMÍA

DECLARACIÓN JURADA DE NO INCURRIR EN AGRAVIO DE DERECHOS DE AUTOR
ESTABLECIDAS EN LAS NORMAS VIGENTES

Yo, Alex Saldaña Rabanal, identificado con DNI N° 42948603, domiciliado en Jr. Las Cucardas N° 220 – Dpto. 304 Condominio: Miraflores del Jardín, departamento de Cajamarca, provincia de Cajamarca y distrito de Cajamarca. Autor de la tesis titulada “Optimización del Proceso de Distribución de Productos de la Empresa Backus S.A.A. - Centro de Distribución Cajamarca - Año 2017”, declaro bajo juramento de no incurrir en agravio de derechos de autor establecidos en las normas vigentes, en concordancia con el artículo 8° de la constitución política del Perú 1993 y la ley sobre derechos de autor. Decreto legislativo N°822.

Esta declaración se formula en cumplimiento del artículo N°85 del reglamento de grados y títulos de la EAPE-F-CECA-UNC.

Cajamarca, Julio de 2023

Alex Saldaña Rabanal
DNI: 42948603



UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 Norte de la Universidad Peruana
 Fundada por Ley 14015 del 13 de febrero de 1962
**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS, CONTABLES
 Y ADMINISTRATIVAS**
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



"Año de La Unidad, la Paz y el Desarrollo"

El Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Económicas Contables y Administrativas de la Universidad Nacional de Cajamarca- UI-FCECA-UNC- Dr. JUAN JOSÉ JULIO VERA ABANTO, emite el siguiente:

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD DE TESIS

CARRERA PROFESIONAL	Economía
DOCUMENTO EVALUADO	Tesis de Pregrado.
AUTOR	Bach. Alex Saldaña Rabanal
TÍTULO	"OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS DE LA EMPRESA BACKUS S.A.A. – CENTRO DE DISTRIBUCIÓN CAJAMARCA – AÑO 2017"
DOCENTE EVALUADOR	Dra. Ecom. Janeth Nacarino Díaz
PORCENTAJE DE SIMILITUD	0%

Observación:

La evaluación ha sido realizada por el docente asesor de la tesis mencionada, aplicando el software anti plagio Ouriginal – URKUND en cumplimiento de la Directiva N° 001-2020-VRI-UNC y Guía de aplicación de la misma aprobado por Resolución de Consejo de Facultad N° 035-2021-F-CECA-UNC, a las que me remito en caso necesario.

CONCLUSIÓN: La tesis antes indicada, cumple con el **REQUISITO DE ORIGINALIDAD** correspondiente, de acuerdo con las normas antes señaladas.

OBSERVACIONES: Ninguna.

Cajamarca 03 de febrero 2023


 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE CECA
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
 Dr. Juan José Vera Abanto
 DIRECTOR

DEDICATORIA

- ✓ *A Dios, porque a él se lo debo todo.*
- ✓ *A mi madre: Amalia Rabanal, por su loable labor en mi formación personal. Por ser el más claro ejemplo de amor, esfuerzo y coraje.*
- ✓ *A mis tres hijos: Nicolás, Mariana y Jhair Valentino, por ser una motivación importante para mi superación personal y profesional.*

AGRADECIMIENTO

Agradezco a infinitamente a Dios, por todas las bendiciones que me regaló día a día y por la fortaleza que me brinda para seguir adelante.

A todos los docentes de la facultad de Ciencias, Económicas, Contables y Administrativas que contribuyeron en mi formación profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE ASESORA.....	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS.....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vi
RESUMEN.....	x
ABSTRAC.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	xii
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Situación Problemática y Definición del Problema.....	1
1.2. Formulación del Problema.....	5
1.2.1. Problema general.....	5
1.2.2. Problemas auxiliares.....	5
1.3. Justificación.....	6
1.3.1. Justificación teórico-científica y epistemológica.....	6
1.3.2. Justificación práctica-técnica.....	7
1.3.3. Justificación institucional y académica.....	7
1.3.4. Justificación personal.....	8
1.4. Delimitación del Problema: Espacio Temporal.....	8
1.4.1. Delimitación espacial	8
1.4.2. Delimitación temporal	9
1.4.3. Delimitación teórica	9
1.5. Limitaciones del Estudio.....	9
1.6. Objetivos de la Investigación.....	10
1.6.1. Objetivo general.....	10
1.6.2. Objetivos específicos.....	10
1.7. Hipótesis y Variables.....	11
1.7.1. Hipótesis general.....	11
1.7.2. Hipótesis específicas.....	11

1.7.3. Variables que determinan el modelo de contrastación de la hipótesis.....	12
1.7.4. Relación de variables.....	12
1.7.5. Operacionalización de variables.....	13
1.7.6. Matriz de consistencia.....	14
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	15
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	15
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	16
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	21
2.1.3. Antecedentes regionales.....	24
2.2. Bases Teóricas.....	25
2.3. Definición de Términos Básicos	51
2.4. Índice de Sigla y Abreviaturas	52
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	53
3.1. Nivel y tipo de Investigación.....	53
3.1.1. Tipo de investigación.....	53
3.1.2. Nivel de investigación.....	54
3.2. Objeto de Estudio.....	54
3.3. Unidades de Análisis y Unidades de Observación.....	54
3.3.1. Unidad de análisis.....	54
3.3.2. Unidad de observación.....	55
3.4. Diseño de la Investigación.....	55
3.5. Población y muestra.....	56
3.5.1. Población.....	56
3.5.2. Muestra.....	56
3.6. Métodos de investigación.....	57
3.6.1. Métodos generales de Investigación.....	57
3.6.2. Métodos particulares de investigación.....	59
3.7. Técnicas e instrumentos de investigación.....	60
3.7.1. Técnicas, e instrumentos de recopilación de información.....	60
3.7.2. Técnicas de procesamiento, análisis y discusión de resultados.....	60

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	62
4.1. Generalidades de la Empresa y de su Centro de Distribución Cajamarca.....	63
4.1.1. Modelo de gestión de procesos.....	63
4.1.2. Organización de la empresa a nivel del centro de distribución.....	63
4.1.3. Productos que comercializa la empresa	65
4.1.4. Sistemas o canales de comercialización	65
4.2. Análisis de la Situación Actual del Centro de Distribución – Cajamarca y su Proceso de Reparto.....	68
4.2.1. Descripción general.....	68
4.2.2. Operatividad física del almacén.....	71
4.2.3. Proceso de recepción y acomodo de productos.....	74
4.2.4. Procesos de despacho al transporte secundario - T2.....	75
4.2.5. Ámbito de ejecución del reparto secundario - T2.....	77
4.3. El Proceso de Distribución de la Empresa.....	77
4.3.1. Asignación de reparto flexible.....	78
4.3.2. Proceso de reparto o distribución de productos en el mercado.....	81
4.3.3. Proceso administrativos de reparto.....	83
4.4. Flujograma del Proceso de Distribución/Reparto.....	85
4.5. Identificación de Variables que Intervienen en el Proceso de Distribución...	86
4.6. El Modelo de Optimización y su Diseño de Rutas.....	90
4.7. Indicadores de Distribución.....	111
4.7.1. Composición de los indicadores de distribución.....	112
4.7.2. Resultados y evolución de los indicadores de distribución.....	116
4.7.3. Comparativo de resultados de los indicadores de distribución.....	125
CAPÍTULO V: PROPUESTA PARA MODELO DE OPTIMIZACIÓN.....	134
5.1. Programación de Rutas de Reparto que Incluye Ventanas Horarias.....	138
5.2. Proyección de Cifras Estimadas con la Inclusión de Ventanas Horarias en la Programación de Rutas.....	146
CONCLUSIONES.....	152
SUGERENCIAS.....	154

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS.....	156
ANEXOS.....	159
Anexo 01: Pantalla Principal del Sistema Road Show.....	159
Anexo 02: Imágenes de Sectorización y Delimitación de Zonas: (Alto riesgo accidentes, Centro Histórico, Riesgo de asalto	160
Anexo 03: Imágenes de Equipos Tecnológicos: Hand Held e Impresora Portátil.....	161
Anexo 04: Ficha de Trabajo: Identificación y Registro de Actividades.....	162
Anexo 05: Guía de Entrevista a Jefes de las Unidades de Reparto.....	163
Anexo 06: Conclusiones Generales de Aplicación de Entrevistas.....	164
Anexo 07: Reporte Diario de Fin de Ruta de Reparto Asignado.....	166
Anexo 08: Cuadro Comparativo de Km Recorridos y Hectolitros Distribuidos Entre los años 2010 vs 2017.....	167
Anexo 09: Cuadro Información General de Unidades de Reparto - Año 2017....	168
Anexo 10: Imágenes de Sistema SisCod (Sistema Desfazado Utilizado hasta el año 2010).....	169
Anexo 11: Reporte de Pedidos Rechazados por Repartos – CD Cajamarca	171
Anexo 12: Reporte de Consolidado de Pedidos Rechazados Año: 2017 - CD Cajamarca	172
Anexo 13: Reporte de Pedidos Rechazados - CD Cajamarca Considerando Ventanas Horarias.....	173
Anexo 14: Comparativo: Pedidos Rechazados 2017 vs Pedidos Rechazados Considerando Ventanas Horarias	174

RESUMEN

La presente investigación tiene por objetivo principal: determinar la correcta optimización del proceso de distribución de productos de la empresa Backus S.A.A. en su centro de distribución Cajamarca, mediante la propuesta de un modelo de planificación de rutas de reparto, alineado a las exigencias del mercado y a la necesidad del personal operativo, con el uso de modernas prácticas tecnológicas, que logre actividades eficientes, reflejado en el resultado de sus indicadores de distribución. La investigación es de tipo aplicada y de nivel explicativa. El diseño es no experimental por la naturaleza de las variables y es transeccional, a nivel explicativo de causalidad, con enfoque mixto de lo cualitativo y lo cuantitativo. Los datos presentados del proceso de distribución y de sus indicadores son de periodicidad mensual y fueron obtenidos directamente de la empresa, de sus archivos digitales, sistemas y software que emplean. Se emplearon los métodos históricos, hipotéticos descriptivo, deductivo inductivo, y el método analítico sintético. Los resultados mostrados, en el periodo de estudio, muestran que el modelo de optimización empleado se fundamenta en un modelo con programación lineal, el cual tiene como función objetivo minimizar la cantidad de kilómetros recorridos por cada unidad de reparto (minimizar distancias), pero que, en la práctica muchas de estas rutas no se llegan cumplir tal cual, porque el modelo no está considerando todas las variables que afectan la operatividad de la distribución de productos, por lo tanto se optó por proponer reajustes en el actual modelo de optimización de rutas. Estos reajustes ayudaran a obtener mejores resultados en los cinco indicadores de distribución que ha planteado la empresa, los cuales son: Productividad camión, eficiencia de ruta, efectividad de reparto, drop size, y desviación del tiempo del reparto en el mercado.

Palabras claves: Optimización, Proceso y Distribución.

ABSTRACT

The present investigation has as main objective: to determine the correct optimization of the product distribution process of the company Backus S.A.A. in its Cajamarca distribution center, through the proposal of a distribution route planning model, aligned with market demands and the needs of operational personnel, with the use of modern technological practices, which achieves efficient activities, reflected in the result of its distribution indicators. The research is applied and explanatory level. The design is non-experimental due to the nature of the variables and is cross-sectional, at the explanatory level of causality, with a mixed qualitative and quantitative approach. The data presented on the distribution process and its indicators are monthly and were obtained directly from the company, from its digital files, systems and software that they use. The historical, hypothetical descriptive, deductive inductive methods, and the synthetic analytical method were used. The results shown, in the study period, show that the optimization model used is based on a linear programming model, whose objective function is to minimize the number of kilometers traveled by each delivery unit (minimize distances), but that In practice, many of these routes are not fulfilled as is, because the model is not considering all the variables that affect the operation of product distribution, therefore it was decided to propose readjustments in the current route optimization model. . These readjustments will help to obtain better results in the five distribution indicators that the company has proposed, which are: Truck productivity, route efficiency, delivery effectiveness, drop size, and deviation of delivery time in the market.

INTRODUCCIÓN

En la presente tesis de investigación que está enmarcado en un tipo de investigación aplicada, no experimental y transeccional, utilizando métodos de investigación como el histórico, el hipotético-descriptivo y el analítico-sintético, tiene como objetivo primordial describir, analizar y determinar la optimización del proceso de distribución de productos del centro de distribución de la empresa Backus S.A.A. en Cajamarca, además proponer un modelo de planificación de rutas de reparto alineado a las condiciones y exigencias del mercado, con el propósito de que mejoren sus actividades operacionales y el resultado de sus indicadores de distribución.

El documento está estructurado en 5 capítulos bien definidos. En el capítulo I, se describe la problemática que pretendemos atender, las justificaciones del estudio, delimitaciones del estudio, objetivos del estudio, hipótesis, metodología, variables y su operacionalización, así como la matriz de consistencia de la investigación.

En el capítulo II, se presenta el marco teórico que da consistencia al trabajo de investigación, en el que se presenta los trabajos relacionados a nuestro objetivo desarrollados en los tres niveles geopolíticos: Nivel Internacional, nivel local y nivel regional.

En el tercer capítulo se expone todo lo concerniente al marco metodológico, allí podemos ubicar el nivel y tipo de investigación que se desarrolla, el objeto de estudio, las unidades de análisis y unidades de observación, el diseño de la investigación, métodos de investigación y todo lo demás relacionado características y metodología utilizadas en el desarrollo de la presente investigación, así como las técnicas e instrumentos aplicados a los sujetos dentro del contexto del Centro de Distribución Cajamarca de la empresa Backus S.A.A.

En el capítulo IV, denominado análisis y discusión de resultados, en principio se presenta un análisis del centro de distribución y del proceso de distribución de la empresa en estudio, con la finalidad de descubrir y determinar claramente las condiciones actuales del centro de distribución y de su proceso de distribución propiamente dicho. Seguidamente presentamos el análisis del modelo de optimización de rutas y de los resultados obtenidos en la empresa Backus S.A.A. En la parte final del capítulo, se analiza los resultados de los indicadores más relevantes del proceso de distribución, así como también identificar causas y consecuencias que afectan directamente al proceso es sí y a sus indicadores. En cada etapa del capítulo se discute los resultados hallados, en función de los objetivos específicos.

Finalmente, en el capítulo V, el último, se determina las propuesta del modelo de optimización ajustado, para contribuir con la optimización del proceso de distribución, consecuentemente ayudara a mejorar los resultados de los indicadores de gestión del proceso de reparto, contribuyendo a la productividad y eficacia del Centro de Distribución de la empresa Backus S.A.A. y a presentar información que expliquen claramente cómo se puede lograr mejorar un proceso de distribución mediante un adecuado análisis del propio proceso, el cual puede llegar a ser un proceso muy complejo.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.8. Situación Problemática y Definición del Problema

Para abordar la situación problemática de la presente investigación empezaremos mencionando algunas preguntas:

¿Qué es más difícil? ¿Producir un producto de consumo masivo, o tener el producto y no saber cómo distribuirlo en el mercado? Cuando se produce productos de consumo masivo, como es el caso de las bebidas, los clientes esperan tener siempre al alcance dichos productos, por esto mismo el tema de la distribución toma un peso importante para las empresas. El gestionar un proceso de distribución no es una tarea fácil, considerando que son muchos los recursos a administrar y que, de acuerdo con la cantidad de pedidos (tamaño del negocio) los procesos de distribución o reparto se vuelven aún más complejos y de no ser gestionados adecuadamente podrían jugar en contra de la propia organización.

Argenti & Marocchino (2007) en su publicación: "Procesos de abastecimiento y de distribución de alimentos en las ciudades de países desarrollados", exponen lo complicado que puede llegar a ser los procesos de planificación y distribución de bienes de consumo masivo, como es el caso justamente de bebidas en las grandes ciudades o en ciudades en expansión, donde crece la demanda y se necesita mayores cantidades de productos, y contrariamente las estructuras del mercado, almacenamiento y transporte cada vez tienen menor capacidad de respuesta a las mayores exigencias del mercado.

En un mercado cada vez más exigente, moderno y con una competencia globalizada, la reducción de costos mediante la optimización de procesos que integran la cadena de suministro es la meta generalizada para las empresas que buscan cada vez más caminos para lograr verdaderas ventajas competitivas; las empresas deben decidir cuál es la mejor forma de almacenar, comercializar, y sobre todo distribuir los productos, de manera que logren una mayor cobertura de los mercados o dejen desabastecidos a clientes, y eso implica estar atentos a las necesidades de los clientes y satisfacerlos en el momento dado, en el lugar, cantidad y forma adecuada.

Sebastián Ojeda (2017), en su publicación titulada: “*El Verdadero Reto de la Distribución*”, manifiesta que: La mayoría de las organizaciones del rubro tratan de gestionar las cadenas de suministro complejas mediante la implementación de herramientas tecnológicas costosas, la contratación de consultores especializados para el proceso de reingeniería de negocios, o la implementación de marcos de análisis avanzados. Por el contrario, ninguna de estas soluciones por separado es capaz de proveer de la efectividad y el ahorro necesarios para desmarcarse de la competencia en el entorno de mercado actual. Sin embargo, una mezcla inteligente de procesos, análisis y tecnología consiguen simplificar las redes de logística, optimizar los costos asociados. (p.3)

La empresa Backus S.A.A. es una empresa representativa en el mercado de bebidas de consumo masivo y como tal, también invierte recursos y se preocupan en su proceso de distribución de productos con la finalidad de optimizar toda actividad relacionada. Sin embargo, debido a que las condiciones del mercado van cambiando en el tiempo conlleva a que se presenten ciertas ineficiencias dentro

de su proceso de distribución y que se esté utilizando recursos adicionales para cumplir con la operación y la atención de clientes.

Sebastián Ojeda (2017). Manifiesta que, según cifras del Servicio Nacional del Consumidor - Chile (Sernac), durante el periodo 2014 y 2015 el 27,3% de los reclamos que se realizaron en torno a los procesos de distribución fueron por causa de retrasos en la entrega de los productos. Escenario que ha mejorado en el último año, donde los reclamos por retardos bajaron de un 25,58% en 2016 a un 14,95% en 2017. Sin embargo, sigue siendo una de las principales razones por las que los clientes reclaman. (p.4)

En el Centro de distribución Backus S.A.A. Cajamarca hay situaciones bien marcadas, que son de carácter operacional, administrativo (planificación y seguimiento) y tecnológico. Situaciones que se originan por no contar con una adecuada lectura del contexto actual del mercado, lo que conlleva a una inadecuada planificación del proceso de reparto, y esto asimismo genera diligencias operacionales inapropiadas por parte del reparto; sumado a esto, las limitaciones para gestionar los resultados de indicadores de dicho proceso, los cuales reflejan el resultado de todo lo antes mencionado.

A continuación, se presenta claras situaciones de los problemas que se dan en el proceso de distribución o proceso de reparto de la Empresa Backus S.A.A.:

1. La reducida infraestructura de su centro de distribución, que en muchos casos dificulta la pronta carga o recarga de vehículos de reparto, generando permanentes retrasos los cuales se han convertido en "cuello de botella".
2. El personal de reparto percibe que el actual sistema de programación de rutas no les está ayudando como debería correspondería, dado que en la práctica en

continuas oportunidades todavía tiene que recurrirse a otras acciones como “estrategias” para procurar alcanzar las metas planteadas; estas acciones por un lado pueden enmendar ciertas situaciones, pero por otro lado pueden ser perjudiciales, como, por ejemplo que el reparto tenga que verse obligado a permanecer mayor tiempo en el mercado. 3. Otro claro indicador de esta problemática, es que exista buen número de “pedidos rechazados”, porque el reparto llega en horas inapropiadas para el cliente o en horas que el cliente no se encuentra en su establecimiento, por ejemplo, en el caso de restaurantes, no es muy apropiado para el cliente que el reparto llegue a dejarles el pedido en horas en que el restaurante esta abarrotado de comensales, el reparto no podrá ser atendido. Asimismo, se puede evidenciar una falta de control y seguimiento a las actividades que desarrolla el personal de reparto en el mercado, la falta de conocimiento y concientización respecto a los indicadores del proceso, lo que dificulta el desarrollo de actividades vinculadas a la gestión de distribución de productos. Entonces, si se están presentando estos inconvenientes en la empresa es cuando se debe pensar en analizar el modelo de optimización de rutas que se está desplegando, analizar su programación y su ejecución, con la finalidad de poder conocer si dicho modelo es el apropiado o en su defecto, realizar los ajustes o correcciones necesarias en tal modelo.

Entonces, ¿cuándo es momento de pensar en una optimización del proceso de distribución de productos? Justamente cuando:

- El mercado en el cual opera la empresa está cambiando.
- Constantemente hay Ineficiencias en la planificación y/o en la ejecución de actividades propias del proceso.
- Se evidencia que están utilizando excesivos recursos.

Frente a esto, se pretende conocer a fondo el modelo de optimización de rutas de reparto, el funcionamiento de las actividades que componen el proceso de distribución y de sus principales indicadores de gestión; asimismo presentar una propuesta de optimización del proceso de reparto para conseguir mejores resultados operativos y administrativos; es decir que logre efectos positivos en los tiempos de trabajo, en los recorridos de las unidades de reparto, en la cantidad de entrega de pedidos según lo programado, en minimizar o anular los tiempos muertos, minimizar los pedidos rechazados, en una planificación de rutas eficiente, y por consecuencia reducir costos, así como dar a conocer la importancia de los procesos complementarios en las organizaciones, los cuales generan un valor adicional a los productos que se comercializa, como es la calidad del servicio.

1.9. Formulación del Problema

1.9.1. Problema general

¿Cómo optimizar el proceso de distribución de productos de la empresa BACKUS S.A.A - Centro de Distribución Cajamarca, para mejorar el resultado de sus indicadores, año 2017?

1.9.2. Problemas auxiliares

- i. ¿Cómo es el desarrollo del proceso de distribución de productos de la empresa Backus S.A.A en su centro de distribución Cajamarca?
- ii. ¿El modelo de optimización de rutas actual que se emplea para el proceso de distribución de la empresa Backus S.A.A. – Cajamarca, está acorde a las exigencias del mercado y la modernidad?

- iii. ¿Cómo mejorar el resultado de los indicadores que se presentan en el proceso de distribución de productos de la empresa Backus S.A.A – Cajamarca?

1.10. Justificación

1.10.1. Justificación teórico-científica y epistemológica

Distribución, como proceso importante dentro de la cadena de suministro, en la cual se fundamenta las teorías científicas que tratan las diversas restricciones en las cadenas logísticas y modelos de optimización. Por ello es de suma importancia contrastar las posibles teorías de optimización utilizadas, así como analizar sus resultados, ampliar el conocimiento de los factores y causas que afectan dicho proceso, y de todas las actividades que la componen; además de identificar las múltiples acciones que se desarrollan para tratar de mantener un proceso eficiente, que contribuya a la rentabilidad de la empresa. Asimismo, realizar un análisis de los resultados de los indicadores de gestión en el proceso de distribución de la empresa BACKUS S.A. – Cajamarca, con el objetivo de brindar resultados, conclusiones y sugerencias, que puedan servir como marco teórico en trabajos relacionados y que sirva para una mejor toma de decisiones, en temas relacionados a la optimización de procesos de distribución.

1.10.2. Justificación práctica-técnica

El estudio se justifica por la necesidad de dar a conocer cómo las gestiones operativas en el área de distribución pueden contribuir con la optimización del proceso de reparto de productos, contribuyendo a mejorar los resultados de sus indicadores de la empresa. Por ello, como contribución

a esa adecuada gestión, se pretende plantear un posible modelo de optimización basado en la operatividad real que se da en el mercado, además de rescatar las buenas prácticas que se vienen empleando. Así mismo aportar experiencias para las empresas que tienen procesos de reparto o distribución como actividad principal o secundaria, mejorando la praxis en las distintas actividades que componen sus procesos, y fomentar una gestión competitiva de procesos.

1.10.3. Justificación institucional y académica

El Estatuto de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Capítulo referido a la Investigación, Artículo 211: Función y participación, señala: “La investigación, responde a la problemática de la sociedad, con énfasis en los problemas del ámbito local, regional, nacional y universal”. En esta investigación al tener variables de estudio relacionadas a: optimización de procesos y modelos de planificación de rutas de reparto, corresponde maximizar o minimizar (según corresponda) una función objetivo teniendo en consideración ciertas condiciones o las comúnmente llamadas restricciones, que siempre estarán presentes en todo proceso, por ello la función objetivo está estrechamente relacionada con la persecución de la eficiencia y eficacia, variables que son básicas en las ciencias económicas, dado el uso de recursos y la creación de riqueza. Entonces, la investigación no es ajena a lo establecido por el estatuto.

Además, esta investigación está dentro de los lineamientos del Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Académico Profesional de Economía para la obtención del Título Profesional de Economista.

1.10.4. Justificación personal

El presente documento, además de afianzar la formación profesional del responsable de la investigación, presentar conclusiones y recomendaciones útiles para el proceso de distribución para la empresa en estudio, pretende extender el material de referencia para posteriores trabajos de investigación, y exponer un caso práctico y real de teorías y modelos de optimización que son aprendidos durante la etapa formación profesional.

1.4. Delimitación del Problema: Espaciotemporal

Luego de haber descrito generalidades de la problemática del estudio, la investigación se delimitó según los aspectos siguientes:

1.4.1. Delimitación espacial:

El ámbito en el cual se ha desarrollado la investigación comprende al centro de distribución (CD) de la empresa Backus S.A.A – Cajamarca, del cual es el punto central para atención a clientes detallistas mediante las unidades de reparto o mediante el denominado transporte secundario (T2); lo que viene a ser el proceso de distribución propiamente dicho. Las zonas geográficas atendidas desde el CD Cajamarca comprende a los distritos de: Cajamarca ciudad, Encañada, Los Baños del Inca, Namora, Llacanora, San Juan, Magdalena y Jesús.

1.4.2. Delimitación temporal:

El periodo de estudio comprende de enero a diciembre del año 2017.

1.4.3. Delimitación Teórica:

La investigación está orientado a la reflexión del conocimiento de variables, aspectos y relación entre las actividades vinculadas al proceso de

distribución y su optimización, así como analizar los resultados de los indicadores de gestión del proceso en sí.

1.5. Limitaciones del Estudio

No se presentaron mayores dificultades en la recopilación de información conceptual y teórica. La información de las variables de estudio a nivel internacional y nacional es suficiente, sin embargo, la información a nivel regional si es muy escasa, por lo tanto, se ha decidido trabajar con la información disponible. Por otro lado, si bien es cierto que en la empresa en estudio se nos brindó el acceso a toda información, no han permitido publicar imágenes e información de las funcionalidades de los principales sistemas operativos, por un tema de información reservada.

1.6. Objetivos de la Investigación

1.6.1. Objetivo general

Analizar el proceso de distribución de productos en el centro de distribución Cajamarca de la empresa Backus S.A.A. y determinar cómo se puede optimizar, a través de la propuesta de un modelo de planificación de reparto, de acuerdo con las exigencias del mercado y que contribuya a obtener mejores resultados de sus indicadores.

1.6.2. Objetivos específicos

- i. Explicar cómo se desarrolla el proceso de distribución de productos de la empresa Backus S.A.A. en su centro de distribución de Cajamarca.

- ii. Analizar el modelo de optimización del proceso de reparto que se viene aplicando en la empresa Backus S.A.A. y determinar si está acorde a las condiciones y exigencia del mercado y la modernidad.
- iii. Analizar la estructura y los resultados de los indicadores más relevantes del proceso de distribución de productos de la empresa Backus S.A.A. – Cajamarca, y de esta manera poder determinar cómo mejorar sus resultados.
- iv. Proponer un adecuado modelo de optimización de rutas para el reparto de productos de la empresa Backus S.A.A en su Centro de Distribución - Cajamarca, que contribuya en la atención de las exigencias del mercado, además de mejorar de los resultados de sus indicadores.

1.7. Hipótesis y Variables

1.7.1. Hipótesis general

“Para mejorar el proceso de distribución de productos de la empresa Backus S.A.A. en su centro de distribución Cajamarca, se debe proponer un adecuado modelo de planificación de rutas de reparto, que considere las actuales exigencias del mercado; con ello se podrá mejorar las prácticas operativas del reparto, lo que mejorará el proceso y el resultado de sus indicadores”.

1.7.2. Hipótesis específicas

- i. El proceso de distribución de productos de la empresa Backus S.A.A. en su Centro de Distribución Cajamarca presenta deficiencias tanto en su planificación, como en las practicas operativas de reparto.
- ii. El Modelo de optimización de rutas de reparto de productos que se viene aplicando en el centro de distribución Cajamarca no está acorde con las exigencias del mercado y la modernidad, dado que estructura no considera todas las variables que afectan la operatividad del reparto.
- iii. Los indicadores del proceso de distribución de reparto más relevantes son: Efectividad de reparto, Eficiencia de ruta, Productividad camión, Desviación del tiempo del reparto en el mercado y Drop size, y para mejorar sus resultados es necesario realizar reajustes en el modelo de optimización de rutas de reparto y gestionar de mejor manera la operatividad del personal de reparto.

1.7.3. Variables que determinan el modelo de contrastación de la hipótesis

✓ **Variable Endógena o Dependiente:**

Optimización del proceso de distribución y sus indicadores de distribución.

✓ **Variable Exógena o Independientes:**

Modelo de planificación de rutas de reparto.

1.7.4. Relación de variables

- *Variable X:* Optimización del proceso de distribución y sus indicadores de distribución.

- *Variable Y*: Modelo de planificación de rutas de reparto.

Donde:

$X = f(Y) \Rightarrow$ Optimización del Proceso de distribución y sus indicadores de distribución = f (Modelo de planificación de rutas de reparto).

1.7.5. Operacionalización de Variables

Tabla 01

Operacionalización de Variables y definición conceptual

VARIBLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES/ FACTORES	INDICADORES	TÉCNICAS/ INSTRUMENTOS
<p><u>VAR. ENDOGENA</u></p> <p>Optimización del Proceso de Distribución y sus Indicadores de Distribución</p>	<p>“La optimización de procesos de distribución es minimizar los costos y los tiempos, así como maximizar el rendimiento, la eficiencia y la productividad de los activos, contribuyendo directamente con un mayor volumen de ventas”. (Anaya, 2002).</p> <p>“Los indicadores de distribución son datos que sirven para conocer, valorar las actividades y el rendimiento de los procesos internos. Su principal objetivo es controlar el costo de transporte respecto a las ventas de la compañía” (Anaya, 2002).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Calidad de atención de clientes. - Cumplimiento de planificación de rutas. - Agilidad en la planificación de rutas. - Capacidad de gestión para la entrega de pedidos. - Uso eficiente y eficaz de recursos (personas, vehículos, infraestructura). - Reducción de costos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Volumen de ventas. - Tiempos de permanencia en el mercado. - Pedidos rechazados - Uso de capacidad de camiones. - Atención de recargas. - Cumplimiento de rutas. - Distancias (Kilómetros recorridos). 	<p>Observación: Registros y reportes físicos y/o Electrónicos.</p> <p>Entrevistas y Análisis de documentos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Libreta de apuntes y anotes. - Guía de entrevista - Hojas de Cálculo.
<p><u>VAR. EXÓGENA</u></p> <p>Modelo de Planificación de Rutas de Reparto</p>	<p>“Un modelo de planificación de reparto es la metodología que describe la manera y particularidades de repartir productos, cuyo objetivo es desarrollar la mejor secuencia de paradas, teniendo en cuenta la estructura de zonas y posibles restricciones existentes en el mercado”. (Ballou, 2004).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Frecuencia de visita semanal. - Identificación de zonas de reparto. - Cantidad de clientes a atender, (paradas). - Cantidad de producto a despachar - Número de vehículos disponibles - Función objetivo. - Restricciones del mercado. - Geolocalización de clientes. - Mapas electrónicos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Número y tipo de zonas. - Tráfico, tipo de calles, ventanas horarias, tipo y capacidad de vehículos, secuencia de paradas, tipo de cliente. - Hectolitros, Distancias, Min/Horas 	<p>Observación, análisis de documentos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Archivos físicos y/o electrónicos. - Guía de Registros y entrevistas. - Guía de apuntes y anotes.

1.7.6. Matriz de Consistencia

Tabla 02

Matriz de consistencia: Optimización del Proceso de Distribución de Productos de la Empresa Backus S.A.A. – CD Cajamarca - Año 2017

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INDICES
<p>Problema General: ¿Cómo optimizar el proceso de distribución de productos de la empresa BACKUS S.A.A - Centro de Distribución Cajamarca, para mejorar el resultado de sus indicadores, año 2017?</p>	<p>Objetivo General: Analizar el proceso de distribución de productos en el centro de distribución Cajamarca de la empresa Backus S.A.A. y determinar cómo se puede optimizar, a través de la propuesta de un modelo de planificación de reparto, de acuerdo con las exigencias del mercado y que contribuya a obtener mejores resultados de sus indicadores.</p>	<p>Hipótesis General: "Para mejorar el proceso de distribución de productos de la empresa Backus S.A.A. en su centro de distribución Cajamarca, se debe proponer un adecuado modelo de planificación de rutas de reparto, que considere las actuales exigencias del mercado; con ello se podrá mejorar las prácticas operativas del reparto, lo que mejorará el proceso y el resultado de sus indicadores".</p>	<p>Variable X: Optimización del Proceso de Distribución y sus Indicadores de Distribución.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Calidad de atención a clientes. - Cumplimiento de planificación de rutas. - Planificación de rutas. - Capacidad de gestión para entrega de pedidos. - Uso eficiente y eficaz de recursos (personas, vehículos, infraestructura). - Reducción de costos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Volumen de ventas. - Tiempos de permanencia en el mercado. - Pedidos rechazados - Uso de capacidad de camiones. - Atención de recargas. - Cumplimiento de rutas. - Km recorridos/Distancias 	<ul style="list-style-type: none"> % N° T°
<p>Sistematización del Problema: - ¿Cómo es el desarrollo del proceso de distribución de productos de la empresa Backus S.A.A en su Centro de Distribución Cajamarca? - ¿El modelo de optimización de rutas actual que se emplea para el proceso de distribución de la empresa Backus S.A.A. – Cajamarca, está acorde a las exigencias del mercado y la modernidad? - ¿Cómo mejorar el resultado de los indicadores que se presentan en el proceso de distribución de productos de la empresa Backus S.A.A – Cajamarca?</p>	<p>Objetivos Específicos: - Explicar cómo se desarrolla el proceso de distribución de productos de la empresa Backus S.A.A. en su centro de distribución de Cajamarca. - Analizar el modelo de optimización del proceso de reparto que se viene aplicando en la empresa Backus S.A.A. y determinar si está acorde a las condiciones y exigencia del mercado y la modernidad. - Analizar la estructura y los resultados de los indicadores más relevantes del proceso de distribución de productos de la empresa Backus S.A.A. – Cajamarca, y de esta manera poder determinar cómo mejorar sus resultados. - Proponer un adecuado modelo de optimización de rutas para el reparto de productos de la empresa Backus S.A.A en su Centro de Distribución - Cajamarca, que contribuya en la atención de las exigencias del mercado, además de mejorar de los resultados de sus indicadores.</p>	<p>Hipótesis Específicas: - El proceso de distribución de productos de la empresa Backus S.A.A. en su Centro de Distribución Cajamarca presenta deficiencias tanto en su planificación, como en las practicas operativas de reparto. - El Modelo de optimización de rutas de reparto de productos que se viene aplicando en el centro de distribución Cajamarca no está acorde con las exigencias del mercado y la modernidad, dado que estructura no considera todas las variables que afectan la operatividad del reparto. - Los indicadores del proceso de distribución de reparto más relevantes son: Efectividad de reparto, Eficiencia de ruta, Productividad camión, Desviación del tiempo del reparto en el mercado y Drop zise, y para mejorar sus resultados es necesario realizar reajustes en el modelo de optimización de rutas de reparto y gestionar de mejor manera la operatividad del personal de reparto.</p>	<p>Variable Y: Modelo de Planificación de Rutas de Reparto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Frecuencia de visita semanal. - Identificación de zonas de reparto. - Cantidad de clientes a atender, (paradas). - Cantidad de producto a despachar - Número de vehículos disponibles - Función objetivo. - Restricciones del mercado. - Geolocalización de clientes. - Mapas electrónicos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Número y tipo de zonas. - Tráfico, Tipo de calles, ventanas horarias, tipo y capacidad de vehículos, secuencia de paradas, tipo de cliente. - Hectolitros, Km, Min/Horas 	<ul style="list-style-type: none"> % N° T°

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.5. Antecedentes de la Investigación

El buscar mejorar los diversos procesos operativos que desarrollan las empresas productoras y comercializadoras de bienes de consumo masivo, como es el caso del proceso de reparto de productos, significa asegurar su existencia en el mercado, y no solo porque ayuda a identificar variables internas y externas que pueden influir positiva o negativamente en su desarrollo, sino también porque permitirá una adecuada toma de decisiones, planificación de actividades lo que conllevará a instaurar ventajas competitivas frente a los competidores, y esto a su vez ayudará en gran medida a mejorar el rendimiento de sus recursos.

Para desarrollar de la mejor manera posible la siguiente investigación, se ha procurado ubicar estudios e investigaciones relacionadas a la optimización de los procesos de distribución de productos, como parte fundamental de una cadena de valor, en sus respectivos escenarios y condiciones.

En esta aparte se presenta la síntesis de algunos trabajos de investigación, con el fin de comprender y tener un concepto más claro acerca del trabajo a desarrollar.

Para referenciar el presente trabajo se ha indagado progresivamente desde lo más lejano, a lo más cercano de nuestra realidad, revisando publicaciones en los tres contextos siguientes: Internacional, Nacional y Regional y/o Local:

2.1.1. Antecedentes internacionales.

Según Argenti & Marocchino (2007), en su publicación: Guía para planificadores, titulada: "*Procesos abastecimiento y de distribución de alimentos en las ciudades de los países desarrollados*". Los autores hacen una clara mención de lo complejo que puede llegar a ser los procesos de planificación y distribución de bienes de consumo masivo, como es el caso de los alimentos y bebidas en las grandes ciudades del mundo donde las poblaciones alcanzan cifras muy elevadas, como por ejemplo: La ciudades de Tokio en Japón, que supera los 28 millones de habitantes, ciudad de México con más de 18 millones, Sao Paulo Brasil supera los 17 millones, New York alcanza los 16 millones, la ciudad Los Ángeles con más de 13 millones de habitantes, entre tantas otras ciudades con una densa población en amplias zonas. Ellos mencionan la difícil situación de distribución en las urbanizaciones, con difíciles accesos vehiculares. Crece la demanda en las ciudades y se necesitan mayores cantidades de productos terminados; sin embargo, las estructuras de mercado, almacenamiento y transporte cada vez tienen menor capacidad de respuesta a las mayores exigencias de los mercados en relación con los productos de consumo masivo.

Plenamente consciente de la complejidad y variedad de contextos de los países en desarrollo, los autores de esta publicación describen las actividades principales y sugiere criterios de planificación para hacer frente a las dimensiones físicas y espaciales de las ciudades para mejorar la cantidad, calidad, variedad y seguridad de los bienes; mencionan los principales aspectos a considerar en los procesos de distribución, como son: Identificar diferentes mecanismos de distribución mayorista, identificar

mercados existentes (diseñarlos en mapas) y de fácil acceso para las áreas rurales y urbanas, métodos de compra-venta utilizados por mayoristas y detallistas, la existencia y eficacia de infraestructuras y servicios, disponibilidad y factores limitantes: recursos humanos capacitados, financieros y sobre todo tecnológicos, concentración de clientes, tránsito vehicular y rutas restringidas, identificación de estacionamientos, tránsito peatonal y áreas de acceso. La Infraestructura de transporte, tiempos y costos de transporte, medios y la capacidad y medios de transporte, exigencias de transporte frigorífico, pérdidas de productos (cantidad y causas), tipos de operadores comprometidos, control de carga: Peso, volumen, unidades. La geolocalización de clientes, etc. Realmente los autores hacen notar que esto es un tema muy complejo que demanda una dedicada y cuidadosa planificación.

En esta publicación, se menciona a las grandes empresas productoras de bienes de consumo masivo, las que realizan buenas inversiones en sistemas tecnológicos de planificación y distribución, la mayoría de las empresas transnacionales productoras no son las encargadas de realizar la distribución en todos los mercados, sino que lo hacen a través de múltiples empresas comisionistas dedicadas exclusivamente a la distribución de sus productos. Las redes de distribución son diseñadas según las características de las zonas donde se opera, por ello pueden ser de múltiple cantidad.

Vaca (2009), en su Tesis para la obtención del título de Máster en Economía con énfasis en Administración en la Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito-Ecuador. Titulada: "*La administración por procesos en la productividad de las empresas*"; en una de sus conclusiones del documento de investigación, nos dice que es muy posible mejorar la rentabilidad de las

empresas a través del monitoreo y optimización de los procesos. Menciona que, la administración en base a procesos; asegura además que el éxito de la organización, la calidad de los productos y/o servicios que provee y la satisfacción de las necesidades del cliente, que sin una filosofía y una política tendiente a la mejora continua de los procesos y por lo tanto de calidad, productividad y satisfacción del cliente, las empresas no estarían asegurando su continuidad en el mercado, salvo que no tengan una competencia directa. También, nos manifiesta que como resultado de una correcta planificación y control de los procesos se desprenden ventajas y diferenciaciones en las organizaciones, se concentra el esfuerzo en ámbitos de procedimientos puntuales, donde realmente amerita tal empuje; contribuye además a la adaptación de los procesos con los avances tecnológicos, permite eliminar procesos repetitivos, incrementa la productividad y dirige a la organización hacia la competitividad. Reitera en varias oportunidades lo importante del uso de la tecnología en los procesos y en la planificación de estos.

Así mismo, Guacaneme & Pulido (2013), en su investigación: *“Optimización de los Procesos Operativos en Logística y Servicios Capital S.A.”*. informan que, para medir la gestión del sistema logístico de la empresa L&S Capital S.A. ha sido fundamental la generación de indicadores correctos, que se pueden conseguir gracias a un adecuado registro de datos. Estos indicadores permiten el seguimiento periódico de los resultados de las actividades y de esa manera observar la funcionalidad de las propuestas realizadas en el proceso logístico de la empresa en estudio. Los autores exponen la importancia de los indicadores del proceso como herramientas que facilitan la evaluación de los posibles modelos de planificación y

optimización de procesos. Así mismo hacen mención, que en los procesos logísticos, los procesos operativos son claves para conseguir mayor productividad, por los que las empresas deben enfocarse en conocerlos, monitorearlos, implementar mejoras y hacer retroalimentación a los indicadores que muestre la operación, con el objetivo de que se mantengan en la búsqueda de la mejora continua.

En una de sus conclusiones, los autores hacen mención a los resultados del análisis de los procesos logísticos y en especial en el de reparto o despacho de productos, con el cual evidenciaron pérdidas de tiempo en el mercado, y desplazamientos innecesarios debido a la falta de una buena planificación de rutas y hasta la entrega de pedidos con error por la falta de capacitación y concientización del personal involucrado en el proceso.

Zambrano & López (2012). En su trabajo de investigación titulado: *“Diseño de Optimización del Modelo de la Red de Distribución y Transporte de la Empresa Panificadora de Productos de Consumo Masivo”*; los autores plazman como objetivo general: Diseñar un modelo de la red de distribución y transporte de la empresa, que minimice los costos de transporte y de operación de los centros de distribución, frente a la problemática de planificación de rutas para operar eficientemente una red de distribución y transporte en la ciudad de Santiago de Calí, en el país de Colombia. Para ello utilizan a los indicadores de distribución, como por ejemplo, que la capacidad de la flota, esta siendo sub-utilizada, tiempos muertos durante el proceso de reparto, el incremento de los costos logísticos, los altos niveles de competitividad en el sector y hasta las necesidades cambiantes del mercado actual.

La investigación se basa en resolver el problema de ruteo de vehículos con asignación de conductores, considerando la carga y la entrega con ventanas de tiempo u horario. Respecto a la metodología usada para el desarrollo del diseño y estructuración del modelo de ruteo de transporte, lo abordan con los siguientes puntos: Separación de pedidos en la fuente, mapeo de clientes, método de barrido y el método de ahorros.

Los autores hacen mencionan que, para correr un programa que efectúe el mapeo de rutas, es necesario contar con cierta información, como son: ubicación de los clientes registrados en el mapa de la ciudad de Santiago de Cali, el programa tiene que calcular la distancias entre cada uno de los puntos localizados, la velocidad promedio en la que un vehículo hace la ruta, el tiempo que toma en atender y descargar las cajas en los clientes, la capacidad de carga de los vehículos y la cantidad de cajas a entregar. Con toda esta información la empresa puede correr el programa *Logware*, el cual busca la optimización de rutas como función objetivo, considerando todas las restricciones que presenta el mercado logra trazarse una ruta optima, orientada a minimizar costos sin descuidar la calidad de atención de los clientes.

2.1.2. Antecedentes nacionales.

Según Alanya & Camacho (2019), en su tesis titulada: “*Propuesta de mejora en el proceso logístico de distribución a través de la mejora continua y el uso de un modelo de optimización de ruta en la Empresa Latinoamericana de Envases E.I.R.L.*” proponen una mejora dentro del proceso de Distribución de la empresa en estudio, ante uno de los principales problemas que han identificado: El incumplimiento de entrega de pedidos. Según los autores la entrega de estos pedidos se lleva a cabo de manera parcial o simplemente el reparto no llega al punto de entrega a causa de una inadecuada programación de rutas.

Después de un análisis de la situación, para la elección de un modelo correcto de optimización, realizaron un comparativo entre dos modelos: El modelo de Pétalo, que emplea rutas con una cantidad de entregas establecidas, y a partir de la variable distancia (la cual se relaciona directamente con otros recursos, como consumo de gasolina, tiempo, entre otros) se determinaron una función objetivo y sus respectivas restricciones, las cuales fueron procesadas dentro de un Software “LINDO”; y el Modelo de Ahorros de Clarke & Wright, que como su nombre indica consiste en hallar la menor ruta a partir del mayor ahorro. Con esta comparación de modelos muestran que con la implementación de la propuesta de mejora presentada, se obtendría un ahorro del 16% del costo actual de transporte y a la vez un incremento del 16% de la capacidad de venta en comparación a la que posee actualmente la empresa, haciendo notar que la propuesta es favorable para la empresa.

Según Ortecho (2011), en su trabajo de investigación titulado: "*Propuesta de mejora en el proceso de distribución de una empresa de aceites y grasas lubricantes*"; si bien es cierto que los productos en referencia no son de consumo masivo, la autora exponen muy bien los problemas a los que se enfrentan las empresas en lo que respecta al proceso de distribución y transporte de productos o mercancías: 1.- Los largos tiempos que pasan los camiones de transporte en el mercado, lo que les lleva a que ingresen a la planta demasiado tarde. 2.- Desorden de los despachos de mercancía. 3.- Equivocaciones y demoras en las cargas. 4.- Recorridos excesivos en las rutas de reparto. 5.- Falta de experiencia y capacitación de los transportistas. La autora nos dice que la mayoría de estos problemas es a causa de una mala planificación de de rutas y actividades de reparto; por tratar de cumplir con todos los pedidos sin tener buenos lineamientos para el proceso, que incluso hay actividades que se han convertido en un cuello de botella dentro del proceso.

Reyes (2015), en su investigación denominada: "*Propuesta de un diseño de rutas con ventanas de tiempo sin restricción de capacidad para una empresa distribuidora de productos alimenticios en el municipio de Palmira*", presenta la problemática por la que atraviesa el agente viajero, con la finalidad de encontrar una propuesta de mejora en el diseño y programación de la ruta. El autor sintetiza el problema en la falta de planificación adecuada para realizar las rutas de reparto, lo que genera otra causa crítica como retrasos de repartos que puede darse desde el inicio de las entregas, generando defectos en el proceso como demoras, revisitas y rechazos. Ante ello el autor, para representar, resolver y optimizar situaciones a las que se encuentra sujeto un sistema de transporte, ha

planteado y desarrollado diferentes técnicas de solución considerando ventanas horarias, que permiten a las organizaciones tener capacidad de respuesta a las diferentes condiciones y variables que afectan directa o indirectamente al proceso de ruteo de vehículos, manifiesta que se debe considerar todas las restricciones que afectan un sistema de distribución, como las ventanas de tiempo asociadas a cada cliente, considerando otras restricciones en las unidades de reparto. El factor de las ventanas de tiempo de cada nodo, deben ser evaluadas ya que estas tienen la característica de estar en función de la jornada de trabajo de cada establecimiento, y a pesar de intervalos de tiempo de dos horas en promedio, es un tanto complejo abastecer a una red lógica de clientes dispersos en una localidad, por tanto para que de resultados positivos hay que tener en consideración otras variables, como por ejemplo la velocidad promedio a la que puede desplazarse la unidad de reparto y la cantidad de paradas programadas en la ruta. En la implementación del método propuesto, se permitió hallar rutas óptimas en términos de la reducción de costos por distancias recorridas y mayor atención de clientes, rutas productivas.

Milla & Silva (2013), en su trabajo de investigación titulada: "*Plan de mejora del almacén y planificación de las rutas de transporte de una distribuidora de productos de consumo masivo*" presentan una propuesta de mejora para la planificación de rutas para el transporte de productos, mediante la aplicación de un modelo basado en el algoritmo de Clarke & Wright en la zona de estudio mediante la utilización del software llamado *VRP Solver*, de la cual extraemos sus principales resultados de su estudio, como son: Reducción significativa de la distancia total a recorridas por los camiones de reparto (un ahorro del 25,68% de recorrido), la reducción de

distancia total recorrida repercute directamente en el tiempo total de distribución siendo un 18% menos de tiempo en el mercado, balanceo de tiempos y recorridos entre las diferentes unidades de reparto, menores índices de pedidos rechazados por razones de demora o visitas fuera de horario por parte de los vehículos.

Así mismo, en tal investigación las autoras presentan una propuesta de mejora en el proceso de entrega de productos, el cual considera necesario realizar una capacitación a todos los colaboradores nuevos que ingresan a la distribuidora, para darles a conocer la gama de productos, las rutas, y actividades que definen el éxito del proceso de distribución.

2.1.3. Antecedentes regionales.

En lo que corresponde al ámbito regional, no se encontró investigaciones relacionadas directamente con el tema, aun ni en las páginas más públicas y formales de internet como son "*Alicia Concytec*" y "*Google Académico*".

2.2. Bases Teóricas

➤ Logística y cadena de suministro.

Ballou (2004), precisó que, la definición de logística más acorde a los objetivos y las actividades empresariales en general, sería la establecida por el Consejo de Dirección Logística, la cual la define de la siguiente manera: La logística es la parte del proceso de la cadena de suministro que planea, lleva a cabo y controla los flujos, el almacenamiento y el reparto eficiente y efectivo de bienes y servicios, así como de la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes (p. 22).

Esta definición nos brinda la idea de que los flujos del producto tienen que ser gestionados desde que son materias primas hasta que finalmente llegan a las manos del consumidor final. Asimismo, esta definición comprende no solo productos, sino también servicios, y la gestión de toda información que se desprenda de las actividades que se ejecuten.

El autor resalta que la administración de la cadena de suministro es muy importante hoy en día, porque muchas organizaciones están logrando una ventaja competitiva significativa por la forma en que configuran y manejan las operaciones y procesos de la cadena de suministro.

Este trabajo está enfocado directamente al estudio del proceso de distribución de productos finales, distribución que comprende las actividades desde el almacenamiento de productos en un centro de distribución en específico y con todas las actividades que implica el repartir o despachar los productos en los diferentes puntos donde se localizan los clientes. Es de

entender que este proceso forma parte de la gran cadena de suministro de bienes y servicios.

➤ Logística de distribución/ Proceso de distribución.

La logística de distribución también conocida como logística de salida, es una etapa o fase de la cadena de suministro que se encarga de gestionar las actividades relacionadas con la distribución de productos hacia los compradores, incluyendo almacenaje y entrega. Distribución es un término empleado en la producción y el comercio para describir la etapa de la cadena de abastecimiento, que se encarga de las actividades relacionadas con el movimiento de los productos terminados desde el final de la fabricación hasta el punto donde será adquirido por el consumidor final. Esta fase también requiere de un alto grado de eficiencia, ya que exige una serie de gastos operativos los cuales deben ser controlados en medida de lo posible. La distribución, también debe ajustarse a las características del producto y del mercado. Para lograr que los productos lleguen a su destino, cliente o consumidor final en las condiciones deseadas, es necesario aplicar una estrategia que beneficie el transporte y el manejo de los productos. Uno de los elementos más importantes en esta etapa son los canales de distribución, estructura que se crea para comercializar los productos y llevarlos al consumidor final, siendo los canales: Mayorista y de detallistas, los más conocidos. (Pineda 2015, p.45-48).

En la publicación se presenta una concisa clasificación de las funciones del proceso de distribución. Las funciones planteadas son las siguientes:

- Transportar: Actividad necesaria para movilizar los productos. Este es el actor principal en la distribución física del lugar de fabricación al lugar de consumo, por lo tanto, requiere de un manejo capacitado.
- Fraccionar: Actividad dirigida a ubicar los productos fabricados en las cantidades y condiciones que exija el mercado.
- Almacenar: Acción de asegurar productos entre el momento de fabricación y el momento de la compra o uso final.
- Informar: Permite el conocimiento de las necesidades del mercado para actualizar y mejorar las estrategias de mercado y logística interna.
(Universidad Militar Nueva Granada, s/f.)

Anaya (2002), rescata la relación directa que existe entre la logística y todas las actividades inherentes a los procesos, en especial los de almacenamiento y distribución, él dice que estas dos actividades pueden llegar a contribuir al encarecimiento de los costos por parte de las empresas, por lo que éstos son aspectos de importancia vital para la competitividad de la empresa. A la logística la describe como una estrategia a mediano y largo plazo, que permite analizar y evaluar la metodología más rentable de distribución, para mejorar la productividad y calidad del servicio. La distribución forma parte de la logística, con la necesidad de optimizar los recursos humanos, instalaciones y sistemas, elevando al máximo el valor creado por el sistema de trabajo dentro de un centro de distribución. Así, el valor agregado de cada centro de distribución se eleva para el cumplimiento de la estrategia corporativa, con relación a la eficiencia de las operaciones de almacenamiento y despacho y la mejor utilización de los activos.

Anaya (2002), también menciona la importancia que tienen los centros de distribución para las distintas empresas y en especial para empresas de consumo masivo, como lo son las embotelladoras, es permitir la entrega de enormes cantidades de productos al mercado en forma continua, satisfaciendo las necesidades de sus clientes comerciales y de los consumidores finales.

➤ Los centros de distribución.

Como parte de nuestra investigación, encontramos que, un centro de distribución tiene como objeto el aprovisionamiento, que consiste en un sistema de alimentación-reposición con relación al proceso productivo como guía para la uniformidad y continuidad de este. Todos los centros de distribución sirven para absorber las exigencias de la demanda impuestas por el mercado. Su función suele dividirse en las secciones de inventario en masa e inventario activo y suelen basarse a partir de cargas físicas y cargas unitarias. El fin de un centro de distribución es el de establecer un sistema de entrega de productos requeridos por el mercado, el cual permita a la organización de ventas proporcionar un servicio oportuno, continuo y eficiente hacia los clientes comerciales y por ende consumidores. La función de un centro de distribución comprende distintas actividades como recepción, inspección, control, clasificación, sistematización, conservación, expedición y distribución de mercancías. (Sainz, 2001).

Sainz (2001), además nos dice que en todo centro de distribución se distinguen distintas áreas, las cuales deben estar claramente definidas, como las áreas de descarga y carga de vehículos, áreas de almacenamiento, áreas de "picking" y áreas de servicio, con relación a los flujos de entrada y salida, lo cual le permite al centro de distribución la ejecución de distintas actividades,

como la carga para las rutas de distribución, el manejo de inventario de productos y envases, el recibimiento e inspección de productos, la clasificación y almacenamiento de productos, la gestión del mantenimiento de la infraestructura física y la inspección del mantenimiento de la flota secundaria como vehículos de apoyo y montacargas.

Por lo antes mencionado, podemos deducir lo importante que es el rol que cumplen los centros de distribución, ya que es ahí donde se da inicio a todo el proceso de distribución de productos para la satisfacción de la demanda, teniendo en cuenta cuan ventajoso puede ser el contar con una adecuada estructura física (construcción) para el desempeño y logro de objetivos de la empresa a través de su distribuidora.

➤ Gestión de la distribución física.

Ballou (2004), en la quinta edición de su libro denominado: "*Logística Administración de la Cadena de Suministro*", hace referencia a la definición de la distribución física, entendiéndose esta como el: "conjunto de actividades que se ocupan del flujo de productos terminados (y el flujo de información a él asociado) desde el final del proceso de fabricación hasta que dichos productos se encuentran en manos de los clientes" (Gutiérrez, 1998, p. 47). Teniendo en cuenta que este enfoque tiene como referencia al productor del bien; sin embargo, la definición puede adaptarse a otros elementos de la cadena de suministro.

El principal objetivo de este macroproceso es conseguir que los productos se encuentren en el lugar y el momento preciso, de acuerdo con las cantidades solicitadas y con un costo mínimo. Comprende la gestión de los procesos desde

la carga de productos en las unidades de transporte hasta la descarga de estos en el punto de venta o el cliente; es decir, comprende los procesos de carga en los centros de distribución o almacenes, el transporte y la entrega de productos en el destino final, con una previa planificación de puntos de paradas. El autor define claramente dos procesos que deben ser analizados en la gestión de la distribución física de bienes:

A. Proceso de carga.

El proceso de carga de productos consiste en la asignación de unidades de manipuleo (pallets, cajas, paquetes, etc.) y el ordenamiento de éstas dentro de la unidad de transporte con el objetivo de facilitar las tareas de entrega al final del proceso de distribución.

B. Proceso de transporte

El proceso de transporte o la gestión de dicho proceso comprende el análisis y elección del mejor medio para trasladar los productos del punto de origen al de destino; la elección del sistema de transporte a utilizar (propio o subcontratado) y el diseño de la mejor ruta para conseguir el objetivo principal del proceso de distribución, esto facilita las actividades para distribuir los productos en el lugar y momento adecuados al menor costo.

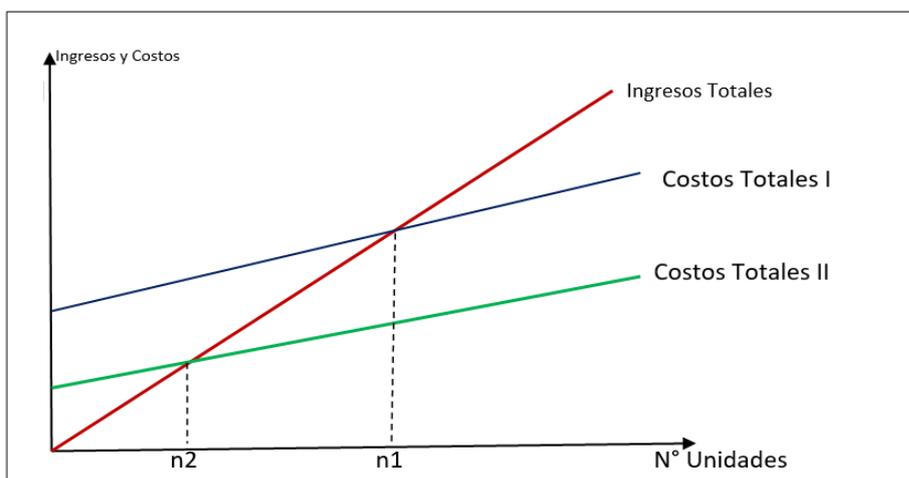
Para Gil (1998, citado por Milla & Silva, 2013), nos dice que lograr eficiencia en la distribución física de los productos es muy importante para todas las empresas pues genera ahorros y por ende contribuye a maximizar las ganancias y utilidades. Los costos logísticos promedio de las empresas (en EE. UU) son aproximadamente 11% del volumen total de ventas. Gil (1998), señala que el porcentaje de participación de los

costos de transporte en países desarrollados oscila entre el 10 y el 13% del valor de las ventas.

Por todo lo anterior, se puede concluir que una reducción en los costos de transporte representa una clara oportunidad para aumentar las ganancias de una empresa. Como lo explica Gil Gutiérrez (1998), la reducción de los costos de distribución ayuda a reducir el punto de equilibrio de los productos por lo que se necesita vender una cantidad menor de los mismos para empezar a obtener ganancias. Se puede apreciar en la figura 1, que la recta llamada Costos Totales 2, que representa una reducción en costos fijos y variables respecto a la recta Costos Totales 1, posibilita que el nuevo punto de equilibrio para la empresa (n_2) sea menor.

Figura 1.

Variación del Punto de Equilibrio por Reducción de Costos de Transporte



Fuente: Milla & Silva (2013)

En el caso de los países en vías de desarrollo los porcentajes indicados anteriormente podrían ser mayores debido a que se presentan otro tipo de restricciones y problemas a la hora de realizar los transportes. Por ejemplo, en

países como el Perú los altos costos de los combustibles, la limitada infraestructura vial, el crecimiento urbano sin una planificación previa y las altas tarifas cobradas en las carreteras, etc. generan que los porcentajes de participación sean más elevados, lo que termina restándole competitividad a las empresas.

➤ Diseño y programación de las rutas de transportes.

Ballou (2004), en su publicación: *“Logística, Administración de la Cadena de Suministro”* también hace hincapié la importancia de los diseños y programación de rutas de transporte como parte de la gestión de la cadena de suministro y la optimización del proceso, él nos dice que los costos de transporte tienen una participación relevante en los costos logísticos totales; por ello, es importante poder reducirlos sin afectar la calidad del servicio brindado. Ante ello, sugiere planteamiento de una interrogante importante: El diseño y planificación de rutas de transporte que actualmente se está aplicando, ¿es el óptimo?

Existen diversos algoritmos para el diseño y programación de rutas de transporte los que deberán ser evaluados para determinar cuál es el más adecuado para la realidad de cada empresa y mercado. A continuación, se muestran algunos de los métodos a emplear para la determinación de rutas óptimas o cuasi óptimas.

➤ Algoritmo de Dijkstra.

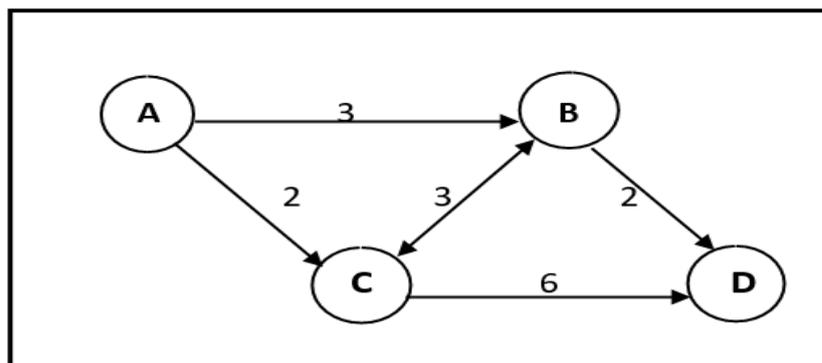
El algoritmo de Dijkstra, también conocido como algoritmo de caminos mínimos. El objetivo del método es encontrar la ruta o camino más corto para cada nodo de destino desde un nodo de origen. Para este algoritmo tendremos

en cuenta dos conceptos fundamentales como nodos y arcos, según investigación de operaciones: aplicaciones y algoritmos del autor (Winston, 2005, p. 77).

- Nodos: Vértices o puntos extremos de una red. En las redes de reparto o transporte en una localidad, estos deberían ser los clientes finales dispersos y ubicados en un determinado mapa.
- Arco: Usualmente llamado borde o flecha. Consiste en un par ordenado de puntos extremos y representa una posible dirección de movimiento que podría ocurrir entre puntos extremos. En las redes de transporte, los arcos podrían ser los caminos. Los arcos proporcionan la conectividad entre los nodos. Una calle de una sola dirección podría ser representado por un arco, mientras que una calle de dos direcciones podría ser representada por un arco sin dirección o por dos arcos que apuntan a direcciones opuestas.

Figura 2.

Ejemplo de Nodos y Arcos en Una Red



Fuente: Ballou (2004)

De manera práctica, los nodos representan los puntos de conexión entre los arcos y dichos arcos representan los costos, distancias o tiempos que se deberían tomar si se quiere ir de un nodo a otro.

El algoritmo que se presenta a continuación supone que todos los nodos de una red se encuentran sin resolver, es decir, todavía no se encuentran dentro de alguna ruta propuesta; la única excepción es el nodo de origen, el cual sirve de referencia para el trazado de la ruta.

Paso 1: Se inicia con la fuente (origen) como un nodo activo y todos los demás nodos inactivos.

Paso 2: Del nodo o nodos activos se trazan las rutas más cortas a los nodos adyacentes a la inicial.

Paso 3: El nodo escogido se convierte en un nodo activo y se vuelve al paso 2.

➤ Método de ahorro o de Clarke & Wright.

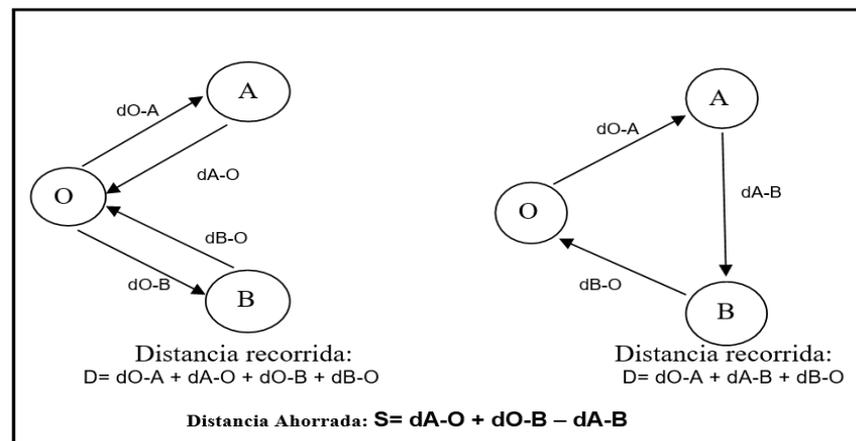
Ballou (2004), manifiesta que este método tiene como objetivo minimizar el número de vehículos a utilizar para cubrir las paradas planificadas, así como minimizar la distancia total recorrida por cada uno de ellos. El algoritmo principia utilizando un vehículo de transporte el cual realiza la ruta de ida a un punto de destino y de retorno al punto de origen, esto se realiza para cada una de las paradas planificadas. Con este primer paso se logra visualizar la distancia máxima de viaje que se podría realizar.

Luego de ello, se intentan combinar dos destinos para que el uso de un vehículo pueda eliminarse y la distancia de viaje se reduzca. Para evaluar esta

potencial ruta se calcula la distancia ahorrada antes y después de la combinación, como lo muestra en la siguiente figura:

Figura 3.

Distancia Ahorrada Mediante la Combinación de Destinos



Fuente: Ballou (2004)

Para la inclusión de un destino nuevo en una ruta se identifica el ahorro potencial más grande. Además, el algoritmo permite añadir nuevas restricciones como: carga máxima por camión, horas de inicio y fin de reparto, horas de descanso o refrigerio de los conductores, lo que permite modelar una situación más real. Con este simple caso podemos entender cómo se puede llegar a optimizar un proceso, potencializando las actividades que lo conforman.

➤ Planificación y utilización de rutas de transporte.

Mora (2015), en su publicación titulada “*Logística del transporte y distribución de carga*” nos comenta que en la actualidad hay un número limitado de compañías que están realizando la aplicación de software de planificación y optimización de rutas de transporte en la distribución de sus productos. Aunque estas tecnologías son bastantes efectivas para el mejoramiento de la utilización

de los recursos de transportes, entre sus beneficios se encuentran la reducción del tiempo de trayecto de los viajes, del kilometraje en los vehículos, la disminución de costos y el mejoramiento de las entregas a los clientes, lo que se traduce a su vez en un mejor control y servicio al cliente. Todo esto se obtiene gracias al procesamiento rápido de la información de ubicación de clientes donde se deben despachar los productos, las cantidades y los tipos de carga que deben ser transportados, acoplando todo esto a la flota disponible para optimizar el uso de recursos.

Similarmente, dentro de las grandes ventajas de este tipo de aplicaciones, se encuentra su uso estratégico, comercial y operativo. No obstante, uno de los retos más importantes a los que se enfrentan los planificadores manuales de rutas tiene que ver con la complejidad de todas las variables que deben considerar cuando van a realizar su trabajo, como por ejemplo: Entregas múltiples, variación de volúmenes y pesos, tiempos de entrega u horarios de entrega, días, cantidad de clientes esparcidos en una determinada zona geográfica, restricciones de entrega, leyes y normas de las ciudades, diferentes características de la flota que se dispone y diversas características físicas de los almacenes o centros de distribución, etc. Bajo estas condiciones, será casi imposible que manualmente se encuentre la planificación de rutas óptimas.

El proceso de planificación es complejo y precisamente mientras más complejo sea dicho proceso, los beneficios de un software tendría un mayor impacto en la operación. En la parte estratégica, estas tecnologías constituyen una herramienta poderosa, ya que permiten una visualización de la red de distribución que manualmente es difícil de obtener. (Mora, 2015).

➤ Modelos de optimización

Hillier & Lieberman (2010), nos dicen: Los modelos matemáticos son representaciones idealizadas, pero están expresados en términos de símbolos y expresiones matemáticas. Las leyes de la física como $F = ma$ y $E = mc^2$ son ejemplos familiares. En forma parecida, el modelo matemático de un problema industrial está conformado por el sistema de ecuaciones y expresiones matemáticas relacionadas que describen la esencia del problema. La optimización o programación matemática es un instrumento fundamental en los diferentes procesos que se desarrollan en las organizaciones. Un modelo matemático es una ecuación, desigualdad o sistema de ecuaciones o desigualdades, que representa determinados aspectos del sistema físico representado en el modelo. Los modelos de este tipo se utilizan en gran medida en las ciencias físicas, en el campo de la ingeniería, los negocios y la economía. En el campo de la economía es empleada en muchos aspectos, principalmente relacionados a la asignación de recursos que son escasos o limitados. En cualquier caso, el modelo captura algún aspecto de la realidad que intenta representar, pero se debe tener en cuenta que un modelo depende del aspecto de la realidad que representa.

Un modelo puede ser inadecuado aun cuando intenta capturar los elementos apropiados de la realidad si lo hace de una manera distorsionada o sesgada. Una ecuación que pronostica el volumen mensual de ventas puede ser exactamente lo que el gerente de ventas quiere, pero podría generar grandes pérdidas si arroja constantemente cálculos de ventas altos. Un termómetro que lee de más (o de menos) tendría poca utilidad para realizar un diagnóstico médico. En consecuencia, un modelo útil es aquel que captura los elementos adecuados de la realidad con un grado aceptable de precisión.

El modelo matemático de un problema industrial está conformado por el sistema de ecuaciones y expresiones matemáticas relacionadas que describen la esencia del problema. De esta forma, si deben tomarse n decisiones cuantificables relacionadas entre sí, se representan como *variables de decisión* (X_1, X_2, \dots, X_n) para las que se deben determinar los valores respectivos. En consecuencia, la medida de desempeño adecuada (por ejemplo, la ganancia) se expresa como una función matemática de estas variables de decisión (por ejemplo, $P = 3X_1 + 2X_2 + \dots + 5X_n$). Esta función se llama *función objetivo*. También se expresan en términos matemáticos todas las limitaciones que se puedan imponer sobre los valores de las variables de decisión, casi siempre en forma de ecuaciones o desigualdades (como $X_1 + 3X_1X_2 + 2X_2 \leq 10$). Con frecuencia, tales expresiones matemáticas de las limitaciones reciben el nombre de *restricciones*. Las constantes (los coeficientes o el lado derecho de las expresiones) de las restricciones y de la función objetivo se llaman parámetros del modelo.

En resumen, los problemas de optimización se componen generalmente de estos tres ingredientes:

- **Función Objetivo:** Es la medida cuantitativa del funcionamiento del sistema que se desea optimizar (maximizar o minimizar).
- **Variables:** Representan las decisiones que se pueden tomar para afectar el valor de la función objetivo. Desde un punto de vista funcional se pueden clasificar en variables Independientes o principales o de control y variables dependientes o auxiliares, aunque matemáticamente todas son iguales.

- Restricciones: Representan el conjunto de relaciones (expresadas mediante ecuaciones e inecuaciones) que ciertas variables están obligadas a satisfacer.

Resolver un problema de optimización consiste en encontrar el valor que deben tomar las variables para hacer óptima la función objetivo satisfaciendo el conjunto de restricciones.

Se distinguen diferentes modelos de optimización. La característica es la existencia de un único decisor. Si existe más de un decisor se tiene la optimización "multicriterio" y la teoría de juegos.

Clasificación de Modelos según Hillier & Lieberman, (2010)

Los más frecuentes son:

a) Según la naturaleza de los datos:

- Modelos Deterministas: Problemas donde se conocen con exactitud los datos que intervienen en el modelo
- Modelos Estocásticos: Problemas donde algunos o todos los datos dependen de fenómenos aleatorios

b) Según la variable tiempo:

- Modelos Estáticos: La variable tiempo no se toma en consideración. Se tienen: Optimización o programación estática, programación clásica, programación no lineal, programación lineal y teoría de juegos.

- Modelos Dinámicos: Cuando se considera la variable tiempo de forma explícita en el modelo se tienen: Optimización o programación dinámica, el principio del máximo, juegos diferenciales, etc.

c) Según los objetivos del problema:

- Modelos de un único objetivo
- Modelos Multiobjetivo

d) Según existan restricciones:

- Modelos libres
- Modelos con restricciones

e) Según linealidad:

- Modelos Lineales: Todas las funciones que intervienen son lineales.
- Modelos No Lineales: Cuando al menos una de las funciones que interviene es no lineal.

f) Según tipo de variables:

- Modelos Continuos: Todas las variables son continuas.
- Modelos Discretos: Al menos una de las variables únicamente puede tomar valores enteros.

El objetivo de la optimización global es encontrar la mejor solución de modelos de decisiones difíciles, frente a las múltiples soluciones locales.

Begoña, Linares, & Ramos, (2010), Nos dicen que los métodos de optimización los podemos clasificar en: métodos *Clásicos* (que son los algoritmos que habitualmente se explican en los libros de optimización) y métodos *Metaheurísticos* (que aparecieron ligados a lo que se denominó inteligencia artificial e imitan fenómenos sencillos observados en la naturaleza). Dentro de los primeros se encuentra la optimización lineal, lineal entera mixta, no lineal, estocástica, dinámica, etc.

De forma muy general y aproximada se puede decir que los métodos clásicos buscan y garantizan un óptimo local mientras que los métodos metaheurísticos tienen mecanismos específicos para alcanzar un óptimo global, aunque no garantizan su alcance.

➤ Programación lineal.

Según Goberna & Jornet, (2004) la programación lineal (PL) es un procedimiento matemático para determinar la asignación óptima de recursos escasos. La programación lineal es un procedimiento que encuentra su aplicación práctica en casi todos los aspectos de los negocios, desde la publicidad hasta la planificación de la producción. Problemas de transporte, distribución, y planificación global de la producción son los objetos más comunes del análisis de programación lineal. La programación lineal aborda una clase de problemas de programación donde tanto la función objetivo a optimizar como todas las relaciones entre las variables correspondientes a los recursos son lineales.

Cualquier problema de programación lineal (PL) como ya se mencionó líneas arriba, consta de una función objetivo y un conjunto de restricciones. En

la mayoría de los casos, las restricciones provienen del entorno en el cual se trabaja para lograr un objetivo. Cuando usted quiere lograr el objetivo deseado, se dará cuenta de que el entorno fija ciertas restricciones (es decir, dificultades, limitaciones) para cumplir con su deseo, lo que vendría a ser el objetivo.

Cuando se formula un problema de toma de decisiones como un programa lineal, se deben verificar las siguientes condiciones:

- i. La función objetivo debe ser lineal. Vale decir que se debe verificar que todas las variables estén elevadas a la primera potencia y que sean sumadas o restadas (no divididas ni multiplicadas).
- ii. El objetivo debe ser ya sea la maximización o minimización de una función lineal. El objetivo debe representar la meta del decisor.
- iii. Las restricciones también deben ser lineales. Asimismo, la restricción debe adoptar alguna de las siguientes formas (\leq , \geq , o $=$, es decir que las restricciones de PL siempre están cerradas).

Para tener un mejor entendimiento de la aplicación de PL en un determinado entorno de problema, plantearemos una determinada situación en el segmento transporte. El objetivo es encontrar la manera más efectiva de transportar productos. La siguiente tabla presenta un resumen de la oferta y la demanda en cada origen (por ejemplo: el depósito o centros de distribución) O1, O2 y destino (por ejemplo: el mercado) D1 y D2, junto con el costo unitario de transporte:

Tabla 3

Matriz de Costo Unitario de Transporte

Costo Unitario de Transporte			
Almacén	D1	D2	Oferta
O1	20	30	200
O2	10	40	100
Demanda	150	150	300

Fuente: Goberna & Jornet, (2004)

X_{ij} : representa la cantidad de productos enviados desde el origen i hasta el destino j . La formulación de PL del problema de minimización del costo total de transporte es la siguiente:

$$\text{Min } 20X_{11} + 30X_{12} + 10X_{21} + 40X_{22}$$

Sujeta a las siguientes restricciones:

$$X_{11} + X_{12} = 200$$

$$X_{21} + X_{22} = 100$$

$$X_{11} + X_{21} = 150$$

$$X_{12} + X_{22} = 150$$

$$\text{todas } X_{ij} \geq 0$$

Como este problema de transporte es equilibrado (oferta total = demanda total) todas las restricciones están en forma de igualdad. Además, cualquiera de las restricciones es redundante (si se suman dos restricciones cualesquiera y se resta otra obtenemos la restricción restante). Borremos la última restricción. El problema entonces quedaría así:

$$\text{Min } 20X_{11} + 30X_{12} + 10X_{21} + 40X_{22}$$

Sujeta a:

$$X_{11} + X_{12} = 200$$

$$X_{21} + X_{22} = 100$$

$$X_{11} + X_{21} = 150$$

$$\text{todas } X_{ij} \geq 0$$

Este problema de PL no se puede resolver mediante el método gráfico. Sin embargo, el método algebraico no tiene ninguna limitación con respecto a la dimensión de PL. Nótese que tenemos tres ecuaciones con cuatro variables de decisión restringidas. Fijando cualquiera de las variables en cero obtenemos:

Tabla 4

Matriz de Costo de Transporte

X11	X12	X21	X22	Costo Total de Transporte
0	220	150	-50	No factible
200	0	-50	150	No factible
150	50	0	100	8500
50	150	100	0	6500*

Fuente: Goberna & Jornet, (2004)

Ahora poniendo cualquier y dos (o más) las variables para poner cero de a, es fácil de ver, inspeccionando las tres ecuaciones que todas las otras soluciones son no factible.

Por lo tanto, la estrategia óptima es $X11 = 50$, $X12 = 150$, $X21 = 100$, y $X22 = 0$, con un costo total de transporte mínimo de US\$6.500.

Para poder plantear y entender un modelo con programación lineal de mejor manera es importante recordar los componentes de la programación lineal reconocidos, los cuales son cuatro, según (Hiller y Lieberman 2010):

- I. La función objetivo: Es uno de los componentes principales, debe ser perfectamente definido y orientado a dos opciones, maximizar un valor o bien minimizar un criterio.

II. Variables de decisión: Representación de los elementos a modelar que son controlables por el decisor.

III. Restricciones: En referencia a que actividades están sujetas a ciertas restricciones o límites, condiciones propias del sistema.

IV. Los recursos con los que se disponen: Los recursos disponibles para poder solucionar el problema, aprovechándolos lo máximo posible.

En la programación lineal el problema se resuelve estableciendo la mejor de las opciones o mejor combinación de actividades sin utilizar más recursos de los que realmente se dispone en el momento, optimizando la función objetivo. Un modelo es siempre una simplificación de la realidad y este puede alcanzar mayor precisión a medida que se van agregando más detalles, pero existe un compromiso entre precisión y complejidad.

Asimismo, como nuestro problema también aborda el tema de los indicadores de reparto de la distribuidora objeto de estudio, es preciso que también tratemos las teorías respecto a este tema, para tener bases y fundamentos de estudio.

➤ Indicadores de Gestión Logísticos

Para Mora, (2013) los factores determinantes para que todo proceso, llámese logístico o de producción, se lleve a cabo con éxito, es implementar un sistema adecuado de indicadores para medir la gestión de los mismos, con el fin de que se puedan implementar indicadores en posiciones estratégicas que reflejen un resultado óptimo en el mediano y largo plazo, mediante un buen

sistema de información que permita medir las diferentes etapas del proceso logístico.

El autor de la referencia hace notar que las empresas tienen grandes vacíos en la medición del desempeño de las actividades logísticas de abastecimiento y distribución a nivel interno (procesos) y externo (satisfacción del cliente final). Sin duda, lo anterior constituye una barrera para la alta gerencia, en la identificación de los principales problemas y cuellos de botella que se presentan en la cadena logística, y que perjudican ostensiblemente la competitividad de las empresas en los mercados y la pérdida paulatina de sus clientes. A continuación, se presenta los objetivos básicos de todo indicador logístico y algunas clases de indicadores, con la finalidad de dar a notar lo relevante de estas variables:

Objetivo de los Indicadores Logísticos:

- Identificar y tomar acciones sobre los problemas operativos
- Medir el grado de competitividad de la empresa frente a sus competidores nacionales e internacionales
- Satisfacer las expectativas del cliente mediante la reducción del tiempo de entrega y la optimización del servicio prestado.
- Mejorar el uso de los recursos y activos asignados, para aumentar la productividad y efectividad en las diferentes actividades hacia el cliente final.
- Reducir gastos y aumentar la eficiencia operativa.
- Compararse con las empresas del sector en el ámbito local y mundial.

Tabla 5

Clases de Indicadores Logísticos:

1- ABASTECIMIENTO			
Indicador	Descripción	Fórmula	Impacto (comentario)
Calidad de los Pedidos Generados	Número y porcentaje de pedidos de compras generadas sin retraso, o sin necesidad de información adicional.	$\frac{\text{Productos Generados sin Problemas} \times 100}{\text{Total de pedidos generados}}$	Cortes de los problemas inherentes a la generación errática de pedidos, como: costo del lanzamiento de pedidos rectificadores, esfuerzo del personal de compras para identificar y resolver problemas, incremento del costo de mantenimiento de inventarios y pérdida de ventas, entre otros.
Entregas perfectamente recibidas	Número y porcentaje de pedidos que no cumplen las especificaciones de calidad y servicio definidas, con desglose por proveedor	$\frac{\text{Pedidos Rechazados} \times 100}{\text{Total de Órdenes de Compra Recibidas}}$	Costos de recibir pedidos sin cumplir las especificaciones de calidad y servicio, como: costo de retorno, coste de volver a realizar pedidos, retrasos en la producción, coste de inspecciones adicionales de calidad, etc.
Nivel de cumplimiento de Proveedores	Consiste en calcular el nivel de efectividad en las entregas de mercancía de los proveedores en la bodega de producto terminado	$\frac{\text{Pedidos Recibidos Fuera de Tiempo} \times 100}{\text{Total Pedidos Recibidos}}$	Identifica el nivel de efectividad de los proveedores de la empresa y que están afectando el nivel de recepción oportuna de mercancía en la bodega de almacenamiento, así como su disponibilidad para despachar a los clientes
2. ALMACENAMIENTO			
Indicador	Descripción	Fórmula	Impacto (comentario)
Costo de Almacenamiento por Unidad	Consiste en relacionar el costo del almacenamiento y el número de unidades almacenadas en un período determinado	$\frac{\text{Costo de almacenamiento}}{\text{Número de unidades almacenadas}}$	Sirve para comparar el costo por unidad almacenada y así decidir si es más rentable subcontratar el servicio de almacenamiento o tenerlo propiamente.
Costo por Unidad Despachada	Porcentaje de manejo por unidad sobre los gastos operativos del centro de distribución.	$\frac{\text{Costo Total Operativo Bodega}}{\text{Unidades Despachadas}}$	Sirve para costear el porcentaje del costo de manipular una unidad de carga en la bodega o centro distribución.
Nivel de Cumplimiento Del Despacho	Consiste en conocer el nivel de efectividad de los despachos de mercancías a los clientes en cuanto a los pedidos enviados en un período determinado.	$\frac{\text{Número de despachos cumplidos} \times 100}{\text{Número total de despachos requeridos}}$	Sirve para medir el nivel de cumplimiento de los pedidos solicitados al centro de distribución y conocer el nivel de agotados que maneja la bodega.
Costo por Metro Cuadrado	Consiste en conocer el valor de mantener un metro cuadrado de bodega.	$\frac{\text{Costo Total Operativo Bodega} \times 100}{\text{Área de almacenamiento}}$	Sirve para costear el valor unitario de metro cuadrado y así poder negociar valores de arrendamiento y comparar con otras cifras de bodegas similares.
3. TRANSPORTE			
Indicador	Descripción	Fórmula	Impacto (comentario)
Comparativo del Transporte (Rentabilidad Vs Gasto)	Medir el costo unitario de transportar una unidad respecto al ofrecido por los transportadores del medio.	$\frac{\text{Costo Transporte propio por unidad}}{\text{Costo de contratar transporte por unidad}}$	Sirve para tomar la decisión acerca de contratar el transporte de mercancías o asumir la distribución directa del mismo.
Nivel de Utilización de los Camiones	Consiste en determinar la capacidad real de los camiones respecto a su capacidad instalada en volumen y peso.	$\frac{\text{Capacidad Real Utilizada}}{\text{Capacidad Real Camión (kg, mt3)}}$	Sirve para conocer el nivel de utilización real de los camiones y así determinar la necesidad de optimizar la capacidad instalada y/o evaluar la necesidad de contratar transporte contratado

Fuente: Mora Garcia (2013)

➤ Indicadores de Gestión en el Transporte.

Resulta siendo trillado comentar que la diferencia entre dos competidores radica en un eficiente y rentable sistema operativo; sin duda esto es demasiado obvio para la mayoría de los lectores; pero ¿cuántos de nosotros estamos en la capacidad de crear y mantener un correcto sistema de medición para conseguir un eficiente proceso? Dicho sistema no solo posibilita medir la eficiencia y avances de las operaciones, sino que contribuye con una de las principales funciones de cualquier gerente: la toma de decisiones.

Según Mora (2013), los indicadores deben tener las siguientes características: Son cuantificables, verificables, de fácil acceso, y que reflejen el desempeño.

Las medidas de desempeño deben ser tales que le den a la gerencia información de los resultados que se están alcanzando para el conjunto de la empresa. Dichos indicadores de transporte también se pueden categorizar por tipo, los cuales apreciaremos en la siguiente tabla:

Tabla 6

Tipos de Indicadores de transporte

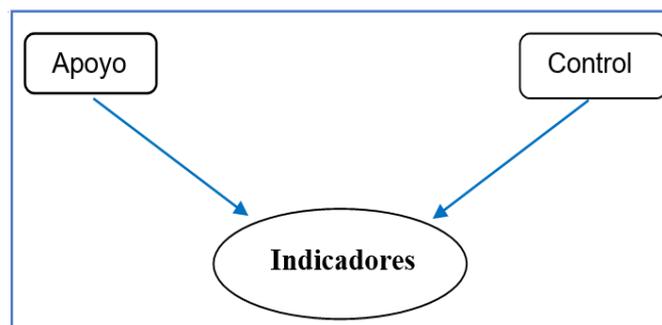
Utilización	Rendimiento	Productividad
Capacidad	Tiempo	Valores
Mts ²	Cantidad	
Mts ³	Técnicos	Mejoramiento
Kg/Ton	Destrezas	
Gal	Habilidades	
<i>Efectividad</i>	<i>Eficiencia</i>	<i>Eficiencia</i>

Fuente: Mora Garcia (2013)

Una de las posibles definiciones o de las muchas definiciones sobre indicadores podría ser: la relación cualitativa o cuantitativa de una variable, que permite observar el comportamiento de un sistema, de un proceso o de una actividad. Los indicadores incluyen actividades como:

Figura 4.

Actividades Principales que se Derivan de los Indicadores



Fuente: Mora García (2013).

Los componentes de un correcto plan de logística incluyen:

- El sistema de indicadores de desempeño de la operación
- El diseño óptimo de procesos que mejoren los indicadores de gestión
- La definición de los requerimientos de infraestructura de soporte a la preparación
- El diseño de la organización gerencia y operación de logística.

Concluye diciendo que los indicadores de gestión sirven para medir, controlar y soportar la toma de decisiones en las actividades logísticas a lo largo de la cadena de abastecimiento, pretendiendo garantizar el servicio al cliente al mejor costo posible. Un indicador debe traducirse en información útil e información de valor.

Mora (2013), también rescata algunas dimensiones importantes que se deben considerar al analizar un proceso de distribución de productos y a sus indicadores, considerando procesos en los cuales los productos son distribuidos en periodos y en puntos específicos, es decir la comercialización de los productos no se realiza de forma directa al consumidor final, sino mediante agentes comerciales, denominados “clientes detallistas” con previo registro de pedidos. Dichos componentes para considerar son las siguientes:

- Frecuencia de visita semanal de los clientes.
- Zonificación de reparto.
- Cantidad de paradas a ejecutar.
- Cantidad de producto a ser despachado.
- Vehículos con los que se dispone y su capacidad de carga.
- Objetivo a conseguir en cada ruta trazada.
- Restricciones de reparto.
- Mapas de las zonas para reparto.

2.3. Definición de términos básicos

- **Cadena de valor:** es una herramienta que ayuda a determinar las actividades que se llevan a cabo dentro de la empresa y agregan valor al producto o servicio, con la finalidad de brindar la máxima calidad de servicio y producto al cliente, y crear una ventaja competitiva en el mercado.
- **Canales de Distribución:** son las rutas o los caminos a través del cual el producto se transfiere desde el lugar de la producción, hasta el consumidor final. Para el caso de la Empresa Backus S.A.A. tiene 3 canales de distribución: Canal Clientes Detallistas, Canal Clientes Mayoristas de Provincias y Canal Eventos Especiales.
- **Detallista:** Para la investigación. Se define como detallista a la persona que compra determinados productos a empresas mayoristas, para que los vuelva a vender, pero en proporciones menores a los consumidores finales, al detalle.
- **Decisor:** El que decide, remite a la persona que cumple funciones ejecutivas, gerenciales, limitándose el universo interpretativo.
- **Optimizar:** Conseguir que algo llegue a la situación óptima o de los mejores resultados posibles/ En matemáticas e informática, determinar los valores de las variables que intervienen en un proceso o sistema para que el resultado que se obtenga sea el mejor posible.
- **Productividad:** Es el grado de rendimiento con que se emplea los recursos disponibles para alcanzar los. Objetivos predeterminados.
- **Sistematización:** Proceso por el cual se pretende ordenar una serie de elementos, pasos, etapas, etc. con el fin de otorgar jerarquía a los diferentes elementos.

2.4. Índice de Siglas y Abreviaturas

Sigla Significado

CD: Centro de Distribución.

KPI: Key Performance Indicator: Indicador Clave de Desempeño.

IVS: Índice de Visita Semanal.

PL: Programación Lineal.

SAP: Systems, Applications, Products Data processing (Sistemas, Aplicaciones y Productos en procesamiento de Datos).

SDG: Sistema de Depósito en Garantía.

SERNAC: Servicio Nacional del Consumidor – Chile.

T1: Transporte Primario: Vehículos de alta capacidad que abastecen de productos al centro de distribución.

T2: Transporte Secundario: Vehículos de Reparto para atención de clientes detallistas.

T3: Transporte de Terceros: Vehículos de Mayoristas de Provincias.

Abreviatura Significado

Caj.: Cajas.

Ctas. Ctes.: Cuentas Corrientes.

hl.: Hectolitros.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.8. Nivel y tipo de Investigación

3.8.1. Tipo de investigación.

La presente investigación es de tipo aplicada; ya que según Hernández, Fernández, & Baptista (2010), una investigación aplicada se dedica a analizar la posible utilidad del conocimiento para el beneficio del hombre (p.71), es decir se utilizan el conocimiento generado por la ciencia básica como punto de partida para resolver problemas; así mismo Bunge (2007), considera que la investigación está orientada a resolver problemas concretos, buscando decisiones, evaluando situaciones, diagnosticando la realidad y en general buscar posibles alternativas de solución a problemas específicos, explorando las diferentes teorías relacionadas con el tema de estudio.

En sí, este estudio busca aplicar los conocimientos propios de la investigación de operaciones, para abordar la problemática optimización del proceso de distribución y la aplicación de un modelo de optimización de rutas de reparto, que considere las exigencias del mercado y con el uso de modernas practicas operativas y tecnológicas, las cuales mejoraran las actividades del proceso y los resultados de sus indicadores, cada variable tiene su sustento fundamentado en el marco teórico.

3.8.2. Nivel de Investigación.

Esta investigación se desarrolla a nivel explicativa. Es explicativa porque se realiza con el fin de investigar de forma precisa un fenómeno concreto. Se busca no solo el qué, sino el porqué de las cosas, es decir sus causas, y cómo han llegado al estado en cuestión (Bunge 2007), con la finalidad de caracterizar las variables de estudio. Para ello también se usará el método observacional.

3.9. Objeto de Estudio

El objeto de estudio de la presente investigación es analizar y explicar las gestiones de optimización del proceso de distribución y de sus indicadores en el CD – Cajamarca, de la empresa Backus S.A.A. (empresa representativa en el rubro), basada principalmente a desde la planificación de rutas de reparto.

3.10. Unidades de Análisis y Unidades de Observación

3.10.1. Unidad de análisis:

Se está considerando como unidad de análisis a todos los colaboradores que integran a la unidad orgánica de la Gerencia de Distribución. Estos son los colaboradores que participan directamente en todo el proceso de distribución, específicamente en las áreas de administración, almacén, distribución propiamente dicha y en el reparto, de la empresa Backus S.A.A. – CD Cajamarca.

3.10.2. Unidad de observación:

Para la unidad de observación se está considerando a: principalmente a los indicadores de distribución, como también a los reportes, informes, sistemas y/o programas informáticos que son generados en el área de distribución de la empresa Backus S.A.A.

3.11. Diseño de la Investigación

El diseño planeado para la presente investigación se ha enmarcado de la siguiente manera: Tipo de investigación aplicada, no experimental y transeccional, a nivel explicativo de causalidad, con un enfoque mixto de lo cualitativo y cuantitativo.

Hernández, et al (2010), indican que una investigación es no experimental dado que “no se manipulan las variables”. “Se basa fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para analizarlos con posterioridad” (p.82). En este caso, tanto la optimización del proceso de distribución como el modelo de planificación de rutas de reparto, medido a través de los resultados de los indicadores de distribución, han sido analizados sin la intervención del investigador, son tal como se muestran en la realidad, en su contexto y condiciones actuales.

Transeccional o Transversal, porque el análisis se hace de un determinado periodo de tiempo, año 2017.

Para la presente investigación se ha seguido el siguiente procedimiento: Formulación y delimitación del problema, revisión de literatura y publicaciones relacionadas, establecer un marco teórico, definir en tipo de investigación,

formulación de hipótesis, selección de un plan de investigación, recolección de información, analizar los datos y por último se presenta los resultados obtenidos para contrastar la hipótesis establecida.

3.12. Población y muestra

3.12.1. Población.

Para nuestro estudio tenemos la siguiente población: Todos los colaboradores que integran a la Gerencia de Distribución de la empresa Backus S.A.A. – CD Cajamarca, el cual está constituida por el personal que labora en las siguientes áreas: Administración, Almacén, Distribución propiamente dicha y el Reparto. Por lo cual nuestra población es de: Treinta y dos (32) colaboradores, para todo el periodo de estudio.

3.12.2. Muestra.

En lo que corresponde a la determinación del valor de la unidad muestral, se considera al mismo valor de toda la población, por tratarse de una población pequeña.

Según, Hernandez et al. (2003, citado por Castro 2003), expresan: "*si la población es menor a cincuenta (50) individuos, la población debe ser igual a la muestra*" (p.69).

Lo expresado por este autor permite determinar, que si se toma el total de la población entonces no se aplicará ningún criterio muestral.

3.13. Métodos de investigación

3.13.1. Métodos generales de Investigación

➤ Método Histórico

La investigación en curso es de corte longitudinal, por lo que, se ha requerido un tiempo determinado para el estudio de los acontecimientos suscitados del proceso de distribución, con la finalidad de obtener conclusiones con mayor base de información. Para el siguiente trabajo se inició los estudios desde el mes de enero del 2017, además que se tuvo que recurrir información de años anteriores con la finalidad de hacer ciertas comparaciones. Recurriremos a archivos físicos y electrónicos de la empresa.

➤ Método Hipotético - Descriptivo

Este método nos ayudó a cumplir con cuatro pasos fundamentales en la investigación. La observación del fenómeno a estudiar, la creación de una hipótesis para explicar el fenómeno, deducción de consecuencias y la validación de las preposiciones. Este método obliga a combinar la reflexión racional con la observación de la realidad o momento empírico.

Mendoza (2014), sugiere el método hipotético – deductivo, con este método la teoría interactúa con la realidad, pone a prueba las hipótesis derivadas de las teorías a través del método deductivo y utiliza el método estadístico para poner a prueba la pertinencia de las teorías, además el autor menciona que no se trata de comprobar o verificar

una teoría, si no de buscar evidencia empírica que la refute o que la pruebe falsa (p. 34-35).

➤ Método deductivo-inductivo

Cazau (2006) indica, “Tanto el método inductivo como el deductivo son estrategias de razonamiento lógico, siendo que el inductivo utiliza premisas particulares para llegar a una conclusión general, y el deductivo usa principios generales para llegar a una conclusión específica” (p.18). En la investigación, se inició de aspectos generales relacionados con el sistema de distribución para identificar cuáles son las percepciones de los participantes directos de este proceso. Además, se analizó el método de planificación de rutas de reparto y los resultados de los principales indicadores que se generan, para llegar al aspecto general del sistema de distribución que la empresa desarrolla.

➤ Método Analítico – Sintético

Basándonos en el análisis de datos, análisis de las partes para poder establecer el sentido de los conceptos utilizados, a partir de los términos efectivamente dichos, partiendo de la parte al todo, de los principios a las consecuencias, y para ello, se ha desagregado al sistema de distribución en sus segmentos, para así llegar a un enfoque interno, lo cual nos permitió obtener conclusiones generales respecto a cuál ha sido la influencia de nuevas prácticas operativas en la búsqueda de un procesos de distribución más eficiente.

3.13.2. Métodos particulares de investigación

➤ Método descriptivo:

Hernandez et al. (2006), Con este método se busca especificar las propiedades, las características importantes de grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre las variables a las que se refieren. (p. 92).

En tal sentido el método nos ayudó a identificar las características y propiedades del proceso de distribución, las percepciones de quienes lo gestionan y de los resultados que obtienen, presentados a través de sus indicadores, con la finalidad de tener un análisis adecuado y mejor entendimiento.

➤ Método estadístico:

Cazau (2016), indica que “consiste en una secuencia de procedimientos para el manejo de los datos cualitativos y cuantitativos de la investigación. El método estadístico tiene las siguientes etapas las cuales son: recolección, recuento, presentación, síntesis y análisis”. Este método brinda la confección de un esquema organizativo que nos permita evaluar la factibilidad de la investigación, para evaluar la variable de estudio, con una adecuada recolección de la información para así elaborar el análisis e interpretación de resultados.

3.14. Técnicas e Instrumentos de Investigación

3.14.1. Técnicas, e instrumentos de recopilación de información.

- Como técnicas de recopilación de información se usó las siguientes: Análisis documental, la observación directa no experimental, entrevistas y análisis de contenido, y como instrumentos la libreta de anotes, fichas de observación, guías de entrevista y reportes electrónicos.
- La obtención de información también se realizó de fuentes secundarias como son: Reportes, registros y archivos, tanto en físico como en virtual, que obran en la empresa objeto de estudio. Cabe señalar que gran parte de la información obtenida son mediante consultas específicas de los mismos sistemas de la empresa, que pueden ser exportados a una hoja de cálculo.
- Como herramienta informática para procesar, analizar y archivar datos se usó un software de hoja de cálculo Excel.

3.14.2. Técnicas de procesamiento, análisis y discusión de resultados

La información obtenida ha sido procesada haciendo uso de programas informáticos como el Microsoft Office 2016, Microsoft Excel 2016 Microsoft, sistemas de aplicación de la propia empresa, como son el sistema CISCOD, los Softwares SAP y Road Show. Gracias a estos sistemas informáticos se pudo seleccionar, consolidar información, y principalmente generar reportes

virtuales y algunos gráficos para un mejor análisis e interpretación de la información relacionada a las variables en estudio.

Con la ayuda de estos programas se pudo:

- Clasificar toda información según las variables que se derivan del proceso de reparto, medido a través de los indicadores de distribución, y haciendo uso de la estadística descriptiva.
- Una vez identificada y agrupada la información por tipo de variables, se procedió a identificar y analizar el modelo de optimización, el cual es representado mediante el tipo de programación lineal.
- Adicionalmente, en el Capítulo V se presenta la relación de las variables que componen a los indicadores de distribución y sus resultados, en forma de tablas y figuras para su posterior descripción y análisis.
- En cuanto a la discusión de los resultados consiste en realizar una comparación objetiva de los resultados obtenidos en esta investigación con la aplicación de un modelo de optimización, contra los resultados obtenidos del mismo proceso, pero sin la utilización de tal modelo, y así poder conocer si se está consiguiendo optimizar el proceso de distribución de la mejor manera posible o no.
- Generalmente, se ha utilizado hojas de cálculo Microsoft Excel, para la preparación, organización y elaboración de datos de esta investigación, debido principalmente a que toda información contenida en los sistemas utilizados por la empresa en estudio es exportada a este tipo de procesador, siendo esta la forma más viable para disponer de información relacionada al proceso de distribución.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El presente capítulo está orientado a satisfacer los objetivos específicos de estudio, por lo que se analizará todos los hallazgos y luego contrastamos los resultados con nuestro marco teórico. En esta primera parte del capítulo se tratará todo lo referente, al siguiente objetivo:

- *Explicar cómo es el desarrollo del proceso de distribución de productos de la empresa Backus S.A.A. en su centro de distribución de Cajamarca.*

Entonces para explicar cómo se desarrolla el proceso de distribución de la empresa en estudio, en principio es fundamental presentar la situación actual del centro de distribución (CD) Cajamarca y seguidamente exponer los factores y aspectos propios del proceso de distribución propiamente dicho de la empresa en estudio; para ello también es preciso dar a conocer toda información que se desprenda de las actividades concernientes a la planificación y ejecución del reparto ligadas a las condiciones actuales de la distribuidora, como por ejemplo: el modelo de gestión que aplica la empresa, las condiciones de su almacén (infraestructura), el abastecimiento del almacén, el tipo, cantidad y capacidad de la flota de reparto, los sistemas y aplicativos de planificación de reparto, personal de reparto, equipos tecnológicos que se utilizan, las actividades y/o variables que en conjunto conforman el proceso de distribución, las áreas y sistemas de soporte, entre otros aspectos que nos ayudaran a comprender la problemática y los objetivos de estudio.

4.1. Generalidades de la Empresa y de su Centro de Distribución Cajamarca

4.1.1. Modelo de gestión de procesos

El modelo de gestión que ha diseñado y viene aplicando la empresa Backus S.A.A. para sus centros de distribución se basa en 5 pilares que conforman su plan de negocio. Estos pilares son los siguientes: *Crecimiento, Competitividad, Calidad total, Control de costos y Desarrollo sostenible*. A su vez, estos pilares se fundamentan en 4 elementos esenciales que son: Las persona y competencias, sistemas y procesos, Indicadores de desempeño (KPI: Key Performance Indicator) y recursos disponibles (financieros, infraestructura y tecnológicos).

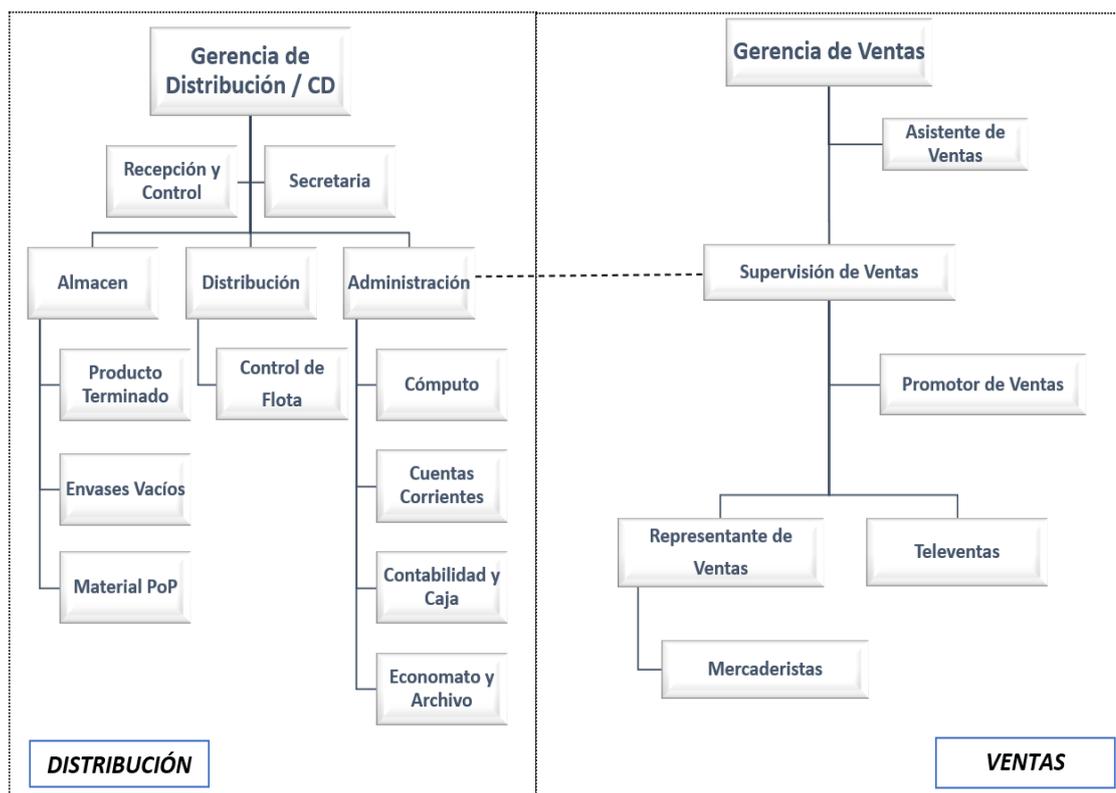
4.1.2. Organización de la empresa a nivel del centro de distribución

La empresa Unión de Cervecerías Peruanas Backus y Johnston S.A.A. a quien venimos definiendo como empresa Backus S.A.A. (Nombre comercial), mantiene varias estructuras organizacionales a nivel macro, es decir como un conglomerado empresarial que tiene su estructura a nivel del Grupo Backus, y también su propia estructura como la unidad de cervecería; sin embargo para este estudio se ha considerado no detallar estas estructuras organizacionales ya que nuestros objetivos están orientados a un análisis y estudio de uno de los procesos más dinámicos y que se llega a desarrollar en los centros de distribución (CD) de la mencionada empresa, por ello, para entender algunos aspectos solamente describiremos su estructura organizacional a nivel del centro de distribución:

Como todos los centros de distribución a nivel nacional, el CD Cajamarca, está integrada por dos áreas específicas: El área de distribución (parte operativa) y el área de ventas (parte comercial); cada una de ellas cuenta con sus respectivos órganos de apoyo y sus unidades operativas u órganos en línea, y estos a su vez con sus unidades de apoyo. A continuación, presentamos el organigrama de la Empresa Backus S.A.A. CD – Cajamarca:

Figura 5.

Organigrama del Centro de Distribución Backus S.A.A. – Cajamarca.



Fuente: Archivo Físico de la Empresa Backus S.A.A. - CD Cajamarca

Todo lo antes mostrado nos ayuda a tener un mejor entendimiento de cómo opera la empresa y en que parte del sistema organizacional se centra nuestro estudio, identificando a los principales actores responsables de cada uno de los procesos que corresponden para el estudio.

4.1.3. Productos que comercializa la empresa.

Los productos que comercializa y distribuye la empresa Backus S.A.A. desde el Centro de Distribución Cajamarca, son los siguientes:

- Cervezas, en sus diferentes marcas y presentaciones: Pilsen Callao, Pilsen Trujillo, Cristal, Cusqueña y Miller.
- Gaseosas, en sus diferentes marcas y presentaciones: Viva Backus y Guaraná.
- Agua Mineral y Agua tónica Backus, en sus diferentes presentaciones.
- Otras bebidas: Maltin power.

4.1.4. Sistemas o canales de comercialización.

El sistema de comercialización se inicia con la recepción de los productos terminados de Backus S.A.A, en el almacén del centro de distribución; dichos productos son trasladados desde las plantas de producción mediante el llamado transporte primario (T1), que son camiones de gran capacidad de carga (Trailles). ¹

¹ Las plantas de producción que abastecen al CD Cajamarca son: Planta Motupe, Planta Trujillo y Planta Cuzqueña, además de la cerveza importada de marca Miller.

El sistema de comercialización adoptado por la empresa, para hacer la venta de productos se realiza mediante tres métodos: La venta indirecta compuesta por: Los canales de preventa y televenta; la venta directa (mayorista provincias) y la venta por concesión (eventos especiales).

- Sistema de venta indirecta (Preventa y Televenta) o simplemente venta indirecta. La denominan así debido a que los representantes de la empresa (vendedores o tele-vendedores) se contacta con los clientes previamente registrados en la base de datos de la empresa; bajo un plan de visitas o llamadas telefónicas semanales (IVS: Índice de visita semanal) para ofrecer los productos de la cartera de marcas y a tomar los pedidos de dichos clientes; estos pedidos son ingresados al sistema de comercialización (sistema SAP) y consolidados para que los productos sean entregados al día siguiente por los agentes de reparto, quienes irán a visitar a todos los clientes con pedido programado el día anterior. Este método de ventas es el que más volumen de ventas representa para la distribuidora y es justamente por ellos a los directivos de la organización les demanda una atención especial, dado que más del 70% de las ventas totales que logra el CD, se llevan a cabo mediante este canal de comercialización, tal como podemos apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 07

Ventas Mensuales por Canal de Comercialización (expresada en número de cajas)

Periodo	Preventa / Televenta	Mayoristas de Provincias	Eventos Especiales	Venta Total CD	% Participación: Preventa	% Participación: Mayoristas	% Participación: Eventos Especiales
Ene-17	122,191	39,256	5,988	167,435	73.0%	23.4%	3.6%
Feb-17	140,589	46,286	8,840	195,715	71.8%	23.6%	4.5%
Mar-17	108,156	41,041	5,960	155,157	69.7%	26.5%	3.8%
Abr-17	114,753	38,236	6,120	159,109	72.1%	24.0%	3.8%
May-17	115,232	40,220	6,250	161,702	71.3%	24.9%	3.9%
Jun-17	121,578	44,855	7,250	173,683	70.0%	25.8%	4.2%
Jul-17	154,148	56,002	8,320	218,470	70.6%	25.6%	3.8%
Ago-17	122,042	38,455	7,423	167,920	72.7%	22.9%	4.4%
Set-17	117,224	41,280	6,895	165,399	70.9%	25.0%	4.2%
Oct-17	124,598	42,326	7,210	174,134	71.6%	24.3%	4.1%
Nov-17	131,859	45,566	8,862	186,287	70.8%	24.5%	4.8%
Dic-17	162,338	57,619	9,894	229,851	70.6%	25.1%	4.3%
Total Año:	1,534,708	531,142	89,012	2,154,862	71.2%	24.6%	4.1%
Prom. Mes:	127,892	44,262	7,418	179,572			

Fuente: Archivos electrónicos empresa Backus S.A.A.

Cabe mencionar que, para que todos los productos programados salgan de la distribución, se emite previamente las guías de transporte correspondiente en el cual se registra el código del canal de comercialización al que corresponde, con el detalle de todos los productos por unidad de transporte, lo cual queda registrado en el sistema general de comercialización.

- Venta directa: Este tipo de venta de productos consiste en que los clientes mayoristas de provincias (transporte particular) registrados previamente en la empresa bajo esta categoría, llegan a las mismas instalaciones de la empresa para realizar la adquisición de productos. Este tipo de venta lo constituyen únicamente los mayoristas autorizados de provincias y

representan el 24.6 % de las ventas totales en lo que corresponde al año 2017 (ver tabla 7).

- Venta por concesión: Este canal realiza la venta de los productos a través de eventos especiales, que consiste en la denominada venta por concesión, que consiste en otorgar el producto para que se consuma en determinado evento. Este canal administra otros activos de la empresa, como son: Escenarios, mesas, sillas, toldos, cantinas, etc. Este canal tiene una finalidad no solo de ventas sino también de publicidad y marketing. Este canal tiene una representación del 4.1% de las ventas totales como se aprecia en la tabla 7. El objetivo principal de este canal es la publicidad y marketing que le da a las marcas de la empresa.

4.2. Análisis de la Situación Actual del Centro de Distribución – Cajamarca y su Proceso de Reparto

4.2.1. Descripción general.

Como ya se dio a conocer, el canal que ofrece mayores niveles de participación en el mercado para la distribuidora es el canal de venta indirecta (preventa y televenta), ya que representa en promedio poco más del 70% de la venta total lograda por la distribuidora, el cual se realiza mediante el sistema de distribución o reparto directo (T2). Como es de entender para poder entregar los pedidos y concretizar la venta, los gestores de la empresa demandan recursos y desarrollan una serie de actividades, y es precisamente por esto, que el proceso de reparto constituye el principal objeto estudio, sabiendo que representa el mayor volumen de venta para la empresa, y el que más recursos demanda. Este proceso es muy importante

ya que representa para la empresa la presencia de marcas en el mercado; y es precisamente en este proceso en que los directivos de la empresa pueden gestionar de mejor manera los elementos que participan (personas y competencias, sistemas y procesos, Indicadores de desempeño (KPI's) y recursos disponibles; en los cuáles se fundamentan los pilares de la organización (*crecimiento, competitividad, calidad total, control de costos y desarrollo sostenible*).

La empresa cuenta con local propio; físicamente está compuesta por el área de almacén que ocupa un 75% aproximadamente del área total de la distribuidora, en el área restante se encuentra las edificaciones donde se sitúan las oficinas administrativas de todas las demás áreas, un área de estacionamiento para 03 vehículos menores y un pequeño espacio de área verde (3 m²). Dicho centro de distribución está ubicado dentro del área urbana de la ciudad de Cajamarca, lo que representa una situación compleja, dado que esta condición genera ciertas complicaciones al ingreso y salida de las unidades de carga y descarga, sobre todo si se trata de camiones de gran capacidad, como son los denominados de transporte primario (T1); ya que estos ingresos y salidas de vehículos obstruyen el tránsito vehicular en la vía de acceso, representando inclusive cierto riesgo para la salud y bienestar de los ciudadanos que transcurren por la zona.

La distribuidora cuenta de forma permanente con siete (07) camiones de carga para el proceso de reparto de productos que son de uso exclusivo para atender la preventa y televenta. Seis camiones principales y un camión que cumple la función de reten, el cual cubre las ausencias de los vehículos principales cuando estos tienen programado su mantenimiento preventivo o

paralizan cuando hay un mantenimiento correctivo, o también sirve de apoyo cuando se registra un día alto en las ventas. Si bien es cierto que las unidades de reparto (camiones) pertenecen a una empresa del mismo grupo Backus S.A.A. debemos mencionar que el personal que trabaja en las unidades de reparto no pertenecen a la planilla de la empresa Backus S.A.A. Dicho personal de reparto corresponde a empresas tercerizadas que brindan el servicio de mano de obra para la distribución de productos. Actualmente Backus S.A.A. cuenta con el servicio de dos empresas comisionistas que brindan personal para el proceso de reparto, asignándose tres unidades de reparto a cada una de estas empresas, a las cuales se les paga una comisión por caja entregada. En cada unidad de carga se tiene la siguiente distribución de personal: Un jefe de reparto, un chofer auxiliar y dos auxiliares de reparto; haciendo un total de 4 personas por vehículo de reparto.

Los trabajadores de Backus S.A.A. que se desempeñan en las áreas administrativas programan, planifican y brindan el debido soporte a todas las actividades que realiza el personal de reparto, antes, durante y después del proceso de distribución propiamente dicho. Existe una persona responsable de todo el proceso de distribución y del resultado de los indicadores, además de todas las actividades que este proceso implique; dicho responsable es el Supervisor de Distribución, quien también se apoya en las diferentes unidades administrativas para cumplir con sus objetivos.

Un activo intangible adicional muy importante con el que cuenta la empresa en estudio es su "Maestro de Clientes". A la fecha cuenta con un total de 1,805 clientes detallistas debidamente registrados en su sistema los

cuales son identificados mediante un código que se les asigna. A estos clientes se les programa su visita de preventa o televenta según la intensidad de frecuencia de visita semanal (IVS), y esto según el tipo de cliente que sea. Cada cliente es contactado (telefónica o personalmente) por el personal de ventas, según su frecuencia de visita, y esto está en función del tipo de negocio y al nivel de ventas que tenga el cliente; es decir, según lo mencionado hay clientes que tienen una frecuencia de visita de hasta 2 veces por semana, otros son visitados una sola vez a la semana y también hay un grupo de clientes que son atendidos cada quince días. Toda esta información se puede encontrar en el principal sistema que administra la empresa, siendo este: SAP.

4.2.2. Operatividad física del almacén.

El área donde se concentra la mayor parte de las actividades operativas de la distribuidora es el almacén, el cual tiene 3,180 m² de área. En dicho lugar, se realiza la recepción de los productos enviados desde planta e ingresados al CD mediante el transporte primario (camiones tráiler de una capacidad de 2,100 cajas) los denominados T1; luego con el uso del montacargas y empleo de pallets y racks se efectúa el almacenamiento propiamente dicho de todos los productos por marca y presentación teniendo en cuenta la debida rotación de productos. Aproximadamente el 80% del almacén está ocupado con cerveza de envase retornable y el 20% restante lo ocupa los demás productos como son cervezas en envase no retornable que se vende en cajas de cartón y las bebidas no alcohólicas (agua, gaseosas, frugos, bebida nutritiva, etc.) en su presentación por paquetes. Posteriormente el producto almacenado en el CD será

despachado a las unidades de reparto (reparto secundario) denominado: T2 y a los camiones particulares: los T3, que pertenecen a los clientes “mayoristas autorizados con territorio”, quienes son los que abastecen el producto en las provincias que no son atendidas directamente por las unidades de reparto de la misma empresa productora.

Para tener una perspectiva más exacta de la situación del almacén es necesario abordar varios factores relevantes para la operación, como son:

a) Factor edificación

La construcción del centro de distribución que incluye al almacén tiene poco más de 18 años de antigüedad, al igual que las oficinas administrativas, debiendo mencionar que se fueron haciendo algunas mejoras en el transcurso del tiempo, y de la misma manera, las instalaciones eléctricas, puertas, racks, entre otros bienes y equipos que tienen una antigüedad similar. En sí, podemos decir que la infraestructura se encuentra en buen estado.

El nivel de ventilación dentro del almacén es el adecuado, esto se debe principalmente a la altura del techo y la puerta principal de despacho que se encuentran abiertas permanentemente. Este aspecto es positivo ya que un nivel de ventilación y temperatura adecuadas permiten una mejor conservación de los productos. En cuanto al nivel de iluminación durante el día y la noche, se considera que son adecuados ya que permite la visibilidad y conservación de las características del producto. Lo mismo ocurre en el patio de operaciones o maniobras el cual forma parte del almacén, en este espacio es donde se realiza la recepción y embarque

de productos, el cual está totalmente techado y con una iluminación adecuada para la contabilización y revisión de los productos. En temas de seguridad, la empresa cumple con todas las exigencias de salud y seguridad en el trabajo exigidas por ley.

b) Factor hombre

Dentro del área del almacén actualmente trabajan 13 personas (trabajo operativo del propio almacén), repartidas en dos turnos de trabajo diario. Cada uno de dichos turnos tiene asignados tareas específicas a desarrollar durante la jornada. La cantidad de trabajadores se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 08

Detalle de *Personal de Almacén CD Cajamarca*

Cargo	Cantidad
Operador de Montacargas	2
Asistente de Almacén	2
Jefe de Almacén	1
Estibadores	8
Total:	13

Fuente: Registros de Empresa Backus S.A.A.

c) Factor de movimiento

En el almacén este aspecto representa quizá uno de los factores más críticos para la empresa. Este factor está referido al espacio disponible en el patio de maniobra, donde se realiza trabajo de acomodo físico de los productos y las actividades de picking (selección y carga de productos) para su posterior despacho. En los almacenes es importante contar con los equipos de manejo de materiales que faciliten las tareas

de transporte interno de productos, sobre todo si el espacio físico es limitado, para permitir que estas tareas sean realizadas de una manera más ágil. Actualmente para realizar los trabajos de movimientos de productos y envases vacíos, la distribuidora cuenta con un transpaleta manual y una maquinaria denominada montacargas. El espacio disponible en el patio de operaciones o de maniobras es evidentemente reducido, ya que cuando hacen su ingreso 4 unidades de reparto ya no hay espacio para otra unidad adicional, o cuando ingresa un transporte primario (T1) que son unidades de gran capacidad (camiones tráiler) y que por el espacio que necesita el montacargas para maniobrar solo permite el ingreso de hasta dos unidades adicionales de transporte secundario (T2). Con esto podemos decir que la operatividad y movimientos de productos en el patio de maniobras dentro del almacén no son debidamente fluidos y que con frecuencia representa un cuello de botella en los procesos de carga, recargas y descargas.

4.2.3. Proceso de recepción y acomodo de productos.

El proceso se inicia con la llegada de los vehículos primarios (T1, tráiler con carreta) al CD, y que a la fecha no tienen horarios definidos de llegada para su atención en almacén. Para la atención de estos vehículos, solo basta coordinar previamente vía teléfono celular, entre el conductor y el responsable de almacén. El jefe de almacén sabe qué y cuantas unidades estarán llegando al CD durante el día, pero no tiene definido los horarios exactos de llegada para la atención de dichas unidades. Si ingresa uno de estos vehículos de gran longitud obstruye el ingreso o salida de más vehículos al almacén, por lo que se tiene que coordinar el momento de su

ingreso, y se deberá hacer cuando no hay camiones de reparto secundario (T2) dentro del CD. La ventaja de los transportes primarios está, en que estos vehículos todos son “paleteros”, es decir todo el producto que transportan estas unidades vienen sobre pallets o parihuelas que son descargados mecánicamente con ayuda del montacargas, esto es debido a que los lados de las carrocerías del T1 tienen lonas corredizas (similares a cortinas con rieles), lo que permite que el montacargas baje los pallets con productos y suba los pallets con envases vacíos directamente a la unidad de transporte, sin la participación de los estibadores. Esto quiere decir que al momento que ya ingreso el T1 al patio de operaciones, quien se encarga de descargar el producto y cargas envases retornables vacíos es el montacargas. Cada transporte primario transporta en promedio 2,020 a 2,100 cajas de productos y el tiempo promedio de permanencia en almacén de cada T1 es de 45 a 60 minutos. Todas las unidades registran la hora de ingreso y salida del CD. Cabe mencionar que en muchos de los casos se adiciona un tiempo de permanencia dentro del CD por demoras en la parte administrativa del almacén, como son demoras en las descargas, registros e impresión de guías de remisión y otros documentos.

4.2.4. Procesos de despacho al transporte secundario - T2.

La actividad de despacho de productos para el T2 generalmente principia en horas de la tarde, al promediar las 05 hasta las 07 de la noche, horario en el que ya se puede contar con el reporte de programación de rutas de cada unidad de reparto asignado para el día siguiente (reporte extraído del sistema SAP). Las cantidades para repartir mediante el reparto T2 se ciñe a la asignación o programación de carga para cada camión de reparto,

la cual es determinada por el responsable del área de distribución. Este despacho de productos a los camiones de reparto secundario se realiza de una forma coordinada entre el personal de distribución, almacén y el de reparto. Todas las actividades de despacho de productos a los T2 se realizan en el patio de operaciones del almacén, bajo el cumplimiento de ciertos estándares de calidad que garantiza una adecuada manipulación y conservación de productos, y sobre todo preservar la salud y seguridad de todos los trabajadores involucrados.

Para el despacho del T2, el operador del montacargas entrega los productos en piso, en las denominadas zonas de pinking, debido a que los camiones T2 son de tipo furgón lo cual no permite que el montacargas coloque el producto directamente hasta el mismo vehículo. Luego, conforme el montacarguista y el personal de almacén asignan sus productos a cada T2, el personal de reparto asignado a cada unidad de reparto previa verificación de calidad y cantidades de producto, inicia la carga de vehículos de forma manual, hasta cargar todo lo programado para esa carga. Así los vehículos quedan listos para salir al reparto al día siguiente conforme la planificación de rutas (reporte que es descargado e impreso del sistema SAP y que también se visualiza en las minicomputadoras que manejan el personal de reparto). De haberse programado una segunda carga para las unidades de reparto, dichas recargas se realizan en un horario no determinado, ya que eso depende de los tiempos que se tome el reparto en la distribución de productos de su primera carga. Vale mencionar que en algunas ocasiones cada camión de reparto puede tener 2, 3 o hasta 4 recargas, y eso depende de la cantidad de cajas vendidas y/o las consideraciones que tome el responsable de la planificación de rutas.

4.2.5. Ámbito de ejecución del reparto secundario (T2).

En la actualidad las localidades que son atendidas mediante el sistema de reparto secundario (con T2) son distritos de la provincia de Cajamarca, los cuales mencionamos a continuación: Cajamarca como distrito, Los Baños del Inca, Jesús, Namora, Llacanora, La Encañada, San Juan y Magdalena. Cabe mencionar que algunas otras provincias de la región Cajamarca, son atendidos desde el mismo CD ubicado en el distrito de Cajamarca mediante el canal comercial de mayoristas de provincias o con territorio (los T3).

4.3. El Proceso de Distribución de la Empresa

Conociendo las condiciones y características generales del centro de distribución Cajamarca y de la operatividad dentro del CD, ya estamos en condiciones de abordar el asunto principal de esta investigación, es decir todo lo relacionado al proceso de distribución propiamente dicho. Para un mejor entendimiento y en base a nuestro marco metodológico, procederemos a exponer, desagregar e identificar cada una de sus partes o variables que la integran al proceso de distribución, esto nos permitirá una visión más clara de su estado actual. Posteriormente en el siguiente capítulo podremos analizar su modelo de optimización de rutas, juntamente con las variables que lo componen y que afectan directa e indirectamente, de forma positiva o negativa a tal modelo a lo largo del periodo de estudio. De igual forma procederemos con los indicadores de gestión.

El sistema de distribución propiamente dicho cuenta con tres procesos o subprocesos: Asignación de reparto flexible (planificación de rutas), Proceso de distribución o reparto y los procesos administrativos del reparto.

4.3.1. Asignación de reparto flexible.

Este proceso es muy importante dentro de todo el proceso de distribución, ya que es en esta actividad donde el supervisor de distribución puede tomar ciertas decisiones respecto a las principales variables del proceso. De esta actividad depende en gran medida la eficiencia del proceso de reparto secundario (T2). El proceso de asignación de reparto flexible, también conocido con el nombre de planificación de rutas o asignación de carga, desde el año 2011 se viene realizando particularmente en un nuevo software de optimización de rutas, diseñado exclusivamente para realizar dicho trabajo. A este aplicativo se le denomina: "*Road Show*". Dicho sistema sirve esencialmente para la planificación de rutas de reparto mediante la visualización de planos, con el cual luego de ciertas programaciones se puede visualizar gráficamente la ruta trazada para cada unidad de reparto, en la zona asignada.

En el proceso de asignación de reparto, se realiza mediante una planificación y análisis de la información para generar rutas de reparto eficientes, de tal manera que la distribución de los pedidos de cada unidad de reparto sea secuencial, equitativa y proporcional para cada una de las unidades programadas. El objetivo de este proceso es minimizar las distancias (kilómetros recorridos) y como tal, minimizar el tiempo de permanencia del reparto en el mercado, reduciendo los costos del reparto y

optimizar los requerimientos y capacidad de la flota. Así mismo, con esta actividad se pretende que todos los pedidos programados por el personal de ventas en el día anterior sean efectivamente entregados por el reparto. Este sistema de planificación de rutas, mediante la visualización grafica de rutas ayuda a evitar la posibles "*invasiones de zonas de reparto*", es decir hay que evitar que dos o más unidades de reparto operen en una misma zona, la cual muy bien podría ser atendida por una sola unidad.

El sistema Road Show agiliza la actividad de planificación de rutas, ya que el responsable de esta actividad solo debe delimitar las zonas de atención para cada unidad de reparto en función a la información comercial del día, y luego ejecutar un comando y el aplicativo automáticamente traza la ruta de reparto. Es preciso mencionar en este punto que, por temas de información reservada de carácter privado, los responsables del proceso de distribución no nos permitieron obtener pantallas o imágenes de la programación de rutas en el sistema Road Show, solo se nos brindó unas imágenes de la pantalla principal del sistema con fines de evidenciar su existencia para el presente trabajo de investigación. (Ver anexo 01).

Planificación de rutas / Programación o asignación de carga para las unidades de reparto T2; está en función principalmente de las siguientes variables: Las zonas geográficas donde se ejecutará el reparto, volumen o cantidad de cajas programadas, número de clientes programados, número de camiones disponibles y volumen de envases vacíos programados para recojo.

Es importante dar a conocer también que, el aplicativo ruteador cuenta con información complementaria que es tomada en cuenta al momento de realizar la planificación de rutas, como son:

- Respecto a los mapas/planos electrónicos de las localidades. En dichos mapas o planos se puede identificar cierta información que ayuda en la toma de decisiones al momento de la planificación de rutas, como son: Zonas rígida (estacionamiento restringido), sentido o dirección del tránsito en las calles, calles con pendiente muy pronunciada, zonas riesgosas (riesgo de asalto), zona especial (centro histórico), donde no puede ingresar camiones de más de 3 toneladas de carga útil, calles con alto tránsito, etc. (Ver anexos 02).

- Administración de las unidades de reparto: La cantidad de vehículos de reparto disponibles en el CD, tipo de camión (furgón grande, furgón pequeño, furgoneta), capacidad de carga de cada unidad de reparto (capacidad en número de cajas), tonelaje total de los vehículos de carga, etc. Todos ellos con su código de reparto.

Para poder realizar la planificación de rutas, toda la información antes mencionada que ya se encuentra debidamente descargada en el sistema y que puede ser actualizada en cualquier momento. Cuando ya se tiene cargada toda la información comercial en el sistema de ruteo, el supervisor de distribución inicia la planificación del reparto. Al finalizar esta planificación de rutas en el sistema Road Show, se realiza una interfase (migración y/o exportación de información) con el sistema SAP, de donde se puede exportar un reporte en Excel con información consolidada, el cual ayuda

para mostrar cómo ha quedado la asignación/planificación de carga por cada unidad de reparto asignado. A continuación, presentamos dicha información:

Tabla 09

Resumen de asignación de carga por camión de reparto:

<u>Resumen de Asignación de Unidades de Reparto</u>						Fecha: 08/11/2017
Cod. Reparto	Responsable	Capacidad de Carga (Caj)	Contactos programados	N° Cajas programadas para entrega	N° Cajas para recojo	Recargas
400	Carlos Malca	320	44	560	433	01
700	José Valdés	600	50	585	475	-
701	Wilder Saldaña	600	53	595	451	-
702	José Cuzco	600	49	609	489	-
703	Nilo López	600	51	573	570	-
704	Manuel Aquino	600	53	602	592	-
Totales:			300	3524	3010	

Fuente: Empresa Backus S.A.A -Sistema SAP

Elaboración: Sistema SAP

4.3.2. Proceso de reparto o distribución de productos en el mercado.

Es la actividad de distribución de productos, según los pedidos programados para un determinado conjunto de clientes detallistas; en un periodo de tiempo preestablecido, bajo una secuencia de despacho fijada al momento de la planificación de rutas.

El objetivo general de esta actividad es efectuar la entrega de productos y la cobranza, de acuerdo con la programación que ha realizado el personal comercial, en forma confiable y lo más oportunamente posible (tiempo, lugar, cantidad y calidad) e intentando brindar el mejor nivel de servicio. Así mismo, este subproceso sirve para recuperar en el más corto plazo posible los envases vacíos del mercado, ya que estos envases también forman parte

del capital de trabajo de la empresa. Las distintas actividades que conforman este proceso (entrega de productos y material publicitario y de promoción, recojo de envases vacíos, y la gestión de cobranza) se realizan solo de acuerdo con lo programado por el personal de ventas.

De forma general, estas son las actividades y el ámbito donde se ejecuta:

- Carga de los productos en los camiones – Almacén del CD.
- Despacho de productos terminados y material publicitario – Clientes (Zona de reparto).
- Recojo de envases vacíos - Clientes (Zona de reparto).
- Gestión de cobranza y emisión de comprobantes – Mercado/Clientes
- Descarga de envases vacíos y productos que no se pudo entregar (“rechazos”) – Almacén del CD.

Toda la información correspondiente a la planificación del reparto, que ha sido previamente trabajada mediante el software ruteador; es subida diariamente a unos equipos tecnológicos portátiles llamado “*Han Held*” (mini computadoras portátiles) los cuales son equipos de trabajo utilizados por personal de reparto durante toda su jornada laboral, en el cual encuentran desde el orden de atención de los clientes hasta el detalle de pedidos y devolución de envases, como también la forma de pago (crédito o efectivo) de cada cliente y pagos de garantía por envases. Otro de los equipos de apoyo con los que cuenta el personal de reparto son las mini impresoras portátiles, en las cuales se imprime “in situ” cada operación efectuada con

cada cliente. Este es un procedimiento rápido y eficiente ya que los comprobantes de pago pueden ser impresos de una forma inmediata en el lugar de la entrega y de no llegarse a ejecutar la entrega del pedido por cualquier motivo, no se imprime los comprobantes de pago, por lo que ya no es necesario anular tales comprobantes como se hacía con anterioridad a la implementación de estos equipos tecnológicos. (ver anexo 03).

Dichos equipos tecnológicos se conectan entre sí mediante enlace bluetooth y cuentan con baterías recargables.

4.3.3. Procesos administrativos de reparto.

En este proceso se consolida y liquida todos los movimientos de productos, envases vacíos, cambios de productos, documentos comerciales y dinero en efectivo producto de las cobranzas realizadas por el personal de reparto; todo esto debidamente documentado y sustentado con: Guías de remisión, boletas, facturas, recibos de cobranzas, sistema de depósito en garantía (SDG's), utilizado en movimientos de envases con notas de créditos, etc. y en físico (productos y envases) que se ha generado durante toda la jornada diaria de reparto. Gracias a este subproceso se pudo ejecutar una serie de reportes del sistema, donde se puede obtener la data para revisar los resultados del sistema de distribución en sí. El objetivo de esta actividad es llevar el control y registro consolidado y detallado de todos los movimientos realizados en el proceso de reparto.

Para cumplir con el proceso de liquidación del reparto, ejecutado por cada jefe de reparto, tiene que existir áreas de soporte administrativo en el

mismo CD, siendo estas áreas administrativas: Cuentas corrientes, caja y la oficina de almacén. En estas áreas se ejecutan todas las operaciones a través de sus módulos del sistema SAP, de donde se extrae la información para ser gestionada, siendo estas:

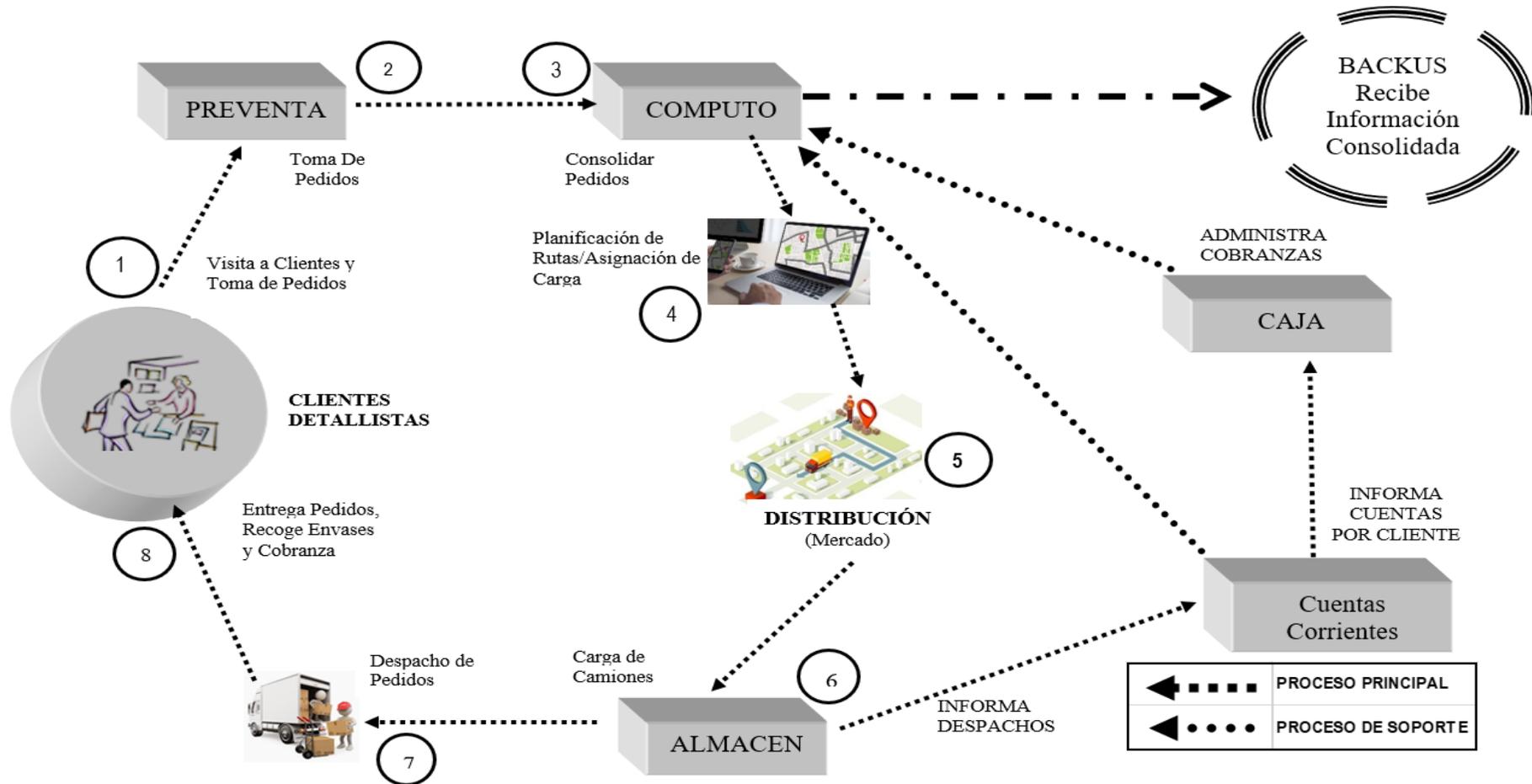
- Liquidación de cajas y envases vacíos - Almacén
- Entrega del dinero recaudado y liquidación - Caja
- Consolidación y liquidación de documentos y comprobantes de pago - Cuentas Corrientes.

Todas estas operaciones ya se encuentran consolidadas en el minicomputador que opera cada jefe de reparto. Antes de liquidar cada carga el jefe de reparto imprime los reportes consolidados y luego se corrobora esta información documentalmente en cada área que corresponda.

4.4. Flujograma del Proceso de Distribución/Reparto de Productos

Figura 6.

Flujograma del Proceso de Distribución – Empresa Backus S.A.A. - CD Cajamarca



4.5. Identificación de Variables que Intervienen en el Proceso de Distribución

Para realizar un correcto estudio y análisis de un proceso específico, es esencial identificar todas las posibles variables que intervienen y afectan directa o indirectamente a tal proceso, es por ello, que con la finalidad de tener una visión precisa de las actividades, (que no quede ninguna variable sin ser detallada), se ha realizado el trabajo de identificación de toda la información que atañe directa o indirectamente al proceso de distribución propiamente dicho de la empresa Backus S.A.A. CD Cajamarca, las cuales han sido reconocidas recurriendo a la técnica de observación directa (hoja de registro de actividades del personal reparto) y de fuentes de información primarias (reportes y archivos varios generados por el responsable del área de distribución). Toda esta información ha sido validada por el personal de la empresa, la misma que será desarrollada en el siguiente capítulo. (ver anexo 04)

Tabla 10

Consolidado de variables que inciden en el desarrollo del proceso de distribución

N°	Variables
01	Cantidad de unidades de reparto disponibles
02	Cantidad de recargas programadas por reparto
03	Tiempo en liquidación de cargas
04	Tiempo de estadía del reparto en el mercado
05	Horas de salida y retorno del reparto al CD
06	Kilometraje estimado por ruta/ Distancias
07	Tiempo estimado para recargas
08	Cantidad de pedidos entregados efectivamente
09	Cantidad de cajas entregadas
10	Cantidad de envases vacíos para recojo
11	Cantidad de pedidos/contactos programados
12	Cantidad de cajas o hectolitro programadas
13	Condiciones de la zona para el despacho de productos
14	Densidad de tráfico en "horas pico"
15	Programación de actividades previas al reparto
16	Charlas/capacitaciones al personal
17	Procesos administrativos de reparto en el mercado
18	Planificación de rutas de reparto
19	Puntualidad en la entrega de pedidos
20	Administración y mantenimiento de planos
21	Condiciones del almacén y envases en el cliente
22	Disponibilidad de espacio para cargas y recargas en el CD
23	Experiencia del jefe de reparto en el oficio
24	Disponibilidad de equipos tecnológicos
25	Ventanas horarias para atención de clientes
26	Capacidad de carga de los vehículos
27	Restricciones de tránsito vehicular
28	Tipo de zonas programadas para reparto de producto
29	Ubicación del cliente con difícil acceso
30	Tipo o categoría de negocio
31	Distancia de zona programada para ser atendida
32	Factor climatológico
33	Bloqueo o tránsito interrumpido en calles
34	Experiencia de los auxiliares de reparto

Fuente: Reportes virtuales de los sistemas de la empresa Backus S.A.A. y libreta de anotes del investigador.

Como se puede apreciar en el cuadro, se ha identificado 34 variables que inciden en el desarrollo del proceso de distribución. En la segunda parte del presente capítulo

presentamos a detalle cuales, de ellas pueden ser gestionadas en favor de los objetivos institucionales y del presente estudio.

Discusión de Resultados:

A partir de los hallazgos encontrados en el presente capítulo, aceptamos parcialmente la hipótesis específica, que establece: *“El proceso de distribución de productos de la empresa Backus S.A.A. en su Centro de Distribución Cajamarca presenta deficiencias tanto en su planificación, como en las prácticas operativas de reparto”*; aclarando que se da por aceptada la parte que corresponde a que *“El proceso de distribución de productos de la empresa Backus S.A.A. en su Centro de Distribución Cajamarca presenta deficiencias en las prácticas operativas de reparto”*, dado que se ha identificado serias limitantes respecto a la infraestructura física del centro de distribución, específicamente en el espacio disponible para la operatividad de los vehículos de reparto, lo cual afecta significativamente las practicas operativas del reparto.

Estos resultados guardan relación con lo que sostienen: Argenti & Marocchino (2007), quien manifiesta que los principales factores limitantes en los procesos de distribución son; La infraestructura, uso de recurso tecnológicos y conocimiento a detalle de las zonas de reparto, y el proceso de distribución de productos, es un tema complejo, que demanda una dedicada y cuidadosa planificación. Anaya (2002), en su publicación manifiesta que la infraestructura física de los centros de distribución es punto clave para las empresas que distribuyen productos de consumo masivo, dado que mueven productos de forma continua. Sainz (2011), concluye que un centro de distribución debe tener las condiciones para asegurar un servicio oportuno, continuo

y eficiente hacia los clientes y cumplimiento de objetivos de la empresa. Asimismo, Ortecho Jauregui, (2011) expone los problemas a los que se enfrentan en los procesos de distribución y transporte de productos: 1.- Los largos tiempos que pasan los camiones de transporte en el mercado. 2.- Desorden de los despachos de mercancía. 3.- Demoras en las cargas y recargas. 4.- Recorridos excesivos en las rutas de reparto. 5.- Falta de experiencia y capacitación de los transportistas. Todo ello es acorde con lo que en esta parte del estudio se halla.

Por otro lado, no aceptamos la parte de la hipótesis específica que dice que *“El proceso de distribución de productos de la empresa Backus S.A.A. en su Centro de Distribución Cajamarca presenta deficiencias en su planificación de rutas de reparto”*, dado que la planificación de rutas de reparto como tal, ha mejorado a partir de la utilización del software especializado para la programación de rutas. Si miramos la tabla 15: Comparativo de Resultados de Indicadores en el año 2017 y el año más próximo donde no se empleaba tal Software ruteador, podemos corroborar que los resultados respecto a distancias recorridas, tiempos de reparto y entregas de pedidos a mejorado, entonces estos resultados guardan relación con lo que sostiene Gutiérrez (1998), quien manifiesta que un proceso eficiente es aquel que implica reducción de costos de transporte por reducciones en distancias y tiempos a partir del modelo de optimización de rutas, lo cual representa incremento de ganancias. De igual forma concuerda con lo manifestado por Milla Obregon & Silva Felices (2013), quien presenta resultados de mejora en la planificación de rutas para reparto de productos de consumo masivo, mediante la aplicación de un software ruteador: Reducción significativa de las distancias recorridas por cada unidad de reparto, un ahorro del 25% del recorrido y esto ha repercutido directamente en el tiempo total de distribución,

siendo de un 18% menos en el mercado y menor cantidad de pedidos rechazados por razones de demora o visitas fuera de horario.

Esta segunda parte del presente capítulo está orientado a satisfacer los dos siguientes objetivos específicos de estudio:

- *“Analizar el modelo de optimización de rutas de reparto que se aplica en la empresa Backus S.A.A. para determinar si dicho modelo, está acorde a las condiciones y exigencia del mercado y la modernidad”.*
- *“Analizar la estructura y los resultados de los indicadores más relevantes del proceso de distribución de productos de la empresa Backus S.A.A. – Cajamarca, y de esta manera poder determinar cómo mejorar sus resultados de tales indicadores”.*

Entonces, se inicia el capítulo presentando el análisis del modelo de optimización de rutas de reparto que está ejecutando la empresa y así poder determinar si tal modelo está acorde a las exigencias del mercado y la modernidad; luego de ellos se procederá con el análisis de los indicadores de distribución que se derivan del mismo proceso de distribución propiamente dicho, los cuales revelan en sus resultados los efectos de la puesta en práctica del modelo de optimización de rutas. De esta manera sustentar los reajustes en el proceso para mejorar sus resultados.

4.6. El Modelo de Optimización y su Diseño de Rutas

Como se ha planteado en el objetivo principal de esta investigación, se pretende determinar la optimización del proceso de distribución para la empresa en estudio, y para ello se tiene que realizar mejoras en la planificación y ejecución de rutas de reparto, es decir para que el proceso de distribución sea lo más eficientemente posible logrando una optimización plena; necesariamente se ha realizado un análisis detallado del modelo de planificación de rutas de reparto; de esta manera saber si el modelo es el correcto, o de ser el caso proponer los cambios o reajustes que sean necesarios para que tal modelo sea afinado de acuerdo a la necesidad o problemática que afronta el personal involucrado en el proceso; quienes han manifestado qué, en comparación de años anteriores, con el actual sistema ruteador si se ha logrado mejorar la planificación de rutas de reparto, sin embargo aún persiste ciertos inconvenientes en el mercado al momento de ejecutar la planificación de rutas (ver anexos 05 y 06), por el cual, ni el soporte de los sistemas y aparatos tecnológicos han sabido sobreponerse a tal situación.

De acuerdo a las teorías de optimización que se ha revisado en el capítulo III, como son algunas de estas: El Algoritmo de Dijkstra, el método de ahorro o de Clarke & Wright y los modelos clásicos de optimización con programación lineal, todas ellas, en términos generales son estudios que fundamentan la forma de programar y conseguir rutas o caminos más cortos entre un número determinado de paradas (nodos), lo que equivale decir, buscan minimizar las distancias recorridas, cumpliendo ciertas condiciones o restricciones, las cuales son explicadas mediante programación matemática. En tal sentido, ya podemos decir que ya estamos preparados y en la capacidad de poder entender, analizar y exponer el escenario actual del modelo de planificación de la red de distribución que ha alcanzado la empresa Backus S.A.A. -

CD Cajamarca, mediante el uso exclusivo de un sistema especializado denominado "Road Show". Este sistema es la herramienta principal para elaborar la ruta para cada unidad de transporte, de forma automatizada; solo es necesario que al disponerse a realizar la planificación de rutas se considere algunos datos y tener en claro ciertas consideraciones y criterios para una correcta planificación de rutas.

Empezaremos reiterando que la base de datos del sistema Road-Show, cuenta con la información necesaria que le sirve de sustento en la búsqueda de una mejor asignación o programación de rutas para el reparto, lo que significa que el programa tiene como objetivo principal minimizar la cantidad de kilómetros recorridos por cada unidad de reparto; esto como es de entender ineludiblemente tiene como consecuencia la reducción de costos operativos, incrementando la rentabilidad de la empresa. A menos distancias recorridas menor consumo de combustible, en consecuencia, menor gasto. En ese contexto, para comprender de mejor manera el funcionamiento el sistema ruteador y la planificación de rutas es necesario presentar la información básica que se utiliza permanentemente para gestionar la planificación de rutas.

- Geolocalización (longitud y latitud) de cada uno de los puntos a atender (clientes).
- Mapas electrónicos, en los cuales se ha registrado previamente el sentido de tránsito vehicular de las calles.
- Cantidad de clientes programados con pedido.
- Cantidad o volumen de productos programados (en número de cajas) para el reparto.
- Cantidad de envases vacíos programados para recojo.

- Segmentación de zonas según sus características y clasificación en el mapa de Cajamarca, y localidades alejadas (Zona de alto tránsito, centro histórico, zona de alto riesgo, zona rural).
- Número de vehículos disponibles.
- Capacidad de carga (en número de cajas) de cada una de las unidades de reparto disponibles.

Asimismo, es importante exponer el escenario y condiciones generales con el que se enfrenta diariamente el responsable de distribución al momento de la planificación de rutas y asignación de carga, la cual consiste en:

Dado un conjunto de clientes dispersos geográficamente en determinadas zonas, un número de cajas de productos por entregar de acuerdo a específicos pedidos, una determinada cantidad de cajas vacías por recoger de cada punto y una determinada flota de vehículos con determinada capacidad de carga tanto en volumen como en peso; para establecer una o más rutas, teniendo en consideración condiciones fundamentales como son el tipo y distancia de zonas geográficas que corresponde atender, la cantidad de pedidos y cajas programadas.

De otra forma, también se podría decir que esta planificación de rutas consiste en distribuir un conjunto de actividades entre un determinado número de vehículos disponibles, donde precisamente se intenta minimizar los costos asociados al proceso de reparto, como son la reducción de tiempos en la actividad de transporte, reducir el consumo de combustible, pago de horas extras de trabajo del personal administrativo, la utilización de capacidad disponible de los vehículos, anular los reprocesos (tanto operativos como administrativos), reducir costos en actividades administrativas, lo

cual al mismo tiempo maximiza el beneficio, que viene hacer la entrega del 100% de pedidos programados que se traduce en mayor venta, y la mejora en el nivel del servicio al cliente (beneficio intangible), procesos eficientes y ágiles en el mercado.

Es preciso mencionar que en la empresa en estudio existe un solo decisor para la programación de rutas, y que el modelo de optimización para todos los caso cumple con dos condiciones generales: 1. La demanda diaria es igual a la oferta, es decir todos los ítems o productos demandados (cantidad de pedidos programados diariamente) siempre será igualado por la oferta al 100%, dado que siempre se programa productos que están disponibles en almacén, nunca la demanda será mayor que la oferta, en ningún caso. 2. El producto a distribuir es homogéneo en lo que corresponde al tipo de medida, es decir se programa y se distribuye productos de un solo tipo de medida, en cajas, no a granel, no en botellas, no en paquetes menores, todos los productos tienen una medida homogénea en los sistemas.

Segun Goberna & Jornet, (2004), nos dicen que los objetos más comunes del análisis de la programación lineal son procedimientos que encuentra su aplicación práctica en casi todas las fecetas de los negocios especialmente en los relacionados a problemas de producción, transporte y distribución de bienes. La programación lineal es un procedimiento matemático para determinar la asignación óptima de recursos escasos. Los autores, adicionan que cualquier problema de programación lineal, consta de una función objetivo y un conjunto de restricciones. Generalmente, las restricciones provienen del entorno en el cual se trabaja para lograr un objetivo. Cuando un decisor quiere lograr el objetivo deseado, se dará cuenta de que el entorno fija ciertas restricciones (es decir, limitaciones y/o condiciones) para cumplir con su

cometido, lo que vendría a ser el objetivo planteado, el cual deberá ser maximizado o minimizado.

➤ **Formulación del Modelo con Programación Lineal (PL):**

Se expone un escenario típico en el que desarrolla este modelo de optimización, en la que se fundamenta la aplicación del sistema Road Show, y se hace de la forma más sencilla posible, a pesar de que plantear un modelo matemático que describa la particularidad de una determinada situación, es un tanto complejo, un sistema de ecuaciones lineales que representan en mayor medida la posible solución que la empresa a considerado frente a la problemática planteada.

Para entender el planteamiento del modelo a presentar es preciso suponer el escenario o la situación en sí, vale decir que, por lo menos debemos conocer la información básica que debe ser analizada y trabajada diariamente por el decisor en la programación de rutas de reparto. Dicha información resumen (como muestra de un día “x”) es la siguiente: la misma que será representada como las variables de decisión:

Tabla 11

Datos por Considerar en la Programación de Rutas de Reparto: Día “x”

N° de Pedidos Programados	N° de cajas programadas	N° de cajas vacías para recojo	N° de vehículos disponibles	Tipo de Zona
258	3,940	4,333	06	Solo Cajamarca Urbana

Fuente: Sistema SAP – Empresa Backus S.A.A.

De esta información podríamos decir que: Para cada unidad de reparto se le debe programar 46 pedidos aproximadamente, con una carga de 656 cajas aprox. (3,940 cajas programadas / 6 vehículos) por cada unidad de reparto. Considerando que solamente hay un exceso de 393 envases vacíos que deben ser recogidos adicionalmente a los envases del intercambio, una cifra que distribuida entre las 06 unidades es posible cargarlas en cada unidad sin tener que adicionar otro viaje. Entonces, el decisor luego de ello solamente debe definir la zona que le corresponde a cada unidad de reparto y de ahí el sistema Road Show realizará en automático la mejor ruta de acuerdo a los factores que considerando el modelo, tras ejecutar un par de comandos.

Hay que considerar los elementos básicos que componen a los modelos matemáticos de optimización con programación lineal: Las variables de decisión, la función objetivo y las restricciones del modelo.

Antes, se aclara que tanto la función objetivo como las restricciones deben ser lineales. Que el producto a transportar deba ser único y homogéneo, condición que también se cumple, dado que todos los productos se expresan en cajas. La unidad de medida es Cajas.

Los coeficientes de las variables, en las restricciones, deben ser uno o cero.

- **Variables de decisión**

Debemos asegurar que las variables de decisión sean mayores o iguales a cero, esto acerca el modelo a la realidad, considerando como tal la data que

es analizada y trabajada diariamente por el decisor en la programación de rutas de reparto, datos mostrados en la Tabla 10.

Se ha considerado las siguientes definiciones para la elaboración del modelo matemático:

Oferta: $o_i, i = 1, \dots, m$ y Demanda: $d_j, j = 1, \dots, n$

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

Las cantidades demandadas deben ser iguales a las cantidades ofrecidas para poder solucionar el modelo, condición que se cumple, considerando que todos los pedidos programados (demanda) es igual a la cantidad de productos asignados en la carga del reparto (considerando como la oferta).

K_{ij} = Representa los kilómetros de distancia desde el origen i hasta el destino j . Debiendo suponer que las variables no pueden ser negativas:

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

C_{ij} = Representa el costo de transporte de cada unidad de producto desde el origen i ($i=1, 2, \dots, m$) hasta el destino j ($j=1, 2, \dots, n$).

Es sobre entendido que a mayor cantidad de kilómetros recorridos mayor será el costo unitario por caja, existe una relación directa.

$X_{tim} = 1$, Si el arco (l, m) es transitado por vehículo t , y 0, en otro caso.

i = Es el origen desde donde se transportará el bien.

j = Cliente con pedido programado (destino).

q_j = Cantidad de pedido programado en j .

r_j = Envases programado para recojo en j .

Q_v = Capacidad del vehículo v .

st_l^v = Tiempo de servicio al pedido l por el vehículo v .

kt_{lm}^v = Tiempo de viaje desde l hasta m del vehículo v .

T_v = Tiempo de ruta "permitido" para el vehículo v .

X_{ij} = Representa la cantidad de unidades de producto que será transportado desde el origen i hasta el destino j .

Se debe entender que, los orígenes i pueden existir en cualquier número, desde 1 hasta m orígenes; igualmente puede existir cierta cantidad de destinos j , desde 1 hasta n . Esto quiere decir que al tratarse de una ruta formada por la unión de varios nodos o puntos unidos de forma secuencial el primer destino j , luego de ser atendida la demanda deja de ser destino y se convierte en origen $i+m$, así sucesivamente con todos los puntos de destino hasta cubrir el total de paradas programados en la ruta.

Entonces, representamos la programación de un vehículo de capacidad limitada "C", que debe entregar una cierta cantidad de cajas, distribuidas en diferentes puntos dispersos en determinada zona, para finalmente regresar al punto inicial de partida, denominado punto cero (0) con una enunciación de función objetivo que busca crear una ruta para que la unidad de reparto realice

el menor recorrido posible durante su visita a los “ $j+n$ ” destinos programados. Se precisa a $Z = (0, 1, 2, 3, \dots, n)$ como el conjunto de “ n ” paradas unidas por los arcos (i, j) por los que debe transitar el vehículo de reparto partiendo desde el Centro de Distribución (punto “0”), considerando el conjunto Z aumentado como $Z = Z \cup \{n + 1\}$ que se obtiene al duplicar el punto de partida como destino final. Se define a K_{ij} como la distancia entre el punto de origen i y el punto de destino j y X_{ij} la variable que define si el vehículo parte del origen i hacia el destino j utilizando el arco (i, j) para hacer entrega de determinada cantidad de productos. El modelo resultante es el siguiente:

Función Objetivo del modelo:

$$\text{Min} ZK_1 \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^k k_{ij} X_{ij} \quad \dots (1)$$

Así, la función objetivo busca minimizar la suma de las distancias recorridas por los vehículos, en este caso la distancia recorrida por el vehículo 1 (K_1).

Sujeto a:

$$\sum_{l=1}^n \sum_{m=1}^n x_{lm}^V = 1, \quad m = 2, V, n \quad \dots (2)$$

$$\sum_{m=1}^n \sum_{V=1}^V x_{lm}^V = 1, \quad l = 2, V, n \quad \dots (3)$$

Las expresiones (2) y (3) garantizan que sólo un vehículo visite cada nodo, es decir restringen la asignación de cada cliente a una sola ruta vehicular.

$$\sum_{l=1}^n x_{lj}^V - \sum_{m=1}^b x_{fm}^V = 0, \quad V = 1, V, V \quad f = 1, V, n \quad \dots (4)$$

La expresión (4) mantiene la continuación de las rutas y el equilibrio del modelo ya que exige que, si un arco llega a un nodo, entonces tiene que salir del mismo, hasta retornar al punto de origen.

$$\sum_{l=1}^n q_l \sum_{m=1}^n x_{lm}^v \leq Q_v ; v=1, V, V \quad \dots (5)$$

$$\sum_{l=1}^n St_l^v \sum_{m=1}^n x_{lm}^v + \sum_{l=1}^n \sum_{m=1}^n tt_{lm}^v x_{lm}^v \leq T_v, \quad v = 1, K, K \quad \dots (6)$$

Las definiciones (5) y (6) asegura la capacidad de los vehículos, así como el tiempo máximo por ruta trazada (tiempo que es estimado por el Road Show y que generalmente es superado en el registro real).

$$\sum_{l=1}^n r_j \sum_{m=1}^n x_{lm}^v \leq Q_v ; v=1, V, V \quad \dots (7)$$

La expresión (7) asegura la capacidad del vehículo para el recojo de envases vacíos que deberán ser retornados al CD.

$$\sum_{m=2}^n x_{lm}^v \leq 1, v = 1, V, V \quad \dots (8)$$

$$\sum_{l=2}^n x_{l1}^v \leq 1, v = 1, V, V \quad \dots (9)$$

Con las expresiones (8) y (9) permite que no se exceda en la disponibilidad de vehículos para que no realicen más de una ruta si no lo amerita realmente.

$$X_{ijv} \geq 0 \quad \forall v \in V, (i, j) \in A \quad \dots (10)$$

Se define como restricciones de no negatividad de las variables x.

$$X_{ijv} \in \{0,1\} \quad \forall v \in V, (i, j) \in A \quad \dots (11)$$

La expresión (11), representa restricciones que definen al modelo como un modelo lineal puro (todas las variables de decisión son enteras).

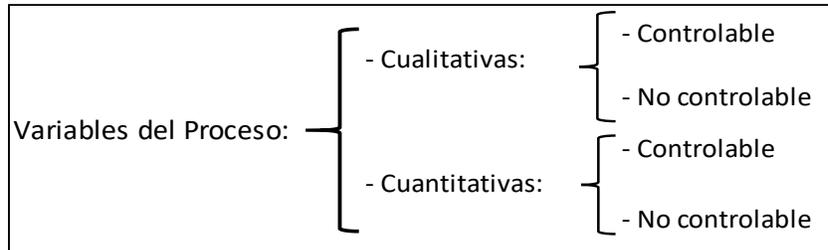
Con todas estas variables se ha diseñado la mejor ruta posible para cada camión de reparto. Como se menciona en la teoría de programación de rutas, al igual que el Algoritmo de Dijkstra o el método de ahorro o de Clarke & Wright que consiste en diseñar una red uniendo nodos para trazar una ruta eficiente considerando ciertas restricciones, y como es de esperar en la empresa objeto de estudio pretende optimizar la ruta de reparto, o lo que es lo mismo, intenta minimizar las distancias recorridas por cada unidad de reparto, minimizar los tiempos de permanencia en el mercado, y cumplir con la programación de entrega de pedidos, teniendo en consideración ciertas variables que funcionan como restricciones y condiciones en la planificación de rutas.

Como el objetivo principal de este trabajo no es enseñar a desarrollar problemas de optimización con PL, sino mediante esta teoría entender matemáticamente el planteamiento y lógica del modelo de optimización que viene utilizando la empresa en estudio, y analizar su estructura y aplicación mediante una técnica de optimización de rutas (uso del sistema Road Show) en pro de alcanzar un proceso de distribución propiamente dicho, eficiente y eficaz tanto para la organización como para los clientes. Con el modelo expresado mediante ecuaciones lineales y ajustado a la realidad podemos entender con el fundamento debido que existe una función objetivo, que es precisamente minimizar la cantidad de kilómetros recorridos por cada unidad de reparto (menos kilómetros recorridos equivale a menos costos para la empresa), y

procurar cumplir con la entrega de todos los pedidos programados. Sin embargo, como mostraremos más adelante, a pesar del uso de este modelo de optimización que cumple con la función objetivo, no está logrando conseguir los resultados anhelados, y es justamente por este motivo que se estaría analizando las causas y razones de los resultados actuales.

Entendiendo ya, que el sistema ruteador busca optimizar las rutas de reparto y por ende al proceso de distribución en sí, para cumplir con un análisis adecuado del modelo consideramos pertinente ahondar más en el tema de variables, en variables que están presentes en el desarrollo del proceso de reparto, y de esta manera identificar posibles variables que pueden estar cumpliendo la función de restricciones o de decisión y no han sido contempladas para la aplicación del modelo mediante el sistema ruteador.

Entonces, paso seguido, teniendo ya identificadas todas las posibles variables que conciernen directamente al proceso de reparto, apoyados en conocimientos previos, procedemos a clasificarlas por tipo, según su naturaleza, siendo estas: Variables cualitativas y variables cuantitativas. Esta clasificación será complementada considerando la posibilidad de que dichas variables puedan ser o no controladas, tal como se muestra en la siguiente figura:

Figura 7.*Clasificación de Tipo de Variables Según su Naturaleza*

Entonces se procede a presentar las variables identificadas con su respectiva clasificación:

Tabla 12.

Clasificación de variables que componen al proceso de distribución.

N°	VARIABLES	CLASIFICACIÓN
01	Cantidad de unidades de reparto disponibles	Cuantitativa - Controlable
02	Cantidad de recargas programadas por reparto	Cuantitativa - Controlable
03	Tiempo en liquidación de cargas	Cuantitativa - Controlable
04	Tiempo de estadía del reparto en el mercado	Cuantitativa - Controlable
05	Horas de salida y retorno del reparto al CD	Cuantitativa - Controlable
06	Kilometraje estimado por ruta/Distancias	Cuantitativa - Controlable
07	Tiempo estimado para recargas	Cuantitativa - Controlable
08	Cantidad de pedidos entregados efectivamente	Cuantitativa - Controlable
09	Cantidad de cajas entregadas	Cuantitativa - Controlable
10	Cantidad de envases vacíos para recojo	Cuantitativa - Controlable
11	Cantidad de pedidos/contactos programados	Cuantitativa - Controlable
12	Cantidad de cajas o hectolitro programadas	Cuantitativa - Controlable
13	Condiciones de la zona para el despacho de productos	Cualitativa - No Controlable
14	Densidad de tráfico en "horas pico"	Cualitativa - No Controlable
15	Programación de actividades previas al reparto	Cualitativa - Controlable
16	Charlas/capacitaciones al personal	Cualitativa - Controlable
17	Procesos administrativos de reparto en el mercado	Cualitativa - Controlable
18	Planificación de rutas de reparto	Cualitativa - Controlable
19	Puntualidad en la entrega de pedidos	Cualitativa - Controlable
20	Administración y mantenimiento de planos	Cualitativa - Controlable
21	Condiciones del almacén y envases en el cliente	Cualitativa - No Controlable
22	Disponibilidad de espacio para cargas y recargas en el CD	Cualitativa - Controlable
23	Experiencia del jefe de reparto en el oficio	Cualitativa - Controlable
24	Disponibilidad de equipos tecnológicos	Cualitativa - Controlable
25	Ventanas horarias para atención de clientes	Cuantitativa - Controlable
26	Capacidad de carga de los vehículos	Cuantitativa - No Controlable
27	Restricciones de tránsito vehicular	Cualitativa - No Controlable
28	Tipo de zonas programadas para reparto de producto	Cualitativa - No Controlable
29	Ubicación del cliente con difícil acceso	Cualitativa - No Controlable
30	Tipo o categoría de negocio	Cualitativa - Controlable
31	Distancia de zona programada para ser atendida	Cualitativa - No Controlable
32	Factor climatológico	Cualitativa - No Controlable
33	Bloqueo o tránsito interrumpido en calles	Cualitativa - No Controlable
34	Experiencia de los auxiliares de reparto	Cualitativa - No Controlable

Fuente: Reportes virtuales de los sistemas de la empresa Backus S.A.A. y libreta de anotes del investigador.

Respecto a las variables cualitativas, estas variables principalmente fueron obtenidas por medio de la observación directa del proceso y solo después de evidenciarlas fueron descritas, el método para su estudio es el inductivo.

Respecto a las variables cuantitativas. La información de estas variables se obtuvo principalmente por medio de reportes de mediciones, entregados por el responsable del área de distribución, como son: los tiempos, kilómetros, unidades, cantidades, etc. (valores numéricos cuantificables), el método de estudio utilizado es el deductivo.

Así mismo, de acuerdo con la posibilidad de poder controlarlas o no, a cada una de las variables se asignó la calificación a cada una de ellas, en términos de Controlable y No controlable, tal como se aprecia en la tabla 11.

Seguidamente, habiendo ya clasificado las variables por características similares, se procedió a agruparlas con propósito de un mejor análisis. Tal clasificación ayudó a saber cuáles de estas variables son objeto de gestión para optimizar el proceso de reparto mediante el modelo de optimización de rutas, saber qué variables ya están siendo incluidas en el actual modelo que se viene aplicando en la empresa y cuales no han sido consideradas (de ser el caso). Esta identificación y clasificación de variables, muestra la composición del modelo y por ende nos aproxima a la respuesta de nuestro problema de investigación.

Tabla 13.*Clasificación de Variables del Proceso por Estrategia de Mejora*

VARIABLES	CLASIFICACIÓN	ESTRATEGIA DE GESTIÓN
Programación de actividades previas al reparto	Cualitativa - Controlable	Gestión de Procesos
Charlas/capacitaciones al personal	Cualitativa - Controlable	Gestión de Procesos
Procesos administrativos de reparto en el mercado	Cualitativa - Controlable	Gestión de Procesos
Planificación de rutas de reparto	Cualitativa - Controlable	Gestión de Procesos
Puntualidad en la entrega de pedidos	Cualitativa - Controlable	Gestión de Optimización
Administración y mantenimiento de planos	Cualitativa - Controlable	Gestión de Procesos
Disponibilidad de espacio para cargas y recargas en el CD	Cualitativa - Controlable	Gestión de Procesos
Experiencia del jefe de reparto en el oficio	Cualitativa - Controlable	Gestión de Procesos
Disponibilidad de equipos tecnológicos del reparto	Cualitativa - Controlable	Gestión de Procesos
Tipo o categoría de negocio	Cualitativa - Controlable	Gestión de Optimización
Condiciones del almacén y envases en el cliente	Cualitativa - No Controlable	Gestión de Procesos
Condiciones de la zona para el despacho de productos	Cualitativa - No Controlable	No se interviene
Densidad de tráfico en "horas pico"	Cualitativa - No Controlable	No se interviene
Restricciones de tránsito vehicular	Cualitativa - No Controlable	No se interviene
Tipo de zonas programadas para reparto de producto	Cualitativa - No Controlable	No se interviene
Ubicación del cliente con difícil acceso	Cualitativa - No Controlable	No se interviene
Distancia de zona programada para ser atendida	Cualitativa - No Controlable	No se interviene
Factor climatológico	Cualitativa - No Controlable	No se interviene
Bloqueo o tránsito interrumpido en calles	Cualitativa - No Controlable	No se interviene
Experiencia de los auxiliares de reparto	Cualitativa - No Controlable	No se interviene
Cantidad de unidades de reparto disponibles	Cuantitativa - Controlable	Gestión de Procesos
Cantidad de recargas programadas por reparto	Cuantitativa - Controlable	Gestión de Optimización
Tiempo en liquidación de cargas	Cuantitativa - Controlable	Gestión de Procesos
Tiempo de estadía del reparto en el mercado	Cuantitativa - Controlable	Gestión de Optimización
Horas de salida y retorno del reparto al CD	Cuantitativa - Controlable	Gestión de Optimización
Kilometraje estimado por ruta	Cuantitativa - Controlable	No se interviene
Tiempo estimado para recargas	Cuantitativa - Controlable	Gestión de Optimización
Cantidad de pedidos entregados efectivamente	Cuantitativa - Controlable	Gestión de Optimización
Cantidad de cajas entregadas	Cuantitativa - Controlable	Gestión de Optimización
Cantidad de envases vacíos para recojo	Cuantitativa - Controlable	Gestión de Optimización
Cantidad de pedidos/contactos programados	Cuantitativa - Controlable	Gestión de Optimización
Cantidad de cajas o hectolitro programadas	Cuantitativa - Controlable	Gestión de Optimización
Ventanas horarias para atención de clientes	Cuantitativa - Controlable	Gestión de Optimización
Capacidad de carga de los vehículos	Cuantitativa - No Controlable	No se interviene

Fuente: Reportes virtuales de los Sistemas de la Empresa Backus S.A.A. y Libreta de Anotes del Investigador.

Como se puede apreciar en el cuadro, se adicionó una columna denominada “Estrategia de gestión”, con la finalidad de proponer una clasificación a cada variable, en función al tratamiento que se la debe dar a cada una de ellas, como parte del proceso de reparto, es decir la clara identificación y clasificación de las variables sirve para identificar claramente cuáles pueden ser integradas a un sistema de ruteo (optimización de rutas) y cuáles pueden ser objeto de una gestión administrativa de procesos.

Es prudente recordar que, un modelo sólo captura determinados aspectos de la realidad, su uso puede no ser apropiado en una aplicación en particular porque no llega a capturar las variables correctas de la realidad.

Paso seguido, se presenta las variables que están siendo consideradas como parte del modelo actual y cuales no lo están, y por tanto no forman parte de la base de datos que fundamenta al aplicativo Road Show, con la aclaración que consideramos las variables que son directamente estimadas en el mismo sistema ruteador más no la información que se registra mediante el Hand Held (computadora portátil tipo equipo celular que opera el jefe de reparto).

Tabla 14.

Identificación de Variables que no han sido Consideradas en el Modelo de Optimización de Rutas.

VARIABLES	CLASIFICACIÓN	ESTRATEGIA DE GESTIÓN	¿Es considerada en el modelo de optimización?
Puntualidad en la entrega de pedidos	Cualitativa - Controlable	Gestión de Optimización	No
Tipo o categoría de negocio	Cualitativa - Controlable	Gestión de Optimización	No
Cantidad de recargas programadas por reparto	Cuantitativa - Controlable	Gestión de Optimización	Si
Tiempo de estadía del reparto en el mercado	Cuantitativa - Controlable	Gestión de Optimización	Si
Horas de salida y retorno del reparto al CD	Cuantitativa - Controlable	Gestión de Optimización	Si
Tiempo estimado para recargas	Cuantitativa - Controlable	Gestión de Optimización	No
Cantidad de pedidos entregados efectivamente	Cuantitativa - Controlable	Gestión de Optimización	Si
Cantidad de cajas entregadas	Cuantitativa - Controlable	Gestión de Optimización	Si
Cantidad de envases vacíos para recojo	Cuantitativa - Controlable	Gestión de Optimización	Si
Cantidad de pedidos/contactos programados	Cuantitativa - Controlable	Gestión de Optimización	Si
Cantidad de cajas o hectolitro programadas	Cuantitativa - Controlable	Gestión de Optimización	Si
Ventanas horarias para atención de clientes	Cuantitativa - Controlable	Gestión de Optimización	No

Fuente: Reportes virtuales de los Sistemas de la Empresa Backus S.A.A. y Libreta de Anotes del Investigador.

Luego de haber desintegrado al proceso de reparto en todas sus posibles variables que la componen, se ha identificado a cuatro (04) variables (dos cuantitativas y dos cualitativas) que no están siendo consideradas en el modelo actual, las cuales pueden relacionarse en la gestión de optimización del proceso. De primer plano, según lo observado en el cuadro anterior se señala que las variables que no están incluidas en el modelo de optimización están relacionadas a los inconvenientes que se están presentando en el mercado al momento de ejecutar las rutas programadas.

De toda esta primera parte del capítulo que está relacionada directamente con el planteamiento del segundo objetivo específico, se ha determinado

cualitativamente, que el actual modelo de optimización de rutas de reparto no está ajustado a la realidad y condiciones del Centro de Distribución, además no considera en su estructura a una variable que representa las exigencias del mercado moderno y cambiante. La Identificación y atención a clientes “especiales” con ventana horaria asignada para atención del reparto, según una necesaria y previa clasificación de clientes.

Para que funcione a cabalidad, un modelo de optimización como lo indica su propia definición, en su composición debe considerar ciertos aspectos importantes de la realidad para que finalmente funcione y pueda optimizar al proceso. Como por ejemplo el caso de clientes que pueden atender a las unidades de reparto en ciertos horarios a lo largo del día, por motivos diferentes propios de los actuales tipos de negocios que existen en mercado, por lo que para ellos muy bien funcionaría la condición de “ventanas horarias”. Es justamente este hecho que no está siendo considerado en el actual modelo de optimización de rutas de la empresa Backus S.A.A.

En ese sentido, la hipótesis planteada para el objetivo número 2, quedaría confirmada. El actual modelo de optimización de rutas no está totalmente acorde con los requerimientos de un mercado dinámico y moderno. Esto no quita el hecho, que el actual modelo si contribuye en varios aspectos del proceso, una clara evidencia es que las unidades de reparto ya no se cruzan en una misma zona de reparto; por lo antes mencionado se puede afirmar que el modelo puede mejorar con ciertos reajustes, el cual pueda captar los factores y/o aspectos que influyen en sus resultados.

Con ello confirmamos “...un modelo captura aspectos de la realidad que intenta representar, pero se debe tener en cuenta que un modelo depende de esos aspectos de la realidad”. (Hillier & Lieberman 2010, p.103).

La elección de un modelo estratégico adecuados puede impactar significativamente en la eficiencia y productividad de la empresa, por lo que deja un margen para la discusión de los criterios claves a considerar por parte de los tomadores de decisiones y responsables del Centro de Distribución. La segmentación o clasificación de los clientes puede ser uno de los criterios clave, pues las evidencias muestran rendimientos mayores en empresas que han realizado caracterización de la entrega como medio para mejorar su relación con su mercado. Este planteamiento es respaldado por Lozada & Cadena (2012), quien en su investigación concluyen:

La experimentación del modelo de optimización con ventanas horarias arrojó soluciones notablemente favorables respecto a los problemas de entrega de pedidos, sin embargo, hay que considerar que las ventanas de horario son estrictas y sus intervalos de duración son cortos, en ciertas ocasiones podrían sobreponerse entre los clientes, por lo que recomienda que el rango de ventana horaria sea lo más amplio posible, con ello se podrá trazar una ruta sin distorsiones. (p. 203)

4.7. Indicadores de Distribución

En este punto corresponde analizar los resultados de la aplicación del modelo de optimización y de la ejecución de las principales actividades de reparto. No basta analizar cualitativamente al modelo de planificación de rutas; principalmente porque el proceso de distribución de la empresa Backus S.A.A. ya es un hecho real que viene funcionando tiempo atrás, por ello es apropiado realizar un análisis cuantitativo, para lo cual se ha recurrido a los indicadores de gestión que ha establecido la empresa y que engloban la relación de las principales variables del modelo de optimización.

Los indicadores de distribución o como comúnmente son llamados en la empresa, los KPI's (Key Performance Indicator = Medidor de Desempeño); son cifras a través de las cuales se puede medir la gestión, el desempeño y eficacia de los responsables de cada actividad que componen al proceso de reparto, así mismo contribuyen en el control de resultados de los procesos como un todo conglomerado de las prácticas realizadas. A lo largo de la investigación se ha constatado que la empresa Backus S.A.A. se esfuerza por operar al ritmo de las grandes corporaciones y alineadas a las exigencias del mercado, tiene una visión permanente para innovar e invertir en tecnología, tal como lo han planteado en su plan de negocio, el cual se fundamentan en 4 elementos esenciales: Las persona y competencias, sistemas y procesos, Indicadores de gestión (KPI's) y recursos disponibles (financieros, infraestructura y tecnología), a los que ya se ha hecho mención anteriormente.

La empresa en estudio se ha establecido cinco indicadores de gestión en lo que corresponde directamente al proceso de distribución, siendo los siguientes:

- Productividad Camión
- Eficiencia de Ruta
- Drop Size
- Efectividad de Reparto
- Desviación del Tiempo en el Mercado

4.7.1. Composición de los indicadores de distribución.

Cómo saber si las acciones y/o gestiones que viene realizando el personal del proceso de distribución son correctas y eficientes, o simplemente, cómo saber si en los procesos o subprocesos se está optimizando el uso de recursos. Efectivamente, no se puede trabajar ni mucho menos trazarse metas de trabajo, si no existe un mecanismo de medición de resultados o simplemente alguna técnica que permita por lo menos hacer una comparación de resultados.

En tal sentido, y como bien se ha hecho referencia a (Mora Garcia, 2013) en las bases teóricas, quien manifiesta: *“uno de los factores determinantes para que todo proceso, llámese logístico o de producción, se lleve a cabo con éxito, es implementar un sistema adecuado de indicadores para medir la gestión de los mismos, con el fin de que se puedan implementar indicadores en posiciones estratégicas que reflejen un resultado óptimo, mediante un buen sistema de información que permita medir las diferentes etapas del proceso logístico”.* (Pagina. 74).

Para poder tener un mejor entendimiento de cada uno de estos indicadores, es preciso mostrar la estructura de cada uno de ellos, el tipo de relación que existe entre las variables que los componen, de esta forma permitirá saber dar lectura a sus resultados y evolución.

Es preciso aclarar que, la empresa en estudio respecto a los componentes de los indicadores de distribución ha creído conveniente uniformizar la unidad de medida y para ello utilizan la medida llamada hectolitros que equivale a 100 litros; esto debido a que los diferentes productos que distribuyen la empresa no todos tienen la misma medida respecto a su contenido.

Para poder convertir las cajas de productos en hectolitros se utiliza un factor de conversión que es igual a: 0.073. Ejemplo: Si se repartió 4 mil cajas en un día, esto equivale a decir que se repartió 292 hectolitros ($4,000\text{cj} \times 0.073 = 292\text{ hl}$).

a) Productividad Camión

Expresión Conceptual: El indicador expresa el volumen en hectolitros (hl), promedios repartidos por cada camión de reparto en el mes. Mide el volumen entregado dividido por la cantidad de camiones utilizados en dicha entrega (Excluye camiones en mantenimiento e inactivos), dividido por el número de días de entrega.

Expresión Matemática:

$$\text{Productividad de Camión} = \frac{\text{hl. Repartidos en el mes}}{\text{Nº Camiones al Mercado en el Mes}}$$

Objetivo: Maximizar el uso de la capacidad de carga de cada camión, esto significa programar el reparto solo en una cantidad de camiones necesarios en función a la capacidad de carga de cada camión.

b) Eficiencia de Ruta

Expresión Conceptual: El indicador expresa el total de hl. repartidos por cada Km. de recorrido de las unidades de reparto (T2).

Expresión Matemática:

$$\text{Eficiencia de Ruta} = \frac{\text{Total de hl. Distribuidos}}{\text{Total de km. Recorridos}}$$

Objetivo: Optimizar la ruta de las unidades de reparto de manera que se recorra la menor cantidad de km posibles para repartir un mayor volumen (hls) de productos.

c) Drop Size

Expresión Conceptual: Expresa el promedio de Cajas Repartidas por Contacto o cliente atendido.

Expresión Matemática:

$$\text{Drop Size} = \frac{\text{Nº Cajas Repartidas}}{\text{Nº de Contactos}}$$

Objetivo: Minimizar la cantidad de pedidos mínimos entre todos los contactos/clientes programados.

d) Efectividad de Reparto

Expresión Conceptual: Expresa el cumplimiento de la entrega de productos, según los contactos con pedidos programados, expresado en porcentaje.

Expresión Matemática:

$$\text{Efectividad de Reparto} = \frac{\text{Nº de Pedidos Realizados}}{\text{Nº de Pedidos Programados}} \times 100$$

Objetivo: Maximizar el cumplimiento de todos los pedidos o entregas programadas.

e) Desviación del Tiempo en el Mercado

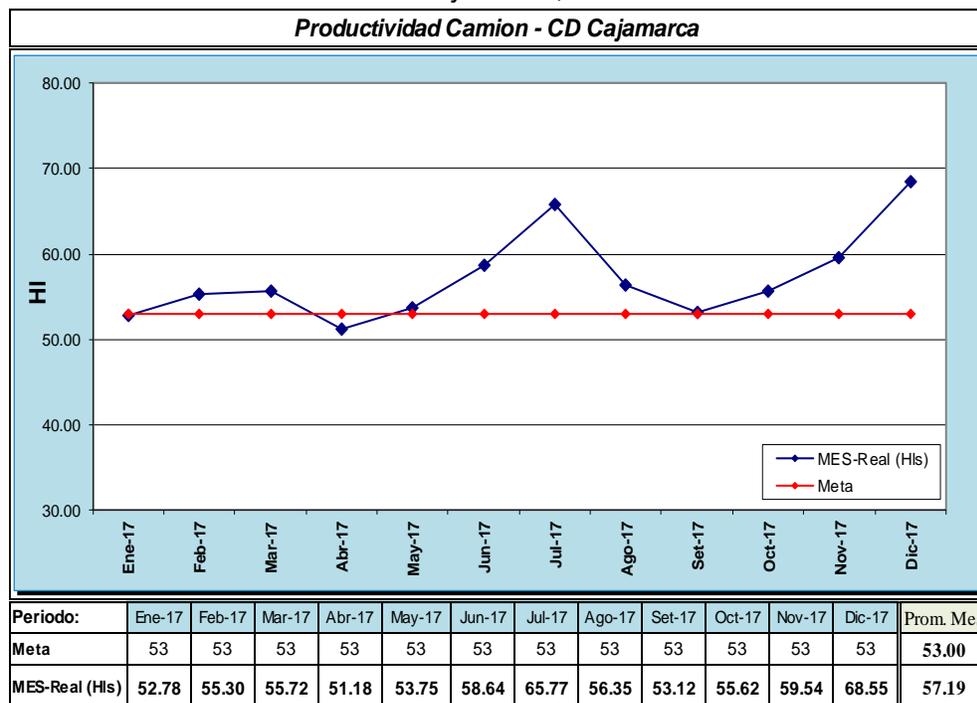
Expresión Conceptual: Expresa la desviación porcentual entre las horas de permanencia del camión en el mercado con respecto al tiempo de permanencia establecido (estándar) como máximo.

Expresión Matemática:

$$\text{Desviación Tº en el Mcd.} = \frac{\text{Hora de Retorno del Mcd.} - \text{Hora de salida al Mcd.}}{\text{Tiempo estándar de permanencia en el mercado}} \times 100$$

Objetivo: Garantizar la productividad de los procesos y recursos asociados a la gestión de reparto en el mercado y dentro del CD.

4.7.2. Resultados y evolución de los indicadores de distribución

Figura 08.*KPI: Productividad Camión CD Cajamarca, Año 2017*

Fuente: Reportes electrónicos de la empresa Backus S.A.A.

Para la interpretación de resultados se ha considerado tomar los datos de un solo mes, entendiendo que la metodología es la misma para todos los meses.

Según Resultados del mes de enero:

Cabe mencionar que la información requerida para expresar la fórmula matemática de cada indicador es obtenido de los anexos 08 y 09, los cuales han sido extraída del propio sistema SAP.

Nº Total de Unidades de Reparto Programadas durante el mes: 169

Nº de Hectolitros Repartidos: 8,920

$$\text{Productividad Camión} = \frac{8,920}{169} = 52.78 \text{ hl}$$

El procedimiento para la obtención de resultados es el mismo para todos los meses del periodo en estudio, que también puede ser analizado anualmente en el acumulado.

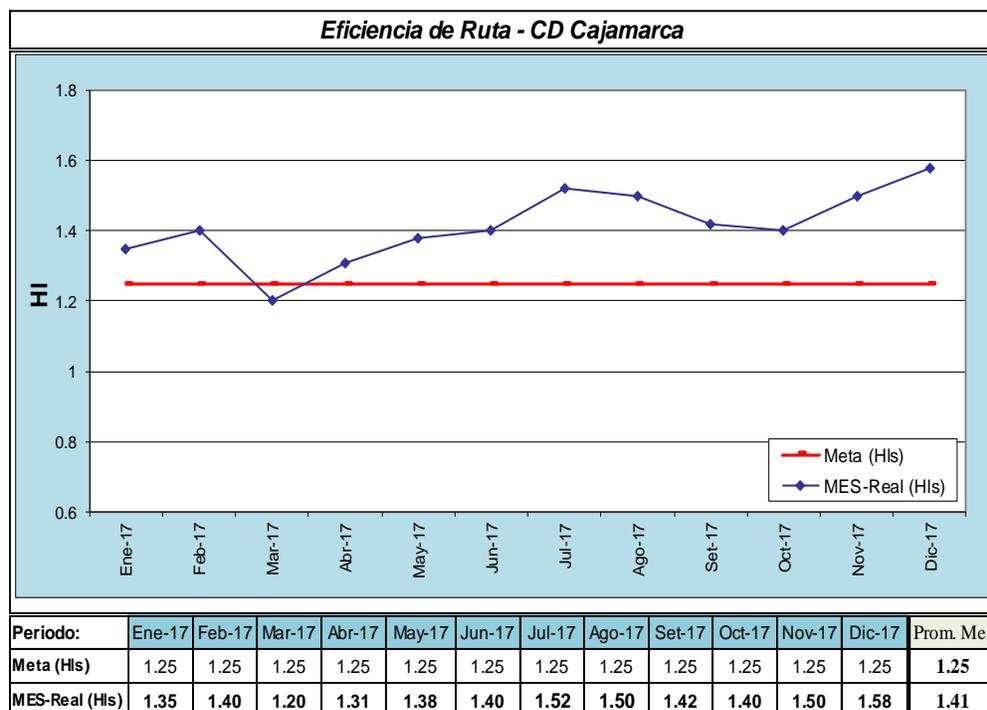
Interpretación / Lectura de Resultados:

El resultado obtenido nos dice que en el primer mes cada unidad de reparto repartió en promedio 52.78 Hectolitros. Dicho resultado se ubica ligeramente por debajo de la meta planteada para el año 2017, que es de 53.0 hectolitros por camión/mes; lo que significa que las unidades de reparto en el mes de enero transportaron menor volumen de cajas, que lo establecido y esperado por la empresa. Sin embargo, en el acumulado el promedio anual de hectolitros repartidos por cada camión para el 2017 es de 57.19 hl, superando la meta trazada. Los resultados de este indicador fluctúan básicamente de acuerdo con la temporada; por ejemplo, en el mes de julio y diciembre como se aprecia en la gráfica, el volumen de venta aumenta significativamente por fiestas patrias, fiestas navideñas y fin de año respectivamente, lo cual requiere programar a que las unidades de reparto distribuyan mayores cantidades de cajas de cerveza a pesar de que para estos meses se contrata 03 camiones adicionales. Contrariamente sucede en los meses de abril y setiembre, donde el nivel de ventas disminuye significativamente. Si para el análisis, no tomamos en cuenta los dos meses de venta atípica (julio y diciembre), el resultado promedio del indicador sería de 55.20 hl. Por lo cual, se puede concluir que para el año 2017 la empresa si ha cumplido maximizar el uso de la capacidad de los camiones de reparto, superando en un 2.20% a la meta trazada para dicho año.

Con este indicador la empresa busca que no se programe más unidades de las realmente necesarias, es decir la cantidad de camiones programados diariamente debe estar en función al volumen de ventas programadas diariamente, optimizando la capacidad de cada unidad. Para el caso de incremento de ventas se programan unidades de reparto adicionales (retén y/o préstamos) a los camiones que se tienen asignados al CD de forma permanente.

Figura 09.

KPI: Eficiencia de Ruta



Fuente: Reportes electrónicos de la empresa Backus S.A.A.

Según resultados obtenidos en el mes de enero.

Nº Km. recorridos: 6,589 (*)

Nº de Hectolitros Repartidos: 8,920

$\text{Eficiencia de Ruta} = \frac{8,920 \text{ hl}}{6,589 \text{ km}} = 1.35 \text{ hl x Km}$
--

Interpretación / Lectura de Resultados:

En promedio, para el mes de enero cada una de las unidades de reparto por cada kilómetro recorrido ha hecho efectiva la entrega de 1.35 hectolitros.

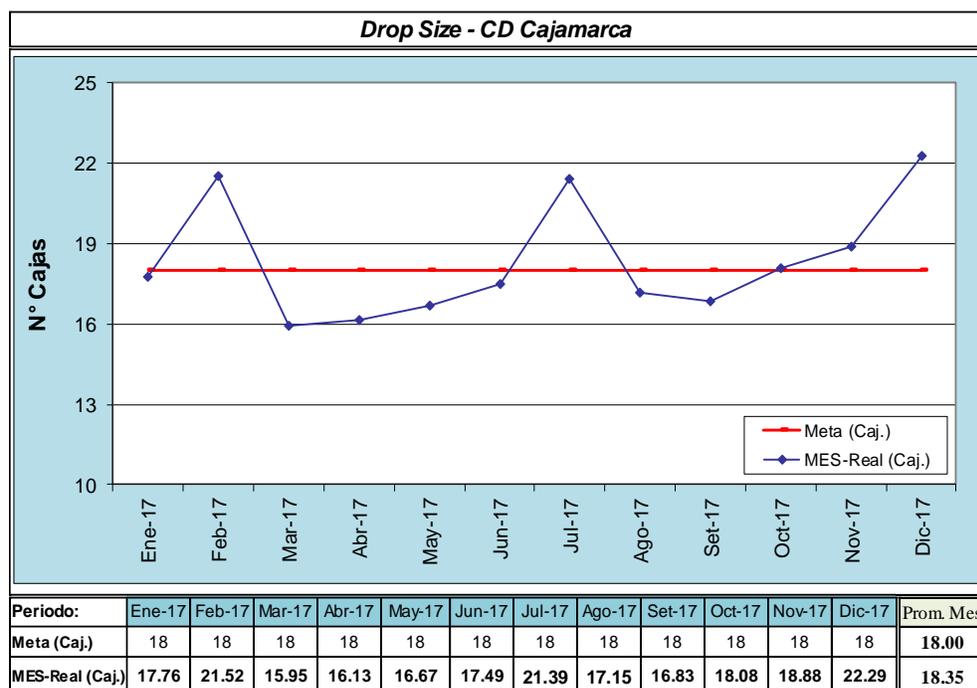
Los resultados del indicador a lo largo del periodo de estudio están por encima de la meta trazada por la empresa (1.25 hl/Km), lo que significa que los camiones en teoría, según el sistema ruteador, recorren menores distancias para hacer entrega de su carga asignada en comparación con el punto de referencia que la empresa ha estimado como aceptable. Así mismo, respecto a todo el año 2017, se puede notar que en promedio cada unidad de reparto programado llegó a repartir 1.41 hectolitros, lo que significa un 13% sobre la meta planteada.

En el anexo 08, mostramos una tabla comparativa del kilometraje recorrido y la cantidad de hectolitros repartidos para el año 2010 vs el año 2017. En ese cuadro se puede notar que en el año 2010 (años sin Road show) en promedio se recorrió mayor cantidad de kilometraje y se distribuyó una cantidad menor de hectolitros en comparación al año 2017, año en el cual ya se contaba con un sistema ruteador, fundamentado con programación lineal. Es preciso adicionar

lo manifestado por algunos jefes de reparto que todavía se mantienen desde antes del año 2010, quienes manifiestan que con el uso del Road Show sus rutas de reparto son más coherentes que desde antes de su uso.

Figura 10.

KPI: Drop Size de la Empresa Backus S.A.A. – CD Cajamarca



Fuente: Reportes electrónicos de la empresa Backus S.A.A.

Según resultados obtenidos en el mes de enero:

Nº de Cajas Repartidas: 122,191

Nº de Contactos Efectivos: 6,882

$$\text{Drop Size} = \frac{122,191}{6,882} = 17.755 \text{ cajas x Cliente}$$

Interpretación / Lectura de Resultados:

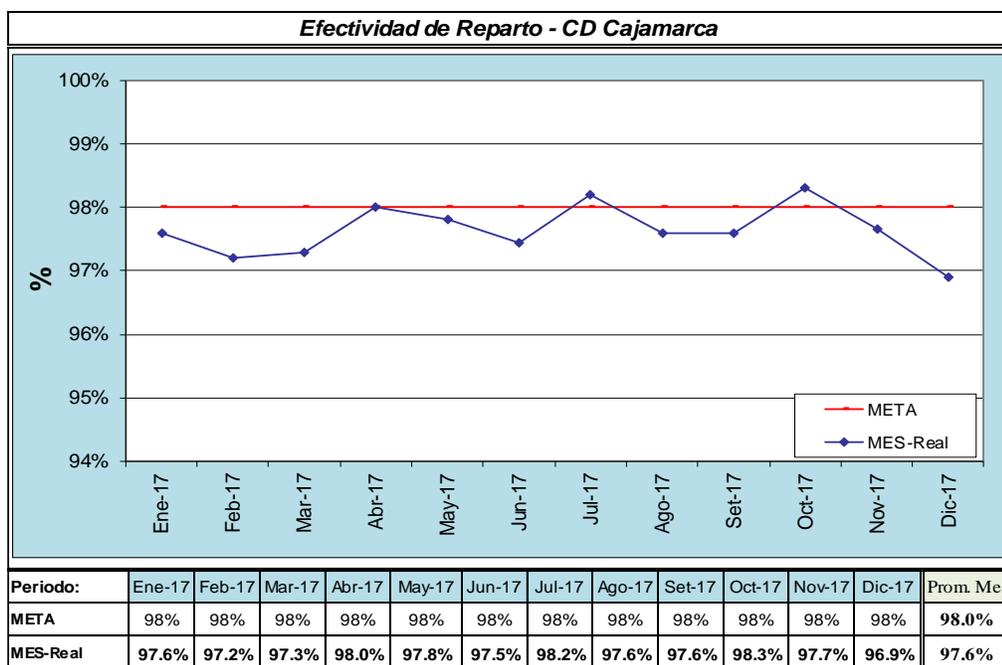
Para el mes de enero, las unidades de reparto en promedio repartieron 17.76 cajas por contacto atendido, este resultado se ubica por debajo de la meta

establecida. El resultado de enero se debió a que, en general los clientes disminuyeron la cantidad de cajas por pedido realizado. Los mejores resultados se presentan en los meses de alto nivel de ventas (febrero, julio y diciembre) mayor nivel de consumo por parte de los clientes detallistas quienes a su vez tienen mayor consumo por parte de los clientes finales.

Respeto al resultado global de todo el año 2017, en promedio el reparto a hecho entrega de 18.35 cajas por cliente, lo que supera al objetivo planteado por la empresa en un 1.9%, una cifra que esperan ir ampliándola en el transcurso del tiempo.

Figura 11.

KPI: Efectividad de Reparto de la Empresa Backus S.A.A.- CD Cajamarca



Fuente: Reportes electrónicos de la empresa Backus S.A.A.
Elaboración Propia.

Según resultados obtenidos en el mes de enero:

Nº de Entregas realizadas o pedidos efectivos: 6,882

Nº de Entregas o contactos programados: 7,047

$$\text{Efectividad de Reparto} = \frac{6,882}{7,047} \times 100 = 97.66\%$$

Los datos utilizados en el cálculo del indicador son directamente extraídos del sistema SAP utilizado por la empresa mediante consultas específicas, que también lo podemos ver en el anexo 11.

Interpretación / Lectura de Resultados:

Como en los indicadores anteriores, para la interpretación del resultado se ha tomado el resultado de enero, la metodología es la misma para todos los meses y para el dato global de todo el año 2017. En enero, obtuvieron un resultado de 97.6% en efectividad de reparto, es decir el 2.4% de los pedidos programados no fueron entregados por el reparto, por diferentes motivos. El indicador refleja una efectividad de reparto por debajo de la meta establecida por la empresa. Similar situación le corresponde a nueve meses del año 2017, y en global para año 2017 el promedio mensual es de 97.69%, una cifra por debajo de la meta fijada.

En este indicador la empresa no se plantea una meta del 100% en Efectividad Reparto (que sería lo ideal) ya que eso es “casi imposible” a lo largo de un mes, por el hecho que siempre existirán pedidos que no pueden ser entregados a clientes por diferentes motivos, como por ejemplo: Cliente ausente

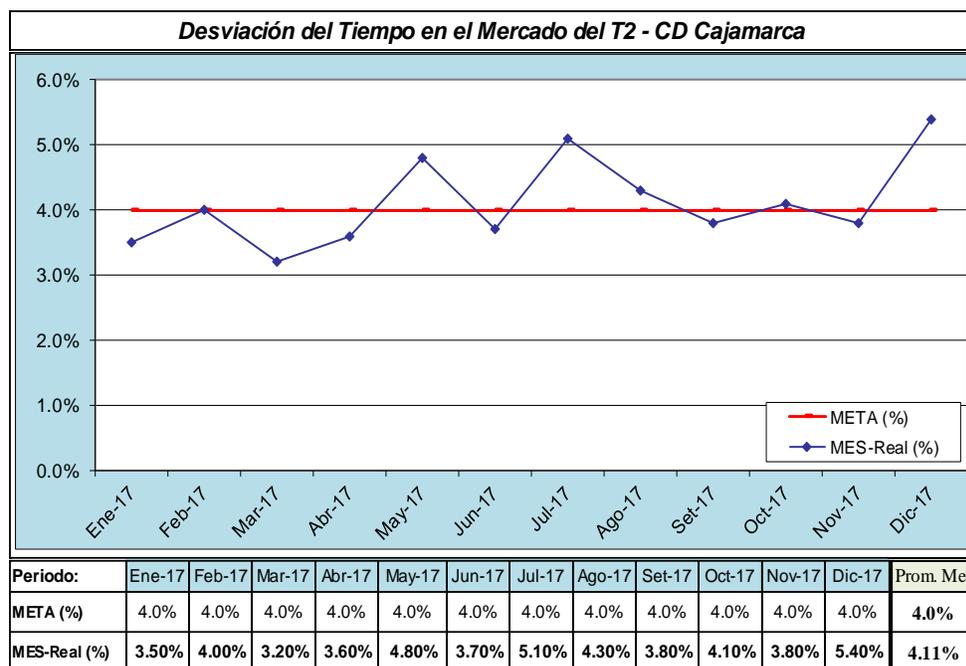
en su establecimiento en la hora que le visito la unidad de reparto, esto puede pasar cuando el cliente tiene una emergencia que le obliga a ausentarse de su local por un tiempo prolongado, o porque el local del cliente se encuentra cerrado por razones ajenas a su voluntad, etc. Sin embargo, obtener una efectividad sobre el 97% representa un resultado bastante admisible. Cabe mencionar que el objetivo de la empresa al implantar el sistema ruteador Road Show es que el reparto llegue alcanzar y superar en promedio el 98% en efectividad del reparto, objetivo que aún no se está cumpliendo.

Como es de entender, el tener mayor cantidad de pedidos rechazados implica pérdidas para la empresa, al movilizar los productos, unidades de transporte, tiempo, personal y sin que se llegue a comercializar el producto generándose costes hundidos, sobre todo por la gran inversión realizada en sistemas y tecnología de punta para gestionar de mejor manera el proceso de distribución. Se debe cumplir al máximo la entrega de los pedidos programados, esto ayuda al cumplimiento de metas del personal de ventas (volumen de ventas, participación de mercado, mix de marcas, etc.) y lo principal cumplir con los objetivos de la empresa: maximizar atención de clientes con productos de la marca BACKUS S.A.A. En el anexo 12 podemos ver la cantidad de pedidos rechazados registrados por mes.

Nótese, que respecto a todo el periodo en estudio los resultados no son tan desalentadores ya que no están tan lejos de la meta trazada y se ha mejorado dicho indicador desde la implementación del sistema ruteador, lo que también muestra que el sistema ruteador si ha aportado con la optimización del proceso.

Figura 12.

KPI: Desviación del Tiempo del Reparto en el Mercado



Fuente: Reportes electrónicos de la empresa Backus S.A.A.

Según resultado obtenido en el mes de enero:

Hora (Promedio) de Retorno del Mercado: 17:36

Hora (Promedio) de Salida al Mercado: 07:15

Hora Estándar de Permanencia en el Mercado: 10 hrs. (Establecido por la empresa)

$$\text{Desviación T}^0 \text{ el Mcd} = \frac{17:36 - 07:15}{\text{Hora estándar}} = \frac{10:21 (621 \text{ min})}{600 \text{ min}} \times 100 = 3.50\%$$

Los datos para el cálculo del indicador son extraídos del sistema utilizado por la empresa, mediante consultas específicas del sistema SAP.

Interpretación / Lectura de Resultados:

Para el mes de enero del 2017, la desviación de tiempo de las unidades de reparto en el mercado fue de 3.5 %, lo que se traduce a que en promedio dichas unidades se excedieron 21 minutos de las 10 horas establecidas como base.

La gráfica también muestra que en los meses de julio y diciembre (meses de alta venta) la desviación del tiempo en el mercado ha excedido el máximo de tiempo que debe sobrepasarse en el mercado, y esto debido a que en estos meses los niveles de venta se incrementa significativamente llegándose a programar tres cargas diarias por unidad de reparto; sin embargo en los demás meses el indicador muestra que la desviación del tiempo está controlado, de tal manera que las unidades en promedio no se exceden más de 30 minutos adicionales al valor estándar.

4.7.3. Comparativo de Resultados de los Indicadores de Distribución.

Para poder entender mejor el desarrollo y evolución del proceso de distribución y sus indicadores se ha creído conveniente observar los resultados de estos, pero en distintos periodos y etapas, de forma comparativa. Resultados de los indicadores de distribución en un periodo sin sistema ruteador vs resultados con sistema de planificación de rutas.

A continuación, mostraremos los resultados de los indicadores de un periodo donde no se utilizaba un modelo de optimización de reparto de productos ejecutado mediante el sistema ruteador Road Show y el empleo de

equipos tecnológicos en las actividades de reparto (Año 2010). Es importante mencionar que hasta el año 2010, en la empresa Backus S.A.A. se realizaba la planificación de rutas de reparto mediante un programa distinto, denominado SISCOD, donde solo se contaba con dos opciones para la asignación de carga y planificación de rutas de reparto: Asignación masiva y Asignación Selectiva de reparto (Ver anexo 09) en el cual solo se tenía como información básica la ubicación de los clientes en números de lotes y manzanas pero sin mapas, por lo que se debía tener un alto conocimiento empírico de las zonas de reparto y específicamente de las direcciones en la ciudad, además que este método de asignación de rutas demandaba mucho más tiempo para su preparación, en promedio 1.5 horas (según el mismo responsable de la planificación de rutas). Así mismo, se muestra los resultados obtenidos en el año 2017, por ser el periodo de estudio, ya con la implementación del modelo y prácticas de optimización, además del uso de equipos tecnológicos modernos.

El cuadro que presentamos a continuación se muestra el resultado promedio anual de los indicadores de distribución obtenidos en dos periodos distintos, con sus respectivas metas establecidas en su momento, esto ayuda a comprender los resultados logrados con la aplicación del sistema Road Show. Cabe mencionar que la fuente de información proviene de archivos digitales que son administrados por el responsable de distribución.

Tabla 15

Comparativo de Resultados de Indicadores años 2010 (sin la aplicación del software ruteador) vs 2017 (con la aplicación del software ruteador):

Indicador	Año 2010		Año 2017	
	Meta	Resultado alcanzado	Meta	Resultado alcanzado
Productividad Camión (hl x Camión)	52	53.48	53	57.19
Eficiencia de Ruta (hl x km)	1.1	1.15	1.25	1.41
Drop Size (Cjs x Pedido)	12	15.2	18	18.35
Efectividad de Reparto (%)	95.00%	96.30%	98.00%	97.69%
Desv. T° en el Mercado (%)	6.00%	5.80%	4.0%	4.11%

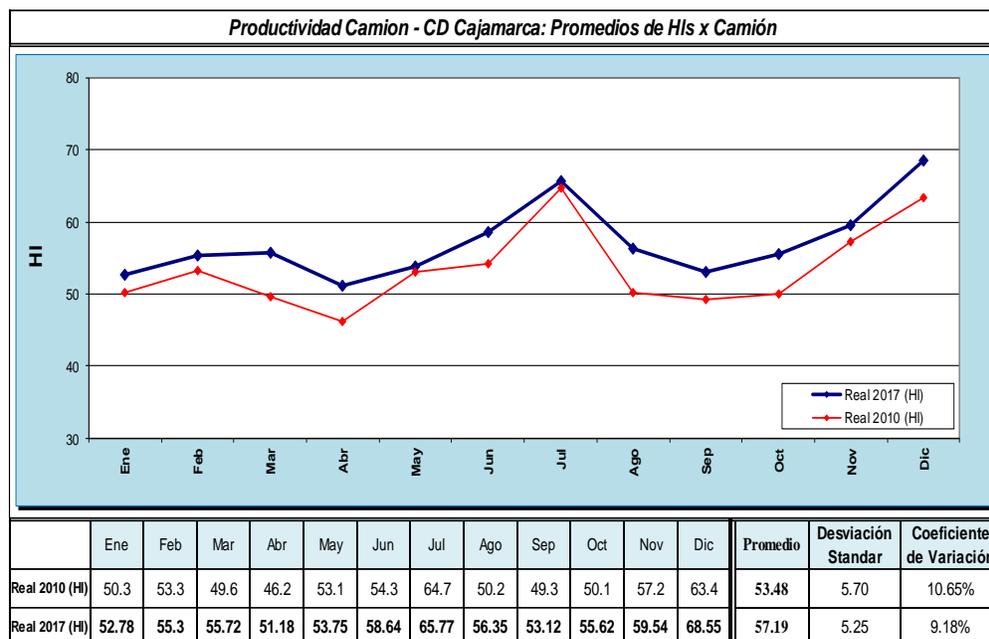
Fuente: Archivos y reportes electrónicos del sistema.

Como podemos observar en el cuadro comparativo los resultados obtenidos en el año 2017 son mejores para todos los indicadores de distribución, en comparación a los resultados obtenidos en el 2010, asimismo nótese que las metas trazadas para todos los indicadores en el año 2017 son metas más altas y retadoras, las cuales se alinean a los pilares de gestión de la empresa. Según la información que nos muestra la tabla 14, podemos afirmar que el proceso de distribución ha mejorado, está siendo más eficiente en sus actividades y procedimientos.

Solo con fines de un rápido análisis e interpretación de resultados, mostramos gráficamente tales evoluciones, para lo cual presentamos gráficos con detalle mensual de los tres indicadores más representativos de todo el sistema de distribución en los años antes señalados:

Figura 13.

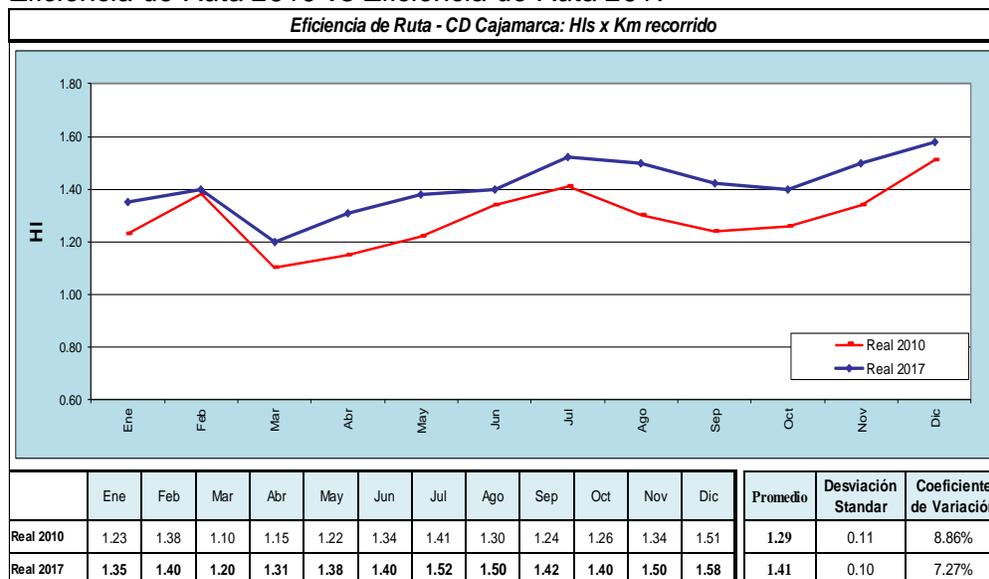
KPI: Productividad Camión año 2010 vs Productividad Camión años 2017



Fuente: Reportes electrónicos de sistemas
Elaboración propia.

Figura 14.

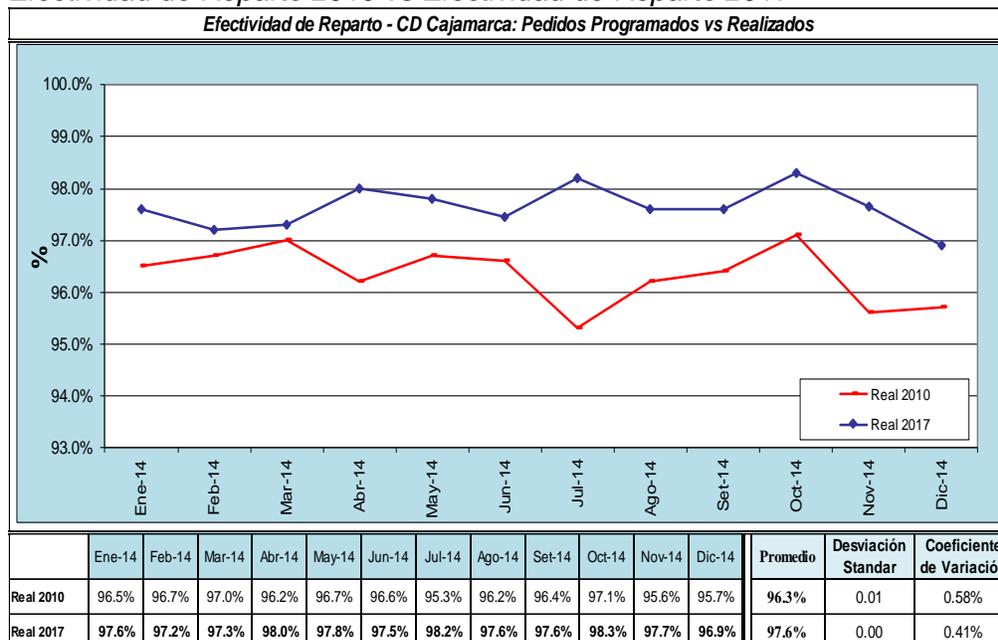
Eficiencia de Ruta 2010 vs Eficiencia de Ruta 2017



Fuente: Reportes electrónicos de sistemas
Elaboración propia.

Figura 15.

Efectividad de Reparto 2010 vs Efectividad de Reparto 2017



Fuente: Reportes electrónicos de sistemas

Elaboración propia.

Nótese en las tres figuras comparativas, que los resultados de los indicadores de distribución del 2017 superan positivamente a los del año 2010; en los tres casos expuestos los resultados son alentadores para la empresa. Además, para un mejor análisis y lectura de los resultados, se ha calculado tres medidas estadísticas en relación con el año 2010 y el 2017. Se calculado el resultado promedio de cada indicador para cada uno de los años, su desviación estándar, así como el coeficiente de variación. Para los tres casos de forma general se concluye que los resultados mensuales presentan más variación (valores más alejados de su valor promedio) en el año 2010; lo que equivale decir que para el año 2017 con el uso de un sistema ruteador basado en un modelo de optimización de rutas fundamentado con Programación Lineal, los resultados mensuales presentan una desviación menor, sus valores se

encuentran más cercanos a la media, esto también lo corrobora los coeficientes de variación, que para el año 2017 son en menor porcentaje, lo que se interpreta que los resultados de los indicadores se dispersan en menor grado a lo largo del tiempo. Esto en definitiva da a entender que, el proceso de distribución de productos se está acercando a la optimización, que las decisiones tomadas han sido asertivas, esto conlleva a la reducción de costos para la empresa.

Sin embargo, a pesar que hay muestras de mejora, todavía no se ha logrado satisfacer algunas interrogantes, que cualquier gestor de una empresa o de un área determinada o un investigador podría plantearse sensatamente, como son: ¿Existe la posibilidad de mejorar aún más este proceso de reparto?, ¿Se puede conseguir mejores resultados en lo que corresponde a sus indicadores de distribución?, ¿El modelo de optimización que se viene empleando en la empresa, vincula todas las variables necesarias de acuerdo con las exigencias del mercado?, ¿Por qué, el personal de reparto siente que todavía hay oportunidad de mejora?. Estas dudas las podremos dilucidar seguidamente de acuerdo con la información conseguida.

Discusión de Resultados:

A partir de los resultados encontrados en esta segunda parte del capítulo, que está orientada a satisfacer el segundo y tercer objetivo específico; se empieza por aceptar la hipótesis planteada en relación al segundo problema específico de la presente investigación, toda vez que dicha hipótesis establece que: *“El Modelo de optimización de rutas de reparto de productos que se viene aplicando en el centro de distribución Cajamarca no está acorde con las exigencias del mercado y la modernidad, dado que estructura no considera todas las variables que afectan la operatividad del reparto”*; esto debido a que en la investigación se ha evidenciado que el actual modelo de optimización de rutas de reparto efectivamente no considera todas las variables elementales de la realidad del mercado, por lo cual, a pesar que de un tiempo atrás el proceso ha mejorado todavía presenta distorsiones en su operatividad, lo cual es una clara muestra que hay oportunidad de mejora. Estos resultados guardan relación con lo que sostiene Hillier & Lieberman (2010): *“...un modelo depende del aspecto de la realidad que representa y de los elementos apropiados a considerar, ya que de no hacerlo podría plantear un modelo de una manera distorsionada o sesgada”*. El actual modelo de planificación de rutas a pesar de que cuenta con el soporte de un software especializado como los hay en los países desarrollados y con equipos tecnológicos que contribuyen con la eficacia en las actividades de reparto, dicho modelo en su estructura no contempla todas las exigencias actuales del mercado, o lo que equivale decir, no considera las necesidades de cierto grupo de clientes, lo cual afecta al desempeño del reparto y la calidad del servicio. Estos resultados obtenidos se relacionan con lo

señalado por Ballou (2004), quien dice que es importante reducir los costos de transporte y sin afectar la calidad del servicio brindado, por el contrario, se debe considerar las exigencias del mercado, para poder lograr realmente un proceso eficaz y eficiente. Inclusive, los resultados hallados en la presente parte de la investigación se ajustan a lo expresado por Gaucaneme & Pulido (2013), en su investigación, donde argumentan la siguiente conclusión: En los resultados del análisis del proceso de reparto de productos evidenciaron pérdidas de tiempo en el mercado y desplazamientos innecesarios y hasta rechazos de pedidos, debido a la falta de una apropiada planificación de rutas, en un creciente y exigente mercado.

Argenti & Marocchino (2007), sostienen que crece la demanda en las ciudades y el transporte de productos de consumo masivo cada vez tienen menor capacidad de respuesta a las mayores exigencias del mercado. Los autores sugieren mayores criterios de planificación para hacer frente a las dimensiones e indicadores de la demanda. Ello también es acorde con lo que en este estudio se encuentra.

Luego, en relación con el tercer problema específico y de acuerdo a los hallazgos encontrados aceptamos la tercera hipótesis específica que establece que los indicadores del proceso de distribución de reparto más relevantes son: Efectividad de Reparto, Eficiencia de Ruta, Productividad Camión, Desviación del Tiempo del Reparto en el Mercado y Drop size, y que, para mejorar sus resultados es necesario realizar reajustes en el modelo de optimización de rutas de reparto y gestionar de mejor manera la operatividad del personal de reparto.

Estos resultados guardan relación con lo que sostiene Gaucaneme & Pulido (2013), quienes sostienen que para realizar una correcta medición de la gestión del sistema logístico ha sido fundamental la generación de indicadores, el cual resulta gracias a los registros de datos obtenidos del mismo proceso. Ellos exponen la importancia de los indicadores como herramientas que facilitan la evaluación de los posibles modelos de optimización de procesos, recalcan que los procesos operativos son claves para conseguir mayor productividad. Hay que implementar mejoras.

Mora (2013), al respecto, menciona que las empresas tienen grandes vacíos respecto a la medición de desempeño en las actividades logísticas de abastecimiento y distribución. Que existen cuellos de botellas que no están siendo considerados en la gestión y perjudican a los procesos. Ello también está acorde con los resultados obtenidos en el presente documento, dado que se está generando defectos en el proceso de distribución de productos, como los llamados “tiempos muertos” (en cargas y recargas), revisita de paradas, mayores distancias recorridas, mayor tiempo en el mercado y hasta mayores rechazos. Todo ello viene afectando al resultado de sus indicadores.

CAPÍTULO V

PROPUESTA PARA MODELO DE OPTIMIZACIÓN

Objetivo por satisfacer: Proponer un adecuado modelo de optimización de rutas para el reparto de productos para la empresa Backus S.A.A de la ciudad de Cajamarca que contribuya a mejorar la atención las exigencias del mercado, además de mejorar el resultado de los indicadores.

Fundamentación:

Como propuesta de investigación, luego de haber identificado, clasificado y analizado a cada una de las actividades, variables, indicadores que conciernen directamente con el proceso de reparto y haber identificado las principales causas y consecuencias a partir de la planificación de rutas, así como de los indicadores, además de haber estudiado y entendido el modelo de optimización de rutas que viene ejecutando la empresa, el cual es planteado mediante el tipo de programación lineal, se ha comprobado que el modelo de optimización de rutas si se encuentra alineado al plan de negocio de la empresa, que si aporta con la mejora de los procesos y que de alguna manera si ha mejorado las prácticas del reparto, sin embargo también se ha podido identificar claras oportunidades de mejora en algunos aspectos importantes dentro de la operación. Los aspectos más importantes son justamente relacionados al modelo de optimización de rutas, como son la planificación y la ejecución de rutas en el mercado por parte del reparto; aspectos importantes que repercuten directamente en dos elementos importantes: 1. Mejorar los resultados de los indicadores de distribución, lo

que significaría que las múltiples actividades del proceso de distribución están siendo más eficientes, y 2. La mejora en calidad del servicio de reparto, que se traduce en satisfacción de los clientes, mayor venta y mejorar la imagen de la empresa de cara al mercado. De la suma de ambos resultados implicaría un proceso de distribución optimizado.

Para ello, el objetivo de la propuesta es contribuir con la gestión del proceso de distribución mediante el planteamiento claros reajustes en el modelo de optimización de rutas, sustentado mediante la teoría de programación lineal; para que la empresa cuente con un modelo de optimización de rutas conveniente, de acuerdo a las necesidades y exigencias tanto del cliente como de los trabajadores de la empresa que están sobrellevando la problemática actual, que se llegue a construir un proceso de distribución ágil, flexible, eficiente, y con enfoque en satisfacción de cliente, que considere en su estructura variables importantes para un buen desarrollo y desempeño del personal de reparto, y así, de esta manera llegar a minimizar tareas improductivas o reprocesos que se dan en la práctica y que a la fecha no están siendo considerados en los resultados finales. Entonces, queda por afinar el modelo, en función a las necesidades del personal de reparto y a los requerimientos de los clientes, principiando por los sistemas, para tengan la capacidad de crear nuevas alternativas de rutas y que genere un impacto positivo en el proceso.

Respecto a las practicas operativas y tecnológicas podemos confirmar que la empresa si cuentan con las condiciones que la cataloguen como una empresa moderna y que está a la vanguardia de la tecnología, orientadas a simplificar sus actividades operativas de reparto y a conseguir mejores resultados en sus indicadores.

En general, los modelos de optimización que utilizan programación lineal como todos los demás modelos pretenden determinar una optimización de sus recursos y otros elementos como son costos/beneficios, entre otros más, y para ello es importante considerar de una forma adecuada a los múltiples elementos o variables que realmente intervienen e inciden en los procesos. Recordemos lo que nos dice (Hillier & Lieberman, 2010), al respecto:

Un modelo captura algunos aspectos elementales de la realidad que intenta representar, pero se debe tener en cuenta que un modelo depende del aspecto de la realidad que representa y de los elementos apropiados a considerar, ya que de no hacerlo podría plantear un modelo de una manera distorsionada o sesgada. (p. 103)

En síntesis, las Teorías de Optimización se dedican al estudio de los óptimos de una función y las variables para determinarlos, por lo que hay que tener bien en claro que consideraciones y dimensiones se deben tener en cuenta para alcanzar esos óptimos “anhelados”.

En ese sentido, se presenta los principales factores que fundamentan la reestructuración del actual modelo de optimización, el cual es expresado matemáticamente mediante programación lineal:

- i. En el capítulo anterior al estudiar la actual estructura del modelo de optimización y la clasificación de variables que se derivan del mismo proceso de distribución se ha corroborado que hay algunos elementos que no han sido tomados en

consideración en el modelo que fundamenta al sistema programador de rutas, siendo estos los elementos/variables:

Tabla 16

Factores para Considerar en la Restructuración del Modelo de Optimización

Variables	Clasificación	Estrategia de gestión
Puntualidad en la entrega de pedidos	Cualitativa - Controlable	Gestión de Optimización
Tipo o categoría de negocio	Cualitativa - Controlable	Gestión de Optimización
Ventanas horarias para atención de clientes	Cuantitativa - Controlable	Gestión de Optimización
Tiempo estimado para recargas	Cuantitativa - Controlable	Gestión de Optimización
Elaboración propia		

Nótese que las tres primeras variables tienen relación directa: La puntualidad de entrega de pedidos podría cumplirse con la asignación de ventanas horarias, y esta a su vez estaría de acorde al tipo o categoría del negocio.

- ii. El segundo factor, se fundamenta en los pedidos rechazados con los siguientes motivos: Local cerrados y clientes ausentes. Estos dos motivos representan en promedio poco más del 60% del total de pedidos rechazados mensualmente, esto se traduce en un promedio aprox. de 100 pedidos no entregados en un mes. Estos motivos de rechazos se registran principalmente porque el reparto llega al punto de despacho en un horario inapropiado para el cliente. (ver anexos 11 al 13)
- iii. Por otro lado, el reparto en muchas ocasiones no cumple al 100% la ruta trazada o planificada mediante el Road Show, debido a que, cuando el reparto visita a sus puntos programados en su ruta, algunos establecimientos se encuentran cerrados o el cliente titular está ausente, por lo que, la unidad de reparto se ve obligada a

reparar estos puntos al finalizar su ruta programada, afectando directamente al desempeño y resultados conseguidos por el personal de reparto, afectando directamente al resultado de algunos indicadores como son: Eficiencia de ruta, y a la desviación del tiempo de permanencia en el mercado y lo hacen con el único fin de cuidar el resultado del principal indicador de gestión: La Efectividad del Reparto.

Como podemos notar, las tres situaciones se interrelacionan entre sí, por lo que podemos concluir que para conseguir un modelo que optimice al máximo el proceso de reparto, debe considerar estos aspectos elementales en su estructura, como es el caso de las ventanas horarias para un determinado segmento de clientes.

Por otro lado, también correspondería realizar una determinada gestión de procesos en ciertos aspectos que han sido detectadas, como es el caso del “cuello de botella” que se genera en almacén, generalmente en ciertos horarios de carga y recarga de vehículos, por la falta de espacio en el patio de maniobras.

5.1. Programación de Rutas de Reparto que Incluye Ventanas Horarias

Cabe aclarar que el modelo de optimización de rutas que se plantea es de carácter teórico únicamente, dado que, por el tipo de investigación tales reajustes en el modelo de optimización no se pueden llevar a la práctica o a la experimentación. Así mismo, dicho modelo no se puede demostrar con valores y ejercicios numéricos para encontrar los resultados de la función objetivo dado que, el resultado actual de la función objetivo que arroja el sistema ruteador Road Show (minimizar distancias recorridas), considera la suma de distancias entre

todas las paradas programadas por cada reparto pero de forma teórica, solo en el sistema, más no considera las distancias adicionales que efectúa el reparto en la práctica, ante la necesidad de repasar por ciertos puntos programados. Entonces el modelo teórico a plantear busca optimizar las rutas de reparto y que las unidades de reparto cumplan con la ruta trazada, sin tener la necesidad de hacer repasos por alguna parada programada.

Hay que entender que, al considerar ventanas de tiempo para la atención de ciertos clientes en el modelo, se estaría considerando una restricción más en el modelo. Las ventanas horarias hacen referencia a la existencia de un número determinado de intervalos de tiempo asignado a “Clientes Especiales” y dentro de ese tiempo dichos clientes deben ser atendidos por la unidad de reparto o, dicho de otra forma, la unidad de reparto deberá llegar al punto de venta dentro la ventana horaria asignada al cliente, y para conseguir ello, necesariamente debe estar establecido desde la programación de rutas. Esta asignación de ventanas horarias se debe realizar principalmente a clientes que tienen las siguientes categorías de negocios: bares, restaurantes, discotecas y supermercados. La idea es asignarle a determinado grupo de clientes a los cuales se ha denominado “Clientes Especiales” previamente identificados, un intervalo de tiempo razonable (ejemplo: de 03 a 04 horas), sea en la mañana o en la tarde según lo establecido previamente con el cliente, y así minimizar los llamados “pedidos rechazados” que generalmente son generados en estos tipos de negocios. Otro fundamento claro, para tener en consideración esta propuesta, es que el reparto ya no incumpla la ruta planificada, incrementando el kilometraje estimado por el sistema, a consecuencia de visitar por más de una oportunidad a estos “clientes especiales”, y que, en algunos casos si se puede hacer ya que

la unidad de reparto tiene una sola carga programada, pero en muchas ocasiones tienen asignado dos cargas y ahí le es más complicado repasar clientes, llegándose a generar pedidos rechazados.

La elaboración de este modelo se justifica por la necesidad latente para lograr la optimización plena del proceso de distribución, y como un aporte para crear respuestas eficientes a las necesidades de los clientes, a través del aprovechamiento de sus recursos tecnológicos existentes, y que la planificación de rutas este orientada a satisfacer tales necesidades y condiciones de los clientes y del personal de distribución (en medida de lo posible). A pesar de que el desarrollo tecnológico actual de la empresa Backus S.A.A. ofrece a los usuarios soluciones potentes automatizadas, soportadas por teorías y modelos matemáticos y “tecnología moderna”, en la práctica, de forma general se ha podido corroborar que se está desarrollando actividades que van en contra de la eficiencia del proceso, a consecuencia del modelo de planificación de rutas y ciertas condiciones especiales en la empresa.

Entonces, el planteamiento consiste en diseñar las rutas para una determinada flota de vehículos, donde cada uno de los vehículos debe iniciar y terminar su ruta asignada en almacén, siguiendo estrictamente un camino trazado, conformando por un conjunto de arcos que pasan por los puntos de entrega de productos, por los que necesariamente debe pasar el vehículo, cumpliendo al 100% (el óptimo pretendido) de entrega de pedidos, considerando ventanas horarias de cierto número de clientes (no más de 7 por ruta) geolocalizados y dispersos en la zona de atención.

A continuación, se presenta el modelo de programación lineal que representa la posible solución a la problemática que resiste el personal involucrado, considerando que dicho modelo no solo se enmarca desde el contexto de minimización de kilometraje recorrido, sino que contribuya con las exigencias del mercado, el incremento en la venta y en la labor operativa del personal de reparto. Cabe aclarar que, la cantidad de clientes que deben tener asignada una ventana horaria no deben representar más del 13% del total del maestro de clientes de la empresa, esto equivale a un aproximado de 230 clientes. Esto quiere decir que, si un camión tendría programado 50 clientes en promedio por atender, en esa ruta no tendría más de 07 clientes con ventana horaria dentro de su programación, lo cual es una condición aceptable.

En tal sentido, solo corresponde realizar la inclusión de una variable adicional en el modelo de optimización ya expuesto en el capítulo anterior, ya que se ha considerado que dicho modelo si cumple con el objetivo general que corresponde minimizar la cantidad de kilómetros recorridos, solo que no ha considerado algunos elementos fundamentales de la realidad, por lo que solamente nos corresponde exponer este factor considerado como una restricción, pero que ubicará al modelo en un contexto más real y objetiva, brindando la posibilidad de conseguir mejores resultados.

La función objetivo sigue siendo la misma:

$$\text{Min} ZK_1 \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^k k_{ij} X_{ij}$$

Así, la función objetivo no cambia, entonces busca minimizar la suma de las distancias recorridas por los vehículos, en este caso la distancia recorrida por el vehículo 1 (K_1), para un conjunto determinado de paradas = Z .

Antes recordemos que, el vehículo inicia el transporte en el punto de partida con capacidad utilizada es igual a la carga total por entregar en todos los puntos. Es decir que la capacidad del vehículo es la suficiente para llevar toda la carga programada.

$$\sum_{j \in V \setminus \{0\}} x_{0j} = \sum_{i \in V \setminus \{0\}} q_i$$

Sujeto a:

$$\sum_{l=1}^n \sum_{m=1}^n x_{lm}^v = 1, \quad m = 2, V, n$$

$$\sum_{m=1}^n \sum_{v=1}^V x_{lm}^v = 1, \quad l = 2, V, n$$

$$\sum_{l=1}^n x_{lj}^v - \sum_{m=1}^n x_{fm}^v = 0, \quad v = 1, V, V \quad f = 1, V, n$$

$$\sum_{l=1}^n q_l \sum_{m=1}^n x_{lm}^v \leq Q_v ; v = 1, V, V$$

$$\sum_{l=1}^n st_l^v \sum_{m=1}^n x_{lm}^v + \sum_{l=1}^n \sum_{m=1}^n tt_{lm}^v x_{lm}^v \leq T_v, \quad v = 1, K, K$$

$$\sum_{l=1}^n r_j \sum_{m=1}^n x_{lm}^v \leq Q_v ; v = 1, V, V$$

$$\sum_{m=2}^n x_{lm}^v \leq 1, \quad v = 1, V, V$$

$$\sum_{l=2}^n x_{l1}^v \leq 1, \quad v = 1, V, V$$

$$x_{ijv} \geq 0 \quad \forall v \in V, (i, j) \in A$$

$$x_{ijv} \in \{0,1\} \quad \forall v \in V, (i, j) \in A$$

Antes de exponer las condiciones que van a modificar el modelo de optimización, es necesario definir ciertas nomenclaturas que se adicionan en esta parte, por lo que no ha sido descritas y consideradas en el capítulo anterior.

V: Conjunto de vehículos utilizados

K: Conjunto de kilómetros = distancias a recorrer

W_{iv} : Suma de tiempo inicial antes del cliente i , de determinado vehículo

M_{ij} : Tiempos máximo por la velocidad promedio del vehículo por distancias recorridas del punto i al punto j .

[E, P]: Ventana Horaria: E= Inicio de ventana horaria y P= Fin de ventana horaria.

Condiciones adicionales para la implementación de ventanas horarias: [E,P], en el modelo de optimización de rutas:

$$X_{ijv}(w_{iv} + st_i^v + kt_{im}^v - w_{jv}) \leq (1 - x_{ijv})M_{ij} ; \quad \forall v \in V, (i,j) \in A$$

Esta restricción indica para cada unidad vehicular y cada arco entre par de clientes, que la suma del tiempo inicial del servicio w_{iv} para el cliente i más su tiempo de servicio dado al cliente i más su tiempo de recorrido desde el cliente i al cliente j , menos el tiempo inicial del servicio w_{jv} es menor o igual que $(1 - x_{ijv}) = M_{ij}$, esto también quiere decir, que no se puede iniciar un servicio en j si

el cliente i no ha sido previamente atendido y el vehículo v no ha llegado al cliente j . Aquí M es una constante amplia que representa la misma condición en toda la ruta y es definida como el tiempo máximo por la velocidad promedio del vehículo por distancias recorridas.

$$a_i \sum x_{ijv} \leq w_{iv} \leq b_i \sum x_{ijv} ; \quad \forall v \in V, i \in A$$

Para un determinado vehículo v , y cada cliente i , que el tiempo inicial del servicio w_{iv} , debe iniciar dentro del horario establecido $[a_i, b_i]$, donde a_i es el tiempo más temprano posible que puede iniciar el servicio en el cliente i , y b_i es el tiempo más tarde posible que puede iniciar el servicio en el cliente i , es decir con ello se garantiza que el inicio del servicio en el cliente i se lleve a cabo dentro de la ventana de tiempo correspondiente.

$$E_i \leq w_{iv} \leq P ; \forall v \in V, i \in \{0, n + 1\}$$

Esta restricción hace que cada cliente sea visitado dentro del intervalo del tiempo general $[a_0, b_0] = [a_{n+1}, b_{n+1}] = [E, P]$, asociada a los puntos de parada y salida, o lo que equivale decir: $E \leq w_{iv} \leq P$ cada unidad vehicular y en el punto 0, que el tiempo inicial del servicio w_{iv} debe iniciar dentro de la ventana de tiempo $[E, P]$, esto es, el vehículo v , el cual debe tener una salida oportuna desde el centro de distribución o la parada inicial.

Entonces cada ruta tiene asociado un tiempo de proceso o tiempo acumulado t , desde la salida hasta antes de llegar a un punto con ventana horaria, esto se define como la suma de los tiempos de recorrido, los posibles tiempos de espera y los tiempos de servicio en cada cliente visitado.

Se incurre en tiempo de espera cuando el tiempo de programación de la ruta o tiempo acumulado parcial es menor al inicio de la ventana de tiempo del cliente que corresponde visitar, siempre que ese tiempo sea menor al tiempo de recorrido y servicio del cliente subsiguiente. La solución final se expresaría con los tiempos y kilómetros totales de recorrido: $\sum_{k \in v} \sum_{(i,j) \in A} k_{ij} t_{i,jk}$.

Con estas representaciones matemáticas como funciones lineales se pretende moldear una solución puntual para mejorar el proceso de distribución de productos y resultados de sus indicadores; con estas ecuaciones se ensaya mostrar la forma en que las condiciones de la ventana de tiempo para ciertos clientes pueden ser programadas en una computadora mediante un sistema ruteador. Las ecuaciones son relacionadas según la lógica del modelo para encontrar la combinación de variables que mejor alcance la función objetivo.

La expectativa es conseguir reducir en por lo menos un 80% aprox. la cantidad de pedidos rechazados con motivo: Local Cerrado y Clientes Ausentes, dado que los clientes ya tendrán un horario aproximado en el cual las unidades de reparto pasaran por sus establecimientos para despachar sus pedidos, esto a consecuencia que cada ruta estará bien establecida y se convertirá en un modelo estándar para cada día. Adicionalmente a ello, el

modelo reajustado busca que la diferencias entre la cantidad de kilómetros recorridos realmente por las unidades de repartos y las cifras calculadas por el sistema Road Show respecto a las distancias que debe realizar cada unidad de reparto sean igual a cero, es decir que las unidades de reparto en general cumplan con la ruta trazada. De esta manera se tendrá un modelo de optimización totalmente alineado a la gestión comercial de la empresa alineado a las exigencias del mercado. Un proceso óptimo y moderno, moderno en términos del uso de tecnología y por estar a la vanguardia de un servicio de calidad para sus clientes.

5.2. Proyección de Cifras Estimadas con la Inclusión de Ventanas Horarias en la Programación de Rutas

Como esta investigación es de tipo aplicada y por ello está orientada a resolver un problema concreto, evaluando situaciones y buscando alternativas de solución, para la problemática específica, nos hemos apoyado en las ciencias básicas recurriendo a teorías de optimización, específicamente a modelos de optimización con programación lineal para poder brindar una posible alternativa de solución al problema que enfrenta el personal de distribución de la empresa Backus S.A.A. como parte de sus gestiones para conseguir un proceso óptimo y mejores resultados en sus indicadores. Asimismo, como la investigación es de nivel explicativo, se ha estudiado el caso concreto de forma precisa, no solo buscando el qué de la situación sino, el porqué; lo que obliga a buscar las causas del fenómeno, llegando a caracterizar con precisión las variables; apoyados en el método observacional.

En tal sentido, como ya se ha definido a detalle la problemática y la posible alternativa de solución, podemos hacer una estimación de los resultados en lo que corresponde a la aplicación de un modelo de optimización con programación lineal que considera ventanas horarias en su programación de rutas.

Entonces, el nuevo modelo reajustado apunta a reducir la cantidad de pedidos rechazados con los siguientes motivos: “local cerrado” y cliente ausente”, dado que estos rechazos son los más críticos y están relacionados directamente con la planificación de rutas. Para ello, luego de revisar las cifras que se muestran en el anexo 12, se puede ver que la mayor cantidad de pedidos rechazados mes a mes son justamente los antes mencionados, que representan más del 60% de la cantidad total de rechazos, por razones que ya se ha venido exponiendo en el capítulo anterior. Con la implementación de ventanas horarias en la programación de rutas, se estima reducir las cifras de pedidos rechazados con los motivos “Local cerrado” y cliente ausente”. Para la proyección de los resultados solo se considera la reducción de pedidos rechazados con los motivos “local cerrado” y cliente ausente”, las demás cifras respecto a los otros motivos de rechazos se mantendrán iguales, bajo la premisa de “Ceteris Paribus”; dado que estos motivos de rechazo no dependen directamente de la programación de rutas. Luego, con estas consideraciones advertimos en el anexo 13, las nuevas cifras considerando la reducción de pedidos rechazados como posible resultado de la aplicación del nuevo modelo de optimización de rutas. Si observamos el anexo 14 se aprecia los resultados finales de esta proyección, los cuales se verá reflejado en el principal indicador de distribución de la empresa, el indicador Efectividad de Reparto. Este

indicador mejoraría sus resultados en un promedio de 1.16%, pasando de 97.63% a un 98.79% aproximadamente, lo que se traduce en reducción de la cantidad de rechazos en un número de 969 pedidos, esto a su vez se convierte en una venta de poco más de 1,200 hl o su equivalente a 17, 787 cajas en un año. En definitiva, se estaría consiguiendo mayor eficiencia en la distribución de productos.

Al contrastar lo planteado, con lo manifestado por Ballou (2004), quien nos dice: “... *mayores niveles de eficiencia en la distribución física de productos genera ahorros y por ende contribuye a maximizar las utilidades*”; entonces se puede concluir que, con los resultados proyectados con los reajustes en el modelo de optimización, se consigue mayores niveles de eficiencia en el proceso de distribución, dado que se reduce los costos de transporte y se alcanzará mayores volúmenes de venta.

Así mismo Vaca (2009), en su tesis titulada: “La administración por procesos en la productividad de las empresas” concluye: “... es muy posible mejorar la rentabilidad de las empresas a través de la optimización de los procesos”. Menciona además que, “...la mejora continua de los procesos asegura con base en la satisfacción de los clientes, asegura la rentabilidad de la empresa, y que, si combina esta teoría con los avances tecnológicos, permite eliminar procesos repetitivos y/o actividades ineficientes, incrementando la productividad”.

Anaya & Camacho (2019), en su tesis titulada: “Propuesta de mejora en el proceso logístico de distribución a través de la mejora continua y el uso de un

modelo de optimización de rutas...” Proponen una alternativa de solución ante un actual problema que han identificado referente al tema: El incumplimiento de entrega de pedidos. Según los autores este problema se debe a una improvisada programación de rutas, la cual no está considerando la necesidad real de los clientes y/o condiciones del mercado.

✓ **Contrastación de la hipótesis general:**

Finalmente, tras todos los hallazgos encontrados mediante el método científico planteado en la presente tesis de investigación, aceptamos la hipótesis general, la cual establece: *“Para mejorar el proceso de distribución de productos de la empresa Backus S.A.A. en su centro de distribución Cajamarca, se debe plantear un adecuado modelo de planificación de rutas de reparto, que considere las actuales exigencias del mercado; con ello se podrá mejorar las prácticas operativas del reparto, lo que mejorará el proceso y el resultado de sus indicadores”*; o lo que equivale decir, rechazamos la hipótesis nula (H_0); concluyendo que efectivamente para mejorar el proceso de distribución de productos de la empresa BACKUS S.A.A en su centro de distribución Cajamarca, se tiene que desplegar un apropiado modelo de optimización de reparto con los reajustes tecnológicos necesarios en su estructura de aplicación, lo que equivale decir reajustes en el sistema informático de planificación de rutas; reajustes que consigan alinear el proceso de distribución a las exigencias y necesidades de los clientes, sacándole el mejor provecho a la tecnología instalada; esto dará mayor efectividad y eficiencia en las actividades desarrolladas por el reparto, y repercutirá directa y positivamente en los resultados en sus indicadores de gestión, específicamente en los cuatro indicadores directamente relacionados con el

modelo de optimización los cuales son: Efectividad de reparto, eficiencia de ruta, productividad camión, y desviación del tiempo del reparto en el mercado.

Estos resultados guardan relación con lo sostenido por Mora Garcia (2015), quien señala que hay un número limitado de compañías que están realizando la aplicación de un software especializado de planificación y optimización de rutas de transporte y que si esta tecnología es especializada y adaptada a las necesidades y condiciones del mercado genera claros y seguros beneficios en, reducción de tiempo de trayectos de viaje, del kilometraje, disminución de costos, mejoramiento en las entregas, mejor desempeño del personal de reparto, todo esto se traduce en un mejor servicio al cliente. El proceso de planificación es complejo y mientras más complejo, los beneficios de un software especializado tendrían un mayor impacto en la operación.

De igual forma concuerda con la publicación de Reyes Guerrero, (2015). En su investigación manifiesta, que el problema del reparto está en la falta de planificación apropiada para realizar las rutas de reparto, lo que genera en la práctica otra causa crítica como retrasos de repartos que puede darse desde el inicio de las entregas, generando defectos en el proceso como demoras, revisitas y rechazos. Ante ello el autor, manifiesta que se debe considerar todas las restricciones que afectan un sistema de distribución, como es el caso de ventanas de tiempo asociadas a cada cliente, considerando todas las restricciones en las unidades de reparto. El factor de las ventanas de tiempo de cada nodo es un elemento importante para conseguir resultados anhelados, pero que deben ser evaluadas ya que estas tienen la característica de estar en función a otras

variables, como es el caso de la jornada de trabajo de cada establecimiento, y a pesar de intervalos de tiempo de dos horas en promedio, es un tanto complejo abastecer a una red lógica de clientes dispersos en una localidad, por tanto para que dé resultados positivos hay que tener en consideración otras variables, como por ejemplo la velocidad a la que puede desplazarse la unidad de reparto y la cantidad total de paradas programadas para cada ruta, las distancias entre las paradas, etc.

CONCLUSIONES:

De acuerdo con el diagnóstico, estudio y análisis realizado al proceso de distribución de productos de la empresa Backus S.A.A. – CD Cajamarca, se presenta las siguientes conclusiones:

- En esta tesis se analizó el proceso de distribución de productos en el centro de distribución Cajamarca de la empresa Backus S.A.A. y se determinó que dicho proceso y los resultados de sus indicadores tienen clara oportunidad de mejora mediante la aplicación de un apropiado modelo de planificación de rutas de reparto, el cual considera reajustes en su estructura funcional del sistema, reajustes en función a variables fundamentales relacionadas directamente a las exigencias del mercado.
- En esta tesis se explicó cómo se desarrolla el proceso de distribución de productos de la empresa Backus S.A.A. en su centro de distribución de Cajamarca, donde lo más resaltante es que, el proceso es bastante dinámico y está diseñado para atender el principal canal comercial de la empresa: el canal de clientes detallistas. El proceso de distribución cual se apoya en sistemas y equipos tecnológicos modernos, que dan soporte, agilidad y simplicidad a las diversas actividades que ejecuta el reparto. A nivel de infraestructura cuenta con una clara limitación, la cual viene generando los llamados "cuello de botella" y "tiempos muertos" dentro del proceso, para las unidades de reparto.
- En esta tesis se analizó el modelo de optimización de rutas de reparto que se aplica en la empresa Backus S.A.A. el cual se fundamenta en el método de

optimización mediante la teoría de programación lineal y se determinó que no está acorde a las condiciones y exigencia del mercado, dado que no considera en su estructura operacional variables relacionadas a las necesidades de los clientes, las cuales afectan negativamente al desempeño operativo del personal de reparto, a pesar que cuentan con equipos tecnológicos modernos para el buen desarrollo de sus actividades.

- En este trabajo de investigación se analizó la estructura y los resultados de los indicadores del proceso de distribución de productos de la empresa Backus S.A.A. – Cajamarca, y se determinó que los resultados de los indicadores son los adecuados y si cumplen con las características generales que deben tener los indicadores: Son cuantificables, verificables, de fácil acceso y que reflejen el desempeño del personal de reparto, reflejan información útil y de valor. Asimismo, los resultados de sus indicadores mejorarán solo cuando se atiendan las dos grandes dificultades que presenta la empresa respecto a su principal proceso: 1. El limitado espacio en el patio de maniobras, y 2. No considerar ventanas horarias para atención de ciertos clientes. Ambas situaciones afectan directamente a los resultados de los indicadores.

SUGERENCIAS

Establecidas las conclusiones de esta investigación se sugiere:

1. Se sugiere a los gestores de la empresa, que continúen trabajando por mantener un sistema de distribución acorde a la modernidad alineado a sus políticas comerciales, pero que, a pesar de que no tienen un competidor directo no desatiendan las necesidades y exigencias del mercado. Es importante mantener la calidad del servicio y ello implica entregar el producto en buen estado, en la cantidad exacta y en el momento exacto, sin retrasos.

2. Para lograr optimizar al máximo posible el proceso de distribución de productos de la Empresa Backus S.A.A. en su centro de distribución Cajamarca, se debe dar atención a las siguientes situaciones: 1. El tema de espacio en el patio de maniobras (problema de infraestructura) y 2. Considerar en la estructura de programación del modelo de optimización de rutas, las variables relacionadas a las necesidades del mercado (asignación de ventanas horarias para la atención de cierto segmento de clientes). Esto conllevará a obtener mejores resultados en las prácticas operativas del reparto y por consiguiente mejorar los resultados de sus indicadores.

3. Minimizar los llamados “tiempos muertos” y/o “cuellos de botella”; formados en el área de almacén, dado que esto está afectado seriamente el proceso de carga y descarga de los T2, debido al espacio reducido con el que se cuenta; por los que se sugiere a la alta dirección optar por un almacén alternativo para almacenar envases vacíos y así ganar espacio o conseguir un nuevo local para operar, siendo esta última alternativa la más recomendable. Asimismo, como otra alternativa está en

asignar horarios nocturnos para la atención de los llamados T1. Esto repercutiría positivamente en los resultados de los indicadores de gestión (KPI's)

4. Respecto a la gestión de Indicadores de distribución, se sugiere continuar gestionando los actuales indicadores de distribución los cuales están muy bien estructurados. Adicionalmente se sugiere la implementación de un indicador adicional relacionado con los tiempos de recarga, así como indicadores que midan el desempeño del reparto de cara al cliente, temas relacionados con calidad del servicio.
5. A la colectividad universitaria, se sugiere que considere como marco teórico los resultados de esta investigación para seguir desarrollando investigaciones respecto a temas de optimización de procesos y gestión de indicadores, con el fin de profundizar y conocer mejor las variables determinantes de este tan dinámico proceso.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

- Alanya Marquez, D., & Camacho Linares, K. (2019). *Repositorio Digital - Univesidad Católica San Pablo*. Recuperado en:
<http://repositorio.ucsp.edu.pe/>
- Anaya Tejero, J. J. (2007). *Logística Integral: La Gestión Operativa de la Empresa*. 3ra Edición. Madrid - España: ESIC.
- Argenti, O., & Marocchino, C. (2007). *Abastecimiento y distribución de alimentos en las ciudades de los países en desarrollo y los países en transición*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Ganadería.
- Ballou, R. H. (2004). *Logística, Administración de la Cadena de Suministro*. México: Pearson Educación - 5ta edición.
- Begoña, V., Linares, P., & Ramos, A. (2010). Recuperado en:
<http://www.doi.icaei.upcomillas.es/intro>
- Cazau, P. (2006). *Introducción a la Investigación en Ciencias Sociales indica*, 3ra Edición - Buenos Aires, marzo 2006. Recuperado de:
<https://educacionparatodalavida.files.wordpress.com/>
- Díaz R. M. (2019). *Repositorio Univesidad Señor de Sipan - Perú*. Recuperado en:
<https://repositorio.uss.edu.pe/>
- Fernandez Velasquez, A., & Rey Córdova, N. (2007). *Metodología de la Investigación Científica*. Lima, Perú: ISBN.
- Goberna, M., & Jornet, V. (2004). *Optimización Lineal: Teoría, Métodos y Modelos*. España: Mc Graw Hill - Interamericana.
- Guacaneme Méndez, A. & Pulido Parra, Y. A. (2013). *Repositorio Institucional Unilibre*. Recuperado de:
<https://repository.unilibre.edu.co/>
- Hernandez Sapiery, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2010). *Metodología de la Investigación – 5ta Edición*. Mexico: McGraw-Hill / Interamericana Editores SA.

Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2010). *Introducción a la Investigación de Operaciones - Novena Edición*. Mexico: McGraw-Hill/Interamericana Editores.

Mendoza B, W. (2014). *Guía para Elaborar y Desarrollar un Proyecto de Investigación*. Pontificia Universidad Católica del Perú – Fondo Editorial – Perú

Disponible en:

<https://files.pucp.education/>

Milla Obregon, G. K., & Silva Felices, M. O. (2013). *Repositorio PUCP - Lima Perú*.

Recuperado de:

<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/>

Mora Garcia, L. (2015). *Logística del Transporte y Distribución de Carga*. Bogota: Ecoe Editora.

Mora G.L. (2013). *Indicadores de la Gestión Logística*. (E. E. Mexico, Ed.) Recuperado de:

<https://www.ecoediciones.com/wp-content/uploads/2015/08/Indicadores-de-la-gestion-logistica.pdf>

Ojeda, S. (2017). Optimización de Procesos Logísticos. Blog CEO Beetrack

Recuperado de:

<https://www.beetrack.com/es/blog/>

Ortecho J. K. (2011). *Repositorio Académico UPC - Lima Perú*. Recuperado de

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe>

Pineda Soto, C.T. (2015), *Canales de Distribución, Caracterización y Panorama Actual*. Bogotá, Colombia. Universidad Militar Nueva Granada.

Pablo, C. (2016). Estadística y Metodología de la Investigación. Recuperado de:

https://www.academia.edu/Estadistica_y_metodologia_de_la_investigacionn_Pablo_Cazau

Raffo Lecca, E., & Ruiz Lizama, E. (2005). *Alicia Concytec*. Recuperado de:

<https://alicia.concytec.gob.pe/>

Reyes Guerrero, A.Y. (2015). *Propuesta de un Diseño de Rutas con Ventanas de Tiempo sin Restricción de Capacidad para una Empresa Distribuidora de Productos Alimenticios en el Municipio de Palmira*. Universidad del Valle – Cali.

Sainz De Vicuña Ancin, J. M. (2001). *La Distribución Comercial: Opciones Estratégicas*. Madrid - España: ESIC - 2da Edición.

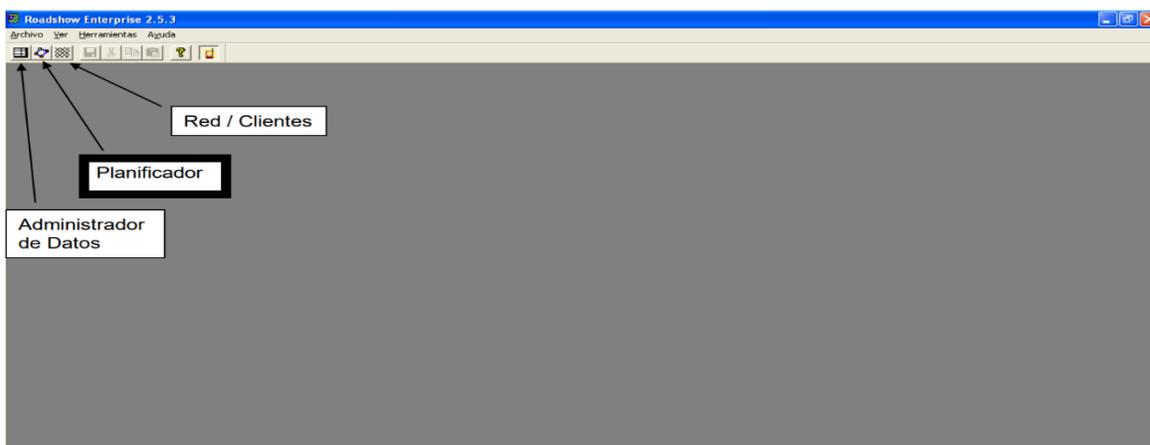
Vaca Pesantes, C. C. (2009). Recuperado el 2021, Recuperado de:
<http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/11145>

Wayne L. Winston, (2005). *Investigación de Operaciones. Aplicaciones y algoritmos*. Buenos Aires – Argentina: Thomson - 4ta edición.

Zambrano Rengifo, J. J., & López Castro, E. (2012). Recuperado de
https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/

ANEXOS

Anexo 01: Pantalla Principal del Sistema Road Show Para Evidenciar la Existencia del Software y de sus Tres Funcionalidades Principales



Módulo: Administrador de Datos

Aquí se configuran y almacenan los datos referidos a:

- Productos
- Tipos de Vehículo
- Vehículos
- Choferes
- Pedido



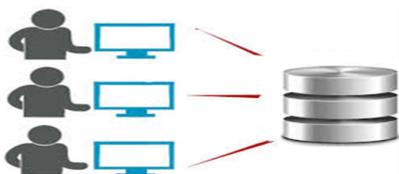
Módulo: Administrador de Red y Clientes

Este módulo se ocupa para definir, configurar y almacenar los datos referidos a:

- Depósitos
- Clientes
- Paradas
- Red de Calles
- Mapas

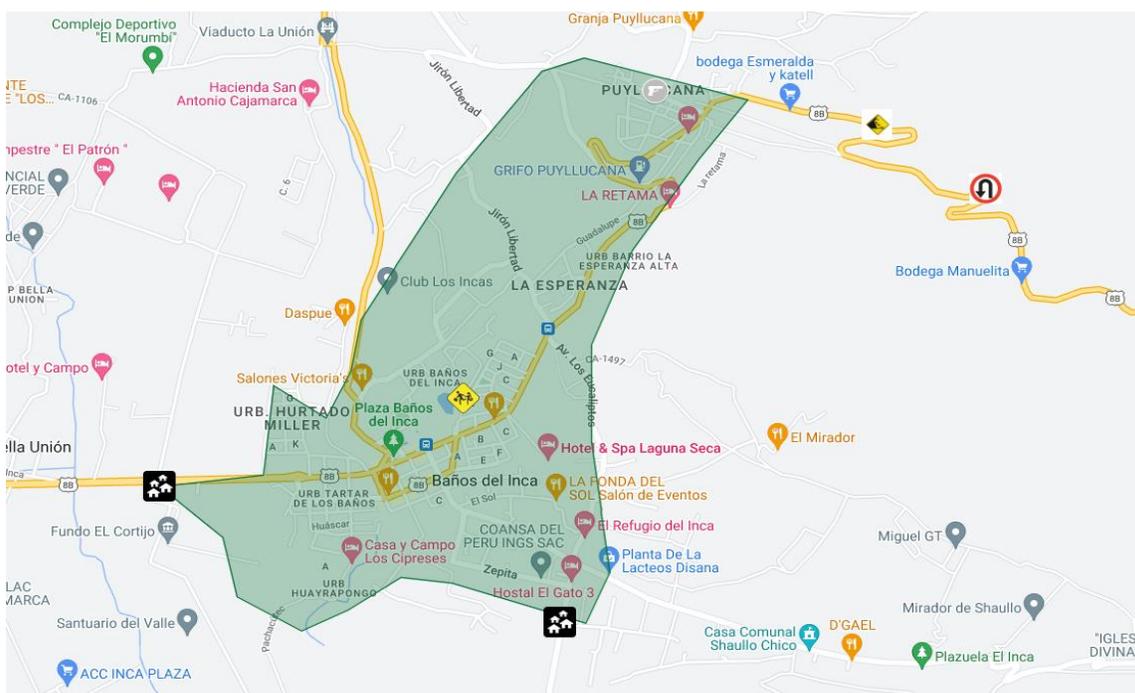
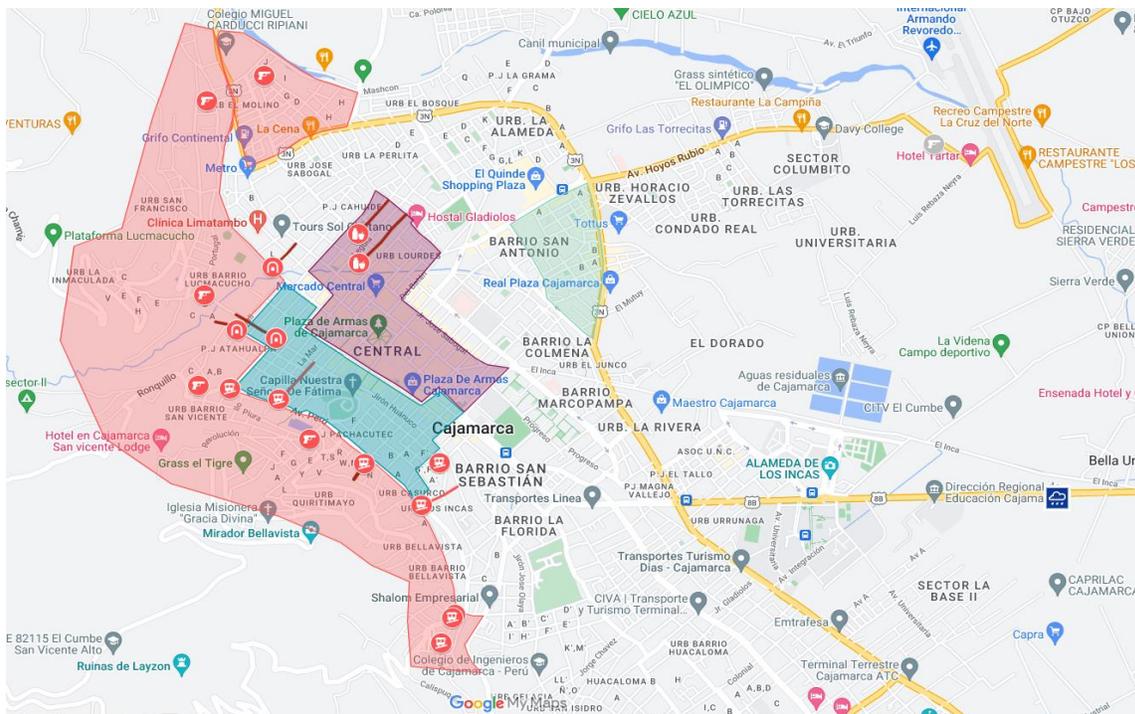
El módulo consta de 2 partes, una gráfica donde se trabaja la información sobre un mapa y otra tabulada donde se visualizan los datos.

Al estar el mapa georreferenciado, cada punto del mismo tiene coordenadas lo que permite medir distancias



Fuente: Empresa Backus S.A.A. – Archivos electrónicos generados del sistema Road Show.

Anexo 02: Imágenes de Sectorización y Delimitación de Zonas:
(Alto riesgo accidentes, Centro Histórico, Riesgo de asalto)



Fuente: Empresa Backus S.A.A. – Archivos electrónicos generados del sistema Road Show.

Anexo 03: Imágenes de Equipos Tecnológicos: Hand Held e Impresora Portátil:

- Hand Held



- Impresoras Portátiles



Anexo 04: Ficha de Trabajo: Identificación y Registro de Actividades

Ficha de Identificación y Registro de Actividades/Variables		
Proceso:	Distribución	Fecha / /
Fuente:	Observación directa	
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		

Nombre del responsable de Aplicación:

Fuente: Primaria - Observación directa.

V° B° de Representante de la
Empresa

Anexo 05: Guía de Entrevista al Personal de Distribución

HOJA DE ENTREVISTA			
Proceso:		Fecha	/ /
Nombre del Entrevistado:			
Cargo que desempeña:			
Objetivo de la Entrevista: Identificar la situación actual del proceso de distribución, para determinar si el modelo/sistema de planificación de rutas contribuye con la optimización del proceso, además de ellos conocer si la utilización de equipos tecnológicos contribuye a desarrollar las actividades de forma más eficiente en el mercado.			
Pregunta 01: ¿Cuanto tiempo lleva usted laborando en el área de distribución de la empresa Backus S.A.A.?			
Pregunta 02: ¿Conoce usted acerca del sistema Road Show o sistema ruteador? Si la respuesta es SI, diga para qué sirve.			
Pregunta 03: ¿Considera usted que el sistema Road Show, ha mejorado significativamente la programación de rutas para el reparto? diga el ¿por qué?			
Pregunta 04: ¿En la actualidad, se le presenta algún tipo de inconvenientes para la entrega de pedidos respecto a la programación de ruta? Si la respuesta es SI, diga en que ocasiones o cuales han sido estos inconvenientes.			
Pregunta 05: ¿Cumple al 100% la secuencia de puntos de parada según la planificación de rutas? Si la respuesta es NO, diga el ¿por qué?			
Pregunta 06: ¿En su opinión, considera usted que el sistema de planificación de rutas aún puede ser mejorado?			
Pregunta 07: En relación con el CD ¿Qué factores o situaciones considera usted que obstruyen o retrasan la labor diaria del personal de reparto?			
Pregunta 08: En relación a las herramientas tecnológicas (han hell e impresora portátil) que opera en el mercado al momento de la entrega de pedidos, ¿le facilita o ayuda en su labor? diga ¿por qué?			
Pregunta 09: En su opinión, ¿Considera usted que la empresa Backus S.A.A. es una empresa tecnológicamente moderna? ¿Por qué?			
Pregunta 10: En su opinión, ¿Considera usted que la empresa Backus S.A.A. se preocupa porque su servicio de reparto sea eficiente y de calidad para los clientes?			
Nombre del Encuestador:			

Fuente: Primaria - Observación directa – Entrevista.

Anexo 06: Resultados Generales de Aplicación de Entrevistas

Pregunta 01: ¿Cuánto tiempo lleva usted laborando en el área de distribución de la empresa Backus S.A.A.?

R//: 14 trabajadores con más de 8 años en la empresa. 18 trabajadores con menos de 8 años laborando en la empresa. Los primeros experimentaron las actividades "pre" y "post" Road Show.

Pregunta 02: ¿Conoce usted acerca del sistema Road Show o sistema ruteador? Si la respuesta es SI, diga para qué sirve.

R//: Los 32 trabajadores conocen y saben para que sirve el sistema Road Show.

Pregunta 03: ¿Considera usted que el sistema Road Show, ha mejorado significativamente la programación de rutas para el reparto? diga el ¿por qué?

R//: De los 14 Trabajadores que han experimentado el "pre" y "post" Road Show: Los 14 trabajadores concuerdan en que el sistema ruteador si ha mejorado el proceso de distribución y que ello se ve reflejado en los resultados de sus indicadores. Asimismo, 10 de ellos concuerdan que todavía hay detalles por mejorar, existe oportunidad de mejoras en las actividades operativas en el mercado. De estos últimos 10 trabajadores uno de ellos (Supervisor de Distribución) asegura que el modelo de planificación de rutas no es un modelo completo, que tiene vacíos en su estructura programática y ello viene generando ciertos inconvenientes en el mercado.

Pregunta 04: ¿En la actualidad, se le presenta algún tipo de inconvenientes para la entrega de pedidos respecto a la programación de ruta? Si la respuesta es SI, diga en que ocasiones o cuales son estos inconvenientes.

R//: Esta pregunta fue absuelta por los 24 trabajadores de reparto, más el supervisor de distribución. Los 25 entrevistados coincidieron en sus respuestas. Todos ellos manifestaron que generalmente las rutas de reparto que han sido diseñadas mediante el Road Show, en la práctica no se cumplen al 100%, debido a que tienen que repasar por algunos puntos, con la finalidad de evitar los rechazos de pedidos con motivos "cliente ausente" y "local cerrado". Por otro lado manifestaron que también falta definir más a detalle la clasificación de zonas de reparto.

Pregunta 05: ¿Cumple al 100% la secuencia de puntos de parada según la ruta trazada? Si la respuesta es NO, diga el ¿por qué?

R//: Esta pregunta se realizó a los 24 trabajadores de reparto más el supervisor de distribución. Los 25 trabajadores manifestaron que son raras veces los días en que se cumple las rutas planificadas. Generalmente no se cumple al 100% la secuencia de paradas, dado que se presentan imprevistos al momento de ejecutar la distribución de productos, como son: Los clientes no se encuentran en su establecimiento al momento que le visita el reparto, calles con alto tránsito por lo que se tiene que tomar alguna ruta alterna, y calles cerradas por algún motivo.

Pregunta 06: ¿En su opinión, considera usted que el sistema de planificación de rutas aún puede ser mejorado?

R//: De los 32 trabajadores relacionados con el proceso de distribución: 18 de ellos consideraron que si se puede mejorar la planificación de rutas considerando todos los inconvenientes que se presentan la ejecución del reparto. 8 trabajadores opinaron que los inconvenientes que se presentan en el mercado y en el almacén del CD son imprevistos que no dependen de la empresa, por lo que sería muy difícil solucionarlos. Los últimos 6 trabajadores no pudieron dar una respuesta clara a la pregunta.

Pregunta 07: En relación con el CD ¿Qué factores o situaciones considera usted que obstruyen o retrasan la labor diaria del personal de reparto?

R//: El 100% de los entrevistados coincidieron en sus respuestas: El principal problema atribuido al CD es el limitado espacio con el que cuentan en el almacén de productos. Esto retrasa permanentemente la labor del personal de reparto.

Pregunta 08: En relación con las herramientas tecnológicas (han hell e impresora portátil) que operan en sus actividades de reparto, ¿Le facilita o dificulta su labor? diga ¿por qué?

R//: El 100% de trabajadores coincidieron que los equipos tecnológicos facilitan la labor en el mercado, que los equipos utilizados son de gran ayuda, sobre todo por el tema de la información que acumulan y la ayuda respecto a la gestión de documentos.

Pregunta 09: En su opinión, ¿Considera usted que la empresa Backus S.A.A. es una empresa tecnológicamente moderna? ¿Por qué?

R//: Los 32 entrevistados concuerdan en que la empresa Backus S.A.A. es una empresa moderna y que invierte en tecnología, por los sistemas y equipos tecnológicos que utiliza.

Pregunta 10: En su opinión, ¿Considera usted que la empresa Backus S.A.A. se preocupa porque su servicio de reparto sea eficiente y de calidad para los clientes?

R//: De los 32 entrevistados, 22 de ellos consideraron que la empresa Backus S.A.A. si se preocupa por brindar un buen servicio de reparto, que siempre busca la calidad en sus procesos. Los 10 restantes opinaron que la empresa por su condición de monopolio en el rubro, no se preocupa como deberían, respecto a brindar un servicio eficiente y de calidad dado que no tienen una competencia directa para sus principales productos que son las cervezas.

Fuente: Primaria - Observación directa – Entrevista.

Anexo 07: Reporte Diario de Fin de Ruta de Reparto Asignado**REPORTE DIARIO DE FIN DE RUTA POR REPARTO**

SABMiller - UNIÓN DE CERVECERÍAS PERUANAS BACKUS Y JOHNSTON S.A.A.

FECHA DE EMISIÓN: 10/10/2017

CENTRO DE DISTRIBUCIÓN: CAJAMARCA

COD. USUARIO: 02745

Código Reparto	Horarios			Kilometraje			Contactos Programados	Contactos Atendidos	Pedidos rechazados	Cajas Programas	Cajas Entregadas	Envases Retornados	Cambios Programados	Cambios Efectuados	Comprobantes Emitidos
	Hora de Salida	Hora de Retorno	Total Horas	Km Salida	Km Retorno	Total Km									
400	07:34	16:14	08:40	98052	98078	26	45	42	3	332	310	229	02	02	42
700	07:25	17:20	09:55	111050	111081	31	49	48	1	640	622	552	-	-	48
701	07:35	16:55	09:20	126852	126895	43	53	50	2	581	546	466	-	-	50
702	07:18	16:50	09:32	158426	158455	29	53	51	2	602	576	547	-	-	51
703	07:38	17:13	09:35	145236	145270	34	46	46	0	852	852	742	'01	'01	46
704	07:40	17:33	09:53	128328	128365	37	48	48	0	878	878	890	-	-	48
	07:31	17:00	09:29				294	285	8	3885	3784	3426	03	03	285

SAP ERP.

Fuente: Empresa Backus S.A.A. – Reportes y archivos electrónicos Excel generados del sistema SAP.

Elaboración: Archivo exportado de sistema SAP.

Anexo 08: Cuadro Comparativo de Km Recorridos y Hectolitros Distribuidos Entre los años 2010 vs 2017

Comparativo Km Recorridos y Hectolitros Distribuidos 2010 vs 2017

Mes	Año 2010		Año 2017	
	Km Recorridos	hl Repartidos	Km Recorridos	hl Repartidos
Enero	6,627	7,841	6,589	8,920
Febrero	7,446	8,943	7,331	10,263
Marzo	6,692	7,501	6,579	7,895
Abril	6,859	7,604	6,444	8,377
Mayo	6,104	7,270	6,009	8,412
Junio	6,411	7,861	6,339	8,875
Julio	7,353	10,236	7,260	11,253
Agosto	6,455	7,424	5,939	8,909
Septiembre	6,233	7,412	6,026	8,557
Octubre	6,550	7,601	6,497	9,096
Noviembre	6,775	7,316	6,417	9,626
Diciembre	7,540	10,088	7,407	11,851
Totales:	81,045	97,098	78,837	112,034
Eficiencia de Ruta:	1.20		1.42	

Fuente: Empresa Backus S.A.A. – Reportes y archivos electrónicos Excel generados del sistema SAP.

Anexo 09: Cuadro Información General de Unidades de Reparto - Año 2017

Periodo:	Cajas Repartidas	Contactos Atendidos	N° Camiones/ Mes	Prod. Camión	Km Recorridos
Enero	122,191	6,882	169	52.78	6,589.0
Febrero	140,589	6,532	186	55.30	7,330.7
Marzo	108,156	6,782	142	55.72	6,579.5
Abril	114,753	7,116	164	51.18	6,443.8
Mayo	115,232	6,912	157	53.75	6,008.5
Junio	121,578	6,952	151	58.64	6,339.4
Julio	154,148	7,208	171	65.77	7,259.9
Agosto	122,042	7,115	158	56.35	5,939.4
Septiembre	117,224	6,965	161	53.12	6,026.3
Octubre	124,598	6,892	164	55.62	6,496.9
Noviembre	131,859	6,983	162	59.54	6,417.1
Diciembre	162,338	7,282	173	68.55	7,406.7

Fuente: Empresa Backus S.A.A. – Reportes y archivos electrónicos excel mediante consultas específicas de SAP.

Anexo 10: Imágenes de Sistema SisCod (Sistema Desfazado Utilizado hasta el año 2010)

- Asignación Masiva de Reparto:

Resumen de la Asignación

C.Re	N.C	Caja	C.De	Cli. De	Rec	P
060	1	2	0	0	1	
101	41	537	0	0	1	
101	2	445	0	0	2	
102	37	503	0	0	1	
102	7	460	0	0	2	
103	18	385	20	1	1	
103	21	356	0	0	2	
103	3	118	5	1	3	
104	19	354	50	1	1	
104	23	272	0	0	2	
104	1	214	0	0	3	
105	40	502	45	2	1	
105	1	450	0	0	2	
107	39	449	0	0	1	
107	3	488	0	0	2	

Fuente: Archivos electrónicos sistema SisCod

Anexo 11: Reporte de Pedidos Rechazados por Repartos – CD Cajamarca**REPORTE DE PEDIDOS RECHAZADOS POR REPARTO**

SABMiller - UNIÓN DE CERVECERÍAS PERUANAS BACKUS Y JOHNSTON

S.A.A.

Fecha Inicio: 01/11/2017

CENTRO DE DISTRIBUCIÓN: CAJAMARCA

Fecha Fin: 30/11/2017

Código Reparto	Responsable	Rechazos por reparto	MOTIVOS DE RECHAZOS					
			Local cerrado	Cliente ausente	Cliente sin dinero	Pedido mal tomado	Cliente sin envases	Otros
400	Carlos Malca	25	11	8	3	1	0	2
700	Jose Valdez	28	10	9	2	2	4	1
701	Wilder Saldaña	29	8	12	4	0	2	3
702	Jose Cuzco	28	12	5	5	2	1	3
703	Nilo Lopez	29	9	6	7	3	1	3
704	Manuel Aquino	25	8	7	3	3	2	2
Total:		164	58	47	24	11	10	14

SAP ERP

COD. USUARIO: 02745

Fuente: Empresa Backus S.A.A. – Reportes y archivos electrónicos Excel generados del sistema SAP.

Anexo 12: Reporte de Consolidado de Pedidos Rechazados Año: 2017 - CD Cajamarca

Periodo (mes)	N° Rechazos por Motivos					Total pedidos rechazados mes	% Motivos de rechazos					% Total Rechazos mes	Total de Pedidos por mes	Efectividad de reparto
	Cerrado + Ausente	Sin dinero	Pedido mal tomado	Sin envases	Otros		Cerrado + Ausente	Sin dinero	Pedido mal tomado	Sin envases	Otros			
Enero	113	18	14	8	12	165	1.64%	0.3%	0.2%	0.1%	0.2%	2.40%	6,882	97.60%
Febrero	109	21	16	8	29	183	1.67%	0.32%	0.24%	0.12%	0.44%	2.80%	6,532	97.20%
Marzo	107	25	11	7	33	183	1.67%	0.37%	0.16%	0.10%	0.49%	2.79%	6,782	97.30%
Abril	87	16	8	13	18	142	1.41%	0.22%	0.11%	0.18%	0.25%	2.18%	7,116	98.00%
Mayo	100	9	8	13	22	152	1.50%	0.13%	0.12%	0.19%	0.32%	2.26%	6,912	97.80%
Junio	110	16	9	17	25	177	1.55%	0.23%	0.13%	0.24%	0.36%	2.52%	6,952	97.45%
Julio	90	12	6	9	13	130	1.37%	0.17%	0.08%	0.12%	0.18%	1.93%	7,208	98.20%
Agosto	103	17	14	8	29	171	1.62%	0.24%	0.20%	0.11%	0.41%	2.57%	7,115	97.60%
Setiembre	97	22	19	11	18	167	1.56%	0.32%	0.27%	0.16%	0.26%	2.57%	6,965	97.60%
Octubre	73	13	8	9	15	118	1.41%	0.19%	0.11%	0.13%	0.22%	2.05%	6,892	98.29%
Noviembre	105	24	11	10	14	164	1.63%	0.34%	0.16%	0.14%	0.20%	2.48%	6,983	97.65%
Diciembre	116	21	31	23	35	226	1.58%	0.29%	0.43%	0.32%	0.48%	3.09%	7,282	96.90%
Promedio Año:	101	18	13	11	22	165	1.55%	0.26%	0.18%	0.16%	0.31%	2.47%	6,968	97.6%

Fuente: Empresa Backus S.A.A. – Reportes y archivos electrónicos Excel generados del sistema SAP.
Elaboración Propia.

Anexo 13: Reporte de Pedidos Rechazados - CD Cajamarca Considerando Ventanas Horarias

Estimación de Rechazos con Inclusión de Ventanas Horarias en la Programación de Rutas*

Periodo (mes)	N° de Pedidos Rechazados Considerando Ventana Horaria					Total pedidos rechazados mes	% Motivos de Rechazos Considerando Ventana Horaria					% Total Rechazos mes	Total de Pedidos por mes	Efectividad de reparto Considerando V.H.
	20% de Cerrados + Ausentes se mantiene	Sin dinero	Pedido mal tomado	Sin envases	Otros		Cerrado + Ausente	Sin dinero	Pedido mal tomado	Sin envases	Otros			
Enero	23	18	14	8	12	75	0.33%	0.3%	0.2%	0.1%	0.2%	1.08%	6,882	98.92%
Febrero	22	21	16	8	29	96	0.33%	0.32%	0.24%	0.12%	0.44%	1.47%	6,532	98.53%
Marzo	21	25	11	7	33	97	0.32%	0.37%	0.16%	0.10%	0.49%	1.44%	6,782	98.56%
Abril	17	16	8	13	18	72	0.24%	0.22%	0.11%	0.18%	0.25%	1.02%	7,116	98.98%
Mayo	20	9	8	13	22	72	0.29%	0.13%	0.12%	0.19%	0.32%	1.04%	6,912	98.96%
Junio	22	16	9	17	25	89	0.32%	0.23%	0.13%	0.24%	0.36%	1.28%	6,952	98.72%
Julio	18	12	6	9	13	58	0.25%	0.17%	0.08%	0.12%	0.18%	0.80%	7,208	99.20%
Agosto	21	17	14	8	29	89	0.29%	0.24%	0.20%	0.11%	0.41%	1.25%	7,115	98.75%
Setiembre	19	22	19	11	18	89	0.28%	0.32%	0.27%	0.16%	0.26%	1.28%	6,965	98.72%
Octubre	15	13	8	9	15	60	0.21%	0.19%	0.11%	0.13%	0.22%	0.86%	6,892	99.14%
Noviembre	21	24	11	10	14	80	0.30%	0.34%	0.16%	0.14%	0.20%	1.15%	6,983	98.85%
Diciembre	23	21	31	23	35	133	0.32%	0.29%	0.43%	0.32%	0.48%	1.83%	7,282	98.17%
Promedio Año:	20	18	13	11	22	84	0.29%	0.26%	0.18%	0.16%	0.31%	1.21%	6,968	98.8%

Fuente: Empresa Backus S.A.A. – Reportes y archivos electrónicos Excel generados del sistema SAP.

Elaboración Propia.

* Para la proyección estimada de pedidos rechazados, solamente se ha considerado un 80% de reducción del total pedidos rechazados con los motivos **Cerrado + Ausente**, y asumiendo que las demás cifras se mantendrán iguales, "Ceteris Paribus".

¿Por qué no se pretende que con la inclusión de ventanas horarias en la programación de rutas no se reduzca el 100% de pedidos rechazados con motivos: Cliente ausente + Local Cerrado? Porque no todos los pedidos rechazados con estos motivos se dan por una mala programación de sus pedidos. Uno de cada 5 pedidos rechazados con estos motivos no depende de la programación, es decir al margen del tipo de negocio que sea, el cliente cerró su local o se ausento por motivos personales, como, por ejemplo: Por cita médica, porque fue a una reunión particular, tramites personales, etc.

La fuente de la información: Jefes de reparto, lo cual fue corroborada por el supervisor de distribución.

Anexo 14: Comparativo: Pedidos Rechazados 2017 vs Pedidos Rechazados Considerando Ventanas Horarias

Cuadro Comparativo: Pedidos Rechazados 2017 vs Pedidos Rechazados Considerando Ventanas Horarias

Periodo (mes)	Total de Pedidos por mes	N° Pedidos Rechazados -Por Motivos					Total pedidos rechazados mes	N° de Pedidos Rechazados Considerando Ventana Horaria					Efectividad de reparto sin V.H.	Efectividad de reparto con V.H.	
		Cerrado + Ausente	Sin dinero	Pedido mal tomado	Sin envases	Otros		20% de Cerrados + Ausentes se mantiene	Sin dinero	Pedido mal tomado	Sin envases	Otros			Total Rechazos mes
Enero	6,882	113	18	14	8	12	165	23	18	14	8	12	75	97.60%	98.92%
Febrero	6,532	109	21	16	8	29	183	22	21	16	8	29	96	97.20%	98.53%
Marzo	6,782	107	25	11	7	33	183	21	25	11	7	33	97	97.30%	98.56%
Abril	7,116	87	16	8	13	18	142	17	16	8	13	18	72	98.00%	98.98%
Mayo	6,912	100	9	8	13	22	152	20	9	8	13	22	72	97.80%	98.96%
Junio	6,952	110	16	9	17	25	177	22	16	9	17	25	89	97.45%	98.72%
Julio	7,208	90	12	6	9	13	130	18	12	6	9	13	58	98.20%	99.20%
Agosto	7,115	103	17	14	8	29	171	21	17	14	8	29	89	97.60%	98.75%
Setiembre	6,965	97	22	19	11	18	167	19	22	19	11	18	89	97.60%	98.72%
Octubre	6,892	73	13	8	9	15	118	15	13	8	9	15	60	98.29%	99.14%
Noviembre	6,983	105	24	11	10	14	164	21	24	11	10	14	80	97.65%	98.85%
Diciembre	7,282	116	21	31	23	35	226	23	21	31	23	35	133	96.90%	98.17%
Total Año:	83,621	1210	214	155	136	263	1978	242	214	155	136	263	1,010	97.63%	98.79%

Fuente: Empresa Backus S.A.A. – Reportes y archivos electrónicos Excel generados del sistema SAP.

Elaboración Propia.

Nota: Solamente considerando una reducción del 80% de pedidos rechazados con motivos: Local Cerrado y Clientes Ausentes, el indicador de Efectividad de Reparto, mejora sus resultados en un promedio de 1.16%, lo que se traduce a que se reduzca la cantidad de rechazos en un número de 969 pedidos, que a su vez se traduce en una venta de poco más de 1,200 hl o su equivalente a 17, 787 cajas en un año.