



**Facultad de
Ciencias Sociales y Humanísticas**

PROYECTO DE TITULACIÓN

**“MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA EN LA GESTIÓN
DE LOS CENTROS DE DISTRIBUCIÓN DE UNA EMPRESA
PRODUCTORA Y DISTRIBUIDORA DE CERVEZA EN EL
ECUADOR PERÍODO 2013 – 2018”**

Previa la obtención del Título de:

MÁSTER EN ECONOMÍA Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS

Presentado por:

GABRIELA STEFANÍA ARMIJOS FLORES

Guayaquil – Ecuador

2020

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar al Creador, por todas las bendiciones derramadas en cada instante de mi vida.

A mi familia, por brindarme su cariño, apoyo e ímpetu para seguir adelante.

A mis queridos maestros, por brindarnos una educación integral, especialmente al PhD. Miguel Ruiz por brindarme su apoyo en la realización de mi trabajo final.

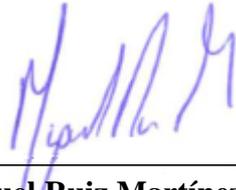
Gabriela Armijos

DEDICATORIA

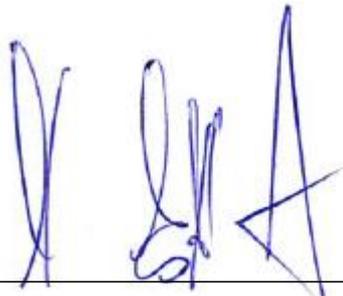
A Dios, a mis queridos padres Sandra y Marcelo, a mis hermanos, a mis abuelos y a mi compañero de vida Juan Francisco por su apoyo incondicional fueron un pilar fundamental para lograr el término de este proyecto.

Gabriela Armijos

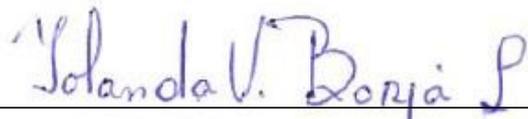
COMITÉ DE EVALUACIÓN



Miguel Ruiz Martínez, Ph.D.
Tutor del Proyecto



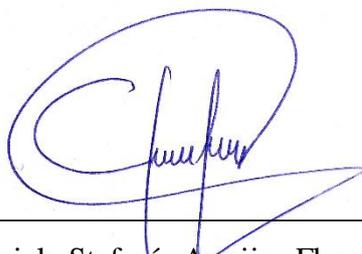
Leonardo Estrada Aguilar, Ph.D.
EVALUADOR



Viviana Borja Ligua, M.Sc.
EVALUADOR

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Trabajo de Titulación, corresponde exclusivamente al autor, y al patrimonio intelectual de la misma **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**”

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized initial 'G' followed by the name 'Stefanía Armijos Flores' written in a cursive script.

Gabriela Stefanía Armijos Flores

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iii
COMITÉ DE EVALUACIÓN	iv
DECLARACIÓN EXPRESA	v
INDICE GENERAL	vi
RESÚMEN	viii
INDICE DE TABLAS	ix
INDICE DE ILUSTRACIONES	x
INDICE DE GRÁFICOS	xi
ABREVIATURAS	xii
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	13
1.1. OBJETIVO GENERAL	14
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	15
1.4. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	15
CAPÍTULO 2: REVISIÓN DE LITERATURA Y DEFINICIÓN DE HIPÓTESIS	17
2.1. EFICIENCIA TÉCNICA.....	17
2.2. EFICIENCIA ECONÓMICA.....	19
2.3. EFICIENCIA DE CONSUMO.....	21
2.4. EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN	22
2.5. EFICIENCIA LOGÍSTICA	22
2.6. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	24
CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA LOGÍSTICA EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE	25
3.1. PERSPECTIVAS DE LA LOGÍSTICA MODERNA	26
3.2. FACTORES CRÍTICOS DE LA LOGISTICA EN LA REGIÓN	27
CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA DE MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA	28
4.1. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL DEA	29
4.2. FORMULACIÓN MATEMÁTICA	31
4.3. EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS CENTROS DE DISTRIBUCIÓN	32
4.4. IMPUTS Y OUTPUTS.....	34
CAPÍTULO 5: RESULTADOS	37

5.1. ANÁLISIS DE PUNTAJES DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES.....	37
5.2. EFICIENCIA TÉCNICA GLOBAL.....	38
5.3. FRONTERA INDIVIDUAL	39
5.4. EFICIENCIA TÉCNICA PURA	41
5.5. ANÁLISIS DE HIPÓTESIS	43
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	45
6.1. CONCLUSIONES.....	45
6.2. RECOMENDACIONES	46
REFERENCIAS.....	47

RESÚMEN

En este proyecto se presenta el desarrollo de esta metodología no paramétrica DEA (Data Envelopment Analysis) en el área de Operaciones, permitiéndonos comparar los cambios de la eficiencia relativa de los centros de distribución de una empresa dedicada a la producción y distribución de cerveza en la ciudad de Guayaquil, en el cual se tiene como propósito probar la eficiencia de los centros de distribución de la región costa y sierra, para determinar qué variables (inputs y outputs) están afectando dicha eficiencia. La misma que está estructurada por 6 capítulos:

- En el capítulo 1, se presenta la información de la necesidad, objetivos de la realización del proyecto, delimitando el alcance y justificación de la investigación.
- En el capítulo 2, se muestran las definiciones necesarias para el entendimiento a medida que se desarrolla el proyecto y la definición de las hipótesis que se plantean dentro de la investigación
- En el capítulo 3, se muestra el análisis comparativo del mercado global y nacional.
- En el capítulo 4, se diseña la metodología DEA (Data Envelopment Analysis), para lo cual se desarrolla una matriz entre sus inputs y outputs
- En el capítulo 5, se realiza una exposición de los resultados obtenidos en el proyecto.
- En el capítulo 6, se realiza una exposición de las conclusiones obtenidos en el proyecto.

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Detalle de Inputs y Outputs	35
Tabla 2: Eficiencia Técnica Global a Nivel Nacional	38
Tabla 3: Operaciones Eficientes a Nivel Nacional	39
Tabla 4: Eficiencia Técnica Región Costa y Sierra	39
Tabla 5: Eficiencia Técnica Pura a Nivel Nacional	41
Tabla 6: Operaciones Eficientes Puras a Nivel Nacional	41
Tabla 7: Eficiencia Técnica Pura Región Costa y Sierra	42

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Frontera de Posibilidades de Producción	17
Ilustración 2: Expansión de la Frontera de Posibilidades de Producción	18
Ilustración 3: Frontera de Posibilidades de Producción y Curva de Indiferencia	19
Ilustración 4: Curvas de Indiferencia.....	20
Ilustración 5: Frontera de Posibilidades de Producción y Curva de Indiferencia.....	20
Ilustración 6: Representación de la Frontera de Eficiencia	29
Ilustración 7: Resultados Test Shapiro Wilk por Región.....	43
Ilustración 8: Resultados Test Shapiro Wilk por Ubicación.....	44
Ilustración 9: Resultados de Anova por Región	44
Ilustración 10: Resultados de Anova por Ubicación.....	44

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Eficiencia Técnica Individual Región Costa Vs. Región Sierra.....	40
Grafico 2: Eficiencia Técnica Pura Región Costa Vs. Región Sierra	42

ABREVIATURAS

DEA: Data Envelopment Analysis

PC's: Pairwise Comparison

PIB: Producto Interno Bruto

SCM: Supply Chain Management

DMU: Decision Making Unit's

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

La globalización de las cadenas de suministros está tomando cada vez más importancia dentro de las organizaciones, lo cual hace que solamente las organizaciones que consigan diferenciarse significativamente de su competencia pueden crecer de forma sostenible en el tiempo. Actualmente las estructuras organizacionales están considerando al área de logística como uno de los ejes fundamentales para el desarrollo y expansión del negocio, para ello tenemos que vincular de manera armónica toda la cadena de suministro, desde la recepción de los pedidos hasta la entrega del producto final con el debido control de calidad, el tiempo y presupuesto. Con una dirección eficaz de la cadena de abastecimiento, una buena utilización de la tecnología de información, los recursos y una adecuada relación con los mejores proveedores, se contribuye con este propósito, aunque puede seguir siendo una tarea difícil, dependiendo de la cantidad de eslabones y actividades de la cadena de suministro.

Dentro del ámbito tradicional de la dirección de empresas en el transcurso del tiempo se ha realizado cotejos entre la gestión relativa la cual depende del gestor y del entorno en la que se descarta la planificación como herramienta principal, mientras la gestión global centra en el control de calidad y la organización de los recursos a fin de cumplir con los objetivos de la empresa, para que las unidades de producción de bienes y/o servicios que emplean el mismo tipo de recursos (insumos), para producir un mismo tipo de productos (salidas), se han utilizado razones o cocientes de medida (como productividad, rendimiento hombre – máquina, etc.), generando una problemática al momento de encontrarnos con distintos tipos de unidades de medida, lo que hace muy difícil e inexacta la comparación de su desempeño; sobre todo cuando estamos ante una industria de bebidas, en la cual utiliza varios insumos en la producción de uno o varios productos y/o servicios.

La competitividad de cada miembro de la cadena de suministro incumbirá en la capacidad para gestionar reingenierías en sus procesos por las condiciones del entorno dentro de los escenarios optimistas y pesimistas, para tomar decisiones de manera oportuna frente a las oportunidades que ofrece el mercado. El adecuado manejo de los problemas al momento de mejorar el rendimiento de la organización se debe tomar en cuenta las complejas interacciones entre las diversas áreas de la cadena de suministro,

esta evaluación entre los factores en conflicto: como la reducción significativa de inventario, satisfacción del cliente, costo de transporte, pérdida de ventas, costos de inventario, gestión de recursos, costos internos, son las actividades más importantes que realiza un administrador eficiente de la cadena de suministro. Por lo tanto, las cadenas de suministro deben considerarse como sistemas complejos; ya que estos factores generalmente impactan el comportamiento de estos sistemas.

Finalmente, analizamos el impacto de la gestión logística interna dentro de cada eslabón, decir, la gestión de almacenes de un centro de distribución, la estandarización de los procesos y actividades como: la capacidad de usar sistemas de manejo de materiales de forma más eficiente, planificación de ventanas horarias para operaciones de carga y descarga, entre otras; esto podría tener un impacto positivo en términos de productividad y ahorro, los cuales se reflejan en los centros de costos de cada área perteneciente a la cadena de suministro.

1.1. OBJETIVO GENERAL

Estructurar, analizar e implementar un análisis envolvente de datos para la obtención de indicadores de eficiencia logística, con el fin de conocer los impactos de las inversiones realizadas en el área y apoyar el proceso de la toma de decisiones asociada a la evaluación y monitoreo de la productividad en los centros de distribución durante el período 2013 – 2018.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el nivel de eficiencia y gestión en los centros de distribución de la región costa y sierra.
- Definir los elementos más importantes de la eficiencia logística, con el propósito de identificar posteriormente los indicadores que permitan evaluar el servicio de los proveedores en los centros de distribución.
- Comparar los resultados arrojados por la optimización matemática, con el propósito de analizar las variaciones de parámetros en la cadena de abastecimiento para el monitoreo y seguimiento.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La actividad logística en una organización describe una serie de diversos indicadores, y el problema radica en cómo escoger los indicadores más representativos que describan actividad de la mejor manera, como uno de los métodos más utilizados para medir la eficiencia dentro de la administración logística global empleados es el índice de desempeño logístico, ya que esta herramienta puede ser de gran ayuda para la toma de decisiones a los administradores a través del cual se logra entender de una manera más clara los desafíos para lograr la reducción de las barreras logísticas para el comercio internacional.

En pleno siglo XXI, el sector logístico ecuatoriano se replantea la forma de cómo asegurarse un desarrollo sostenido que no lo amilane a los cambios del mercado, influenciados por nuevas tecnologías. Entre sus desafíos principales está el reducir los costos elevados que constituye el transportar una mercadería y adaptar sus procesos a las nuevas tendencias que exige el mercado. El costo logístico de los países de la región, con relación al valor del producto final, se encuentran dentro de un rango de entre el 7 al 10 %. En Ecuador, ese porcentaje supera ese 10 %, el rezago que viene teniendo este sector por falta de políticas gubernamentales claras, no ha podido convertirse en un gran motor que dinamice la economía. Mientras la logística en Ecuador representa un 20 % del PIB, en otros países, como en Uruguay, el aporte de este sector abarca un 80 %. Ecuador, por su ubicación geográfica podría ser un eje fundamental en la de salida (de productos) a nivel regional, pero le hace falta brindar facilidades en la frontera para servir de tránsito aduanero internacional¹.

1.4. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La problemática que encontramos dentro del área de distribución radica en la necesidad de trasladar vehículos de un lugar a otro para satisfacer la disponibilidad de inventario establecido de cada centro de distribución, para ello aplicamos la técnica de Análisis Envoltante de Datos, la misma que tiene sólidas bases matemáticas que le

¹ Diario Expreso (Sept, 2018), Logística traza una ruta hacia la Eficiencia. Guayaquil, Ecuador, página web de servicios: <https://www.expreso.ec>.

permiten abordar la problemática de las eficiencias de una forma dinámica, lo cual otorgará a cualquier organización optimizar la gestión de recursos en sus centros de distribución. Para realizar el análisis comparativo entre la gestión relativa y global de un conjunto de unidades que utilizan el mismo tipo de recursos (insumos) para producir un mismo tipo de productos (salidas), se han empleado razones como productividad, rendimiento, etc.

Dentro del esquema actual de la organizacional en estudio se encuentra implementado un sistema tradicional de KPI'S administrado por un sistema de gestión convencional a través del cual se monitorea la Productividad y Eficiencia, pero este sistema no permite cuantificar e identificar las ineficiencias generadas en de cada Centro de Distribución. Por lo tanto, al ejecutar la técnica DEA en este estudio se procede a estimar las eficiencias relativas de las diferentes unidades de decisión (centros de distribución), posterior se estima las eficiencias para cada salida y empieza a visualizar un conjetural momento de su comparación.

Esta técnica se aplica para la estimación de las eficiencias, se grafican y luego se parametriza el modelo matemático inherente a la técnica con lo cual queda establecida la importancia de emplear el DEA para la toma de decisiones que abarquen varias entradas y salidas, a su vez exijan altos estándares de eficiencia multidisciplinarios.

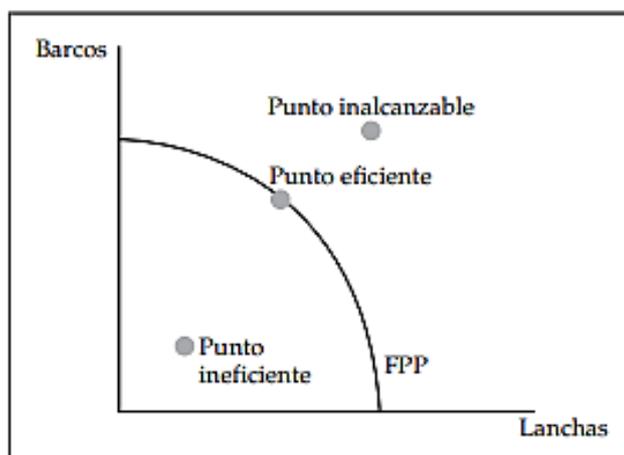
CAPÍTULO 2: REVISIÓN DE LITERATURA Y DEFINICIÓN DE HIPÓTESIS

La medición del desempeño de la logística en una organización aborda muchos factores, sin embargo, para evaluar el desempeño de un CD no se discute explícitamente parámetros tradicionales, normalmente se compara el rendimiento real actual contra los resultados obtenidos en el histórico de la operación, comparables en otros lugares de la empresa o con logros de otras organizaciones o estándares de la industria. Un CD realiza una gran cantidad de actividades, altamente repetitivas y fácilmente monitoreadas eso influye para optar por las medidas cuantitativas; de igual manera en términos del tiempo de ciclo. A continuación, vamos a revisar diversos tipos de eficiencia para direccionar los enfoques sobre una evaluación integradora y redefinir el modelo del balanced scorecard aplicado a operaciones de la cadena de suministro:

2.1. EFICIENCIA TÉCNICA²

La eficiencia técnica muestra si los recursos son aprovechados a su máxima capacidad productiva, es decir, si están siendo usados en su totalidad los factores productivos o no. En economía, hay un famoso gráfico llamado Frontera de Posibilidades de Producción (FPP) que resume esta definición. El cual se detalla a continuación:

Figura 1 - Frontera de Posibilidades de Producción



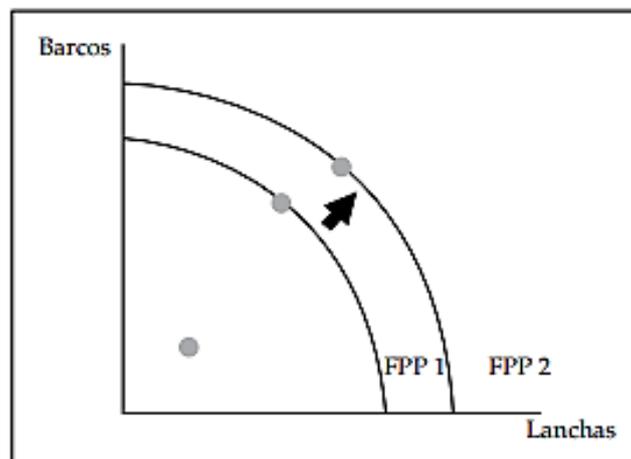
Fuente: Cachanosky I. (2012).

² Cachanosky I. (2012). Eficiencia técnica, eficiencia económica y eficiencia dinámica. Procesos de Mercado: Revista Europea de Economía Política. Vol. IX, n.º 2, pp. 51 a 53.

En la figura que antecede se puede observar que se analizan la producción de dos bienes, la producción de "Lanchas" en el eje de las X y la producción de "Barcos" en el eje de las Y. La Frontera de Posibilidades de Producción es la curva cóncava representada por FPP.

Un punto por debajo de la curva de FPP quiere decir que todos los recursos productivos no se están empleando, es decir, hay capacidad ociosa alcanzando un punto *ineficiente*. Un punto sobre la curva FPP implicaría que todos los recursos disponibles se están utilizando, es decir, no hay capacidad ociosa y se alcanza un punto tecnológicamente *eficiente*.

Figura 2 - Expansión de la Frontera de Posibilidades de Producción

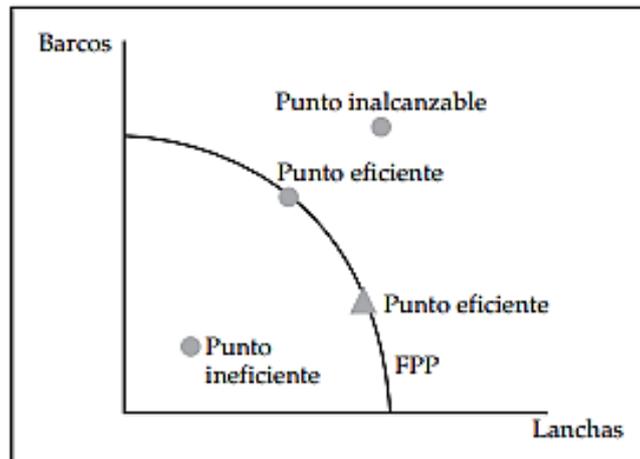


Fuente: Cachanosky I. (2012).

En la figura 2 podemos observar los avances tecnológicos y la utilización de mejores bienes de capital permiten producir una mayor cantidad de bienes y servicios, por ende, como resultado vamos a obtener el desplazamiento de la curva FPP hacia la derecha generando un desarrollo económico.

En referencia a la figura 3 podemos afirmar con certeza es que, tanto en el círculo como en el triángulo, puntos ubicados sobre la curva FPP, se están empleando todos los recursos productivos y carece de capacidad ociosa.

Figura 3 - Eficiencia Técnica en la Frontera de Posibilidades de Producción



Fuente: Cachanosky I. (2012).

En el caso del círculo se producen más barcos que lanchas, en el caso del triángulo se producen más lanchas que barcos, pero la interrogante principal es: ¿Qué están demandando las personas?, esta pregunta no puede ser respondida por la eficiencia técnica, ya que sólo nos muestra si se están utilizando los factores de producción en su totalidad, pero no si se están empleando para producir los bienes que la gente demanda.

2.2. EFICIENCIA ECONÓMICA³

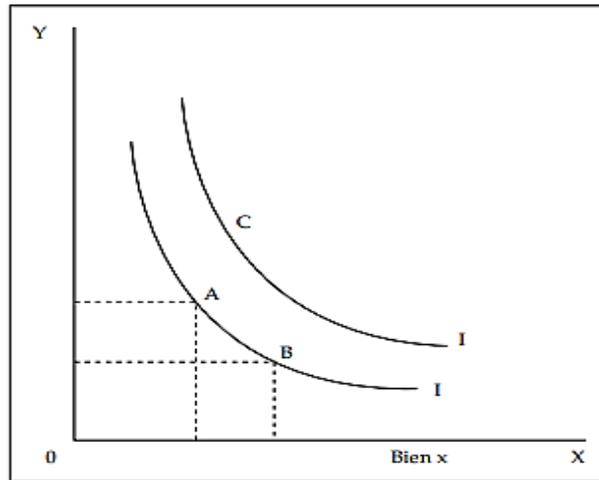
La eficiencia técnica es una condición necesaria pero no suficiente para el logro de la eficiencia económica. La posibilidad de alcanzar los máximos rendimientos desde los mínimos recursos, los cuales se puede percibir en diferentes entornos de la naturaleza en general. En las actuaciones cotidianas tienen como objetivo buscar el máximo beneficio a partir de una mínima inversión posible para obtenerlos. En este contexto la eficiencia económica es un elemento fundamental para obtener la combinación óptima de bienes que las personas demandan, cuyo punto se evidencia sobre la curva FPP, cuyo cálculo depende de la eficiencia y el concepto de la curva de indiferencia.

Una curva de indiferencia representa la relación entre dos bienes en la cual el consumidor se muestra diversas aficiones, basado en sus preferencias. Se deben clasificar el conjunto de preferencias del individuo de tal forma que se puedan realizar

³ Cachanosky I. (2012). Eficiencia técnica, eficiencia económica y eficiencia dinámica. Procesos de Mercado: Revista Europea de Economía Política. Vol. IX, n.º 2, pp. 53 a 55

predicciones en base al análisis de su conducta. Si esta curva se desplaza hacia la derecha el escenario del consumidor mejora, es decir, que el consumidor puede obtener cantidades de los dos bienes, caso contrario la curva se contrae.

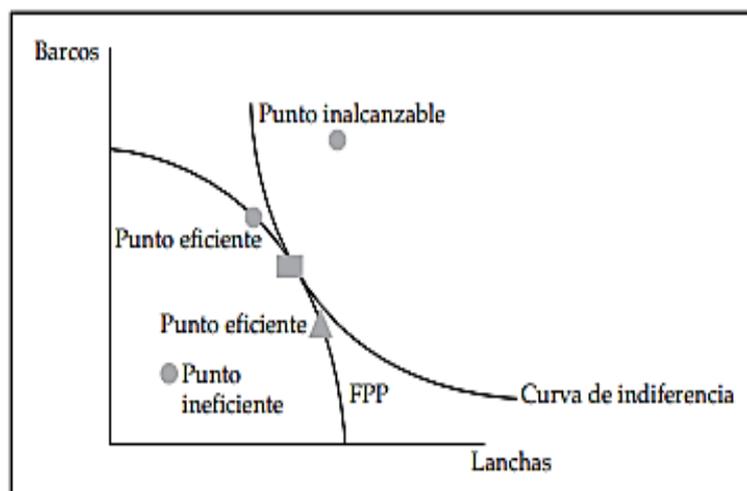
Figura 4 - Curvas de Indiferencia



Fuente: Cachanosky I. (2012).

Dentro del análisis de la eficiencia económica en la producción de bienes y servicios son importantes los siguientes aspectos: mercados altamente competitivos y globalizado tienen que lograr maximizar los ingresos con costos bajos y los clientes están focalizados en adquirir productos y servicios con mayor calidad a un bajo precio.

Figura 5 - Frontera de Posibilidades de Producción y Curva de Indiferencia



Fuente: Cachanosky I. (2012).

Podemos observar en el gráfico, que el cuadrado muestra el punto en donde la curva FPP y la curva de indiferencia son tangentes, en ese punto de intersección llegan a una situación de eficiencia técnica, la cual es demandada por los consumidores. Por lo tanto, ese y sólo ese punto de la curva FPP representa la eficiencia económica.

La gente se encuentra demandando cierta cantidad de "barcos" y de "lanchas" y además se están utilizando todos los recursos produciendo sobre la curva FPP. Cualquier otro punto sobre la curva FPP no logra la eficiencia económica, solo logra la eficiencia técnica. Es importante volver a destacar que lo importante es lograr la eficiencia económica, ya que no sirve de nada ser eficientes para producir bienes si posterior no serán demandados. Simplemente estaríamos desperdiciando recursos, destruyendo capital.

2.3. EFICIENCIA DE CONSUMO

Desde el punto de vista económico el consumo es eficiente sino hay una forma opuesta a la actual de disponer de los bienes y/o servicios de los diferentes consumidores; de esta forma logra un equilibrio entre los consumidores estén bien sin que los otros empeoren. Para lograr este objetivo en cada una de las unidades en cada bien debe ir al consumidor que esté dispuesto a pagar más por ella, de tal manera que no habría oportunidad de realizar un negocio mutuamente beneficioso, es decir que si la propuesta se expresa más de dos bienes y/o servicios se distribuyen de una forma eficiente logrando una distribución eficiente para que los consumidores paguen lo mismo bienes o servicios y puedan adquirir tanto como deseen.

El consumo es el último eslabón del proceso económico, principalmente del proceso productivo, que es el instante en que un bien causa alguna utilidad a la persona. El consumidor es elemento clave dentro del ciclo económico, ya que a través de sus decisiones define patrones de consumo que reflejan la dinámica del mercado. Es decir, que gracias a la demanda se estimula al sector productivo lo cual permitirá precios más cómodos y una industria más dinámica en los procesos productivos.

2.4. EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN

Desde la perspectiva económica, es la forma eficiente de distribuir los recursos para obtener la máxima producción bienes y servicios a menor costo, para ello se debe emplear una asignación adecuada de recursos, eficiencia tecnológica, actualización de métodos en sus procesos; es decir, estar en la vanguardia de las exigencias del mercado de tal forma que se pueda reasignar estos factores de acuerdo a los cambios del mercado. Otra definición muy importante al momento de hablar de eficiencia de producción es la competitividad dentro de una organización, la cual se define como la capacidad de mantener o ampliar la participación de sus mercados, aprovechando fortalezas del proceso como el incremento en la productividad, calidad del producto, accesos a los mercados actuales y nuevos. Esta competitividad, en una economía dinámica, es algo que hay que construir constantemente, actuando sobre las organizaciones y sobre el propio entorno.

2.5. EFICIENCIA LOGÍSTICA

Los factores principales que influyen en la eficiencia logística de los centros de distribución a nivel regional podemos describir a la gestión los flujos de información internos y externos, la programación de compras de insumos, organización del personal, abastecimiento del producto y disponibilidad de flota; para que los consumidores cuenten con su producto en el lugar correcto y a la hora que ha sido programada la entrega del producto. El flujo logístico desarrollado en un entorno globalizado radica un flujo de actividades que deben realizarse con la mayor brevedad posible, cuyo único fin es satisfacer las necesidades del cliente. Para poder ejecutar este proceso sin novedad alguna, el productor debe asegurar una excelente calidad en materia prima, convertirla en productos terminados y luego distribuirlas a los puntos de venta. Al momento de aplicar este método no paramétrico conocido como DEA (Data Envelopment Analysis), del cual obtenemos los coeficientes de eficiencia, posteriormente se procede a analizar el conjunto de unidades de decisión (DMU), las cuales evalúan los inputs y outputs que han sido consumidos y producidos por cada unidad, esta metodología (DEA) construye una frontera eficiente de producción, capaz de identificar la eficiencia de cada centro de distribución evaluado.

Un centro de distribución a menudo realiza diversas funciones simultáneamente: el abastecimiento, el picking, la consolidación de carga, procesamiento de notas de crédito por concepto de devoluciones, coordinación de vehículos entrantes y salientes para la distribución de productos. Como en un almacén, los costos unitarios y totales siguen siendo una medida crítica en el rendimiento CD, Higginson (1993). Daganzo (1999) cubre el modelado matemático de los costos del centro de distribución, discutiendo los cargos por mantenimiento de inventario, transporte y manejo de materiales. Otra indicación importante de la viabilidad de un CD es el rendimiento; es decir, la cantidad total (peso, valor en dólares, etc.) de bienes que circulan en la instalación, rotación de inventario y en la cual se emplea una relación similar de envíos de inventario. Las medidas comúnmente utilizadas en los centros de distribución incluyen el costo total por caja, o por pallet, o por hora de empleado; porcentaje de utilización laboral; costo fijo por metro cuadrado; y el tiempo entre el recibo y el despacho de una orden. Las métricas adicionales para la productividad CD se enumeran en Schary (1984, p.102).

Frazelle (2003) afirma: "Los indicadores de calidad más críticos para la distribución las operaciones del centro de distribución son la precisión del inventario (porcentaje del inventario sin discrepancias), precisión de picking (porcentaje de armados sin errores), precisión de envío (porcentaje de cargas sin errores)⁴.

Kuo y col. (1999) examinaron la medición del rendimiento en seis categorías históricas (finanzas, operaciones, calidad, seguridad, personal y satisfacción) para cinco CD, una comparación de casos cruzados demostró que las instalaciones utilizaron medidas objetivas bastante similares para las primeras cuatro categorías, incluido el costo por unidad, el porcentaje de errores y cantidad de accidentes de empleados. Sin embargo, para los cinco CD, la evaluación del servicio a los clientes se limitó a los comentarios de los clientes⁵.

El modelo DEA tiene tres entradas: tamaño de la flota; trabajo (promedio no. años de experiencia del personal asignado a DC); y orden medio tiempo de procesamiento. Los resultados son volúmenes de ventas (transformados) de cada uno de Cuatro productos. La frontera eficiente resultante da el mejor rendimiento DC en

⁴ Frazelle, E., (2002). Supply Chain Strategy: The Logistics of Supply Chain Management. McGraw-Hill.

⁵ Kuo, C.H., Dunn, K.D., and Randhawa, S.U. (1999). A case study assessment of performance measurement in distribution centers. *Industrial Management Data Systems*, 99(2):54 – 63.

cualquier período de tiempo. El modelo de Ross y Droge (2002) parece útil para evaluar centros de distribución cuyo papel (entre otros) es el de depósito de vehículos. Sin embargo, se podría argumentar que el tiempo de procesamiento de pedidos es una salida, no es una entrada, y que la mezcla de marketing (más allá del control de DC) tiene un efecto importante en el volumen de ventas. Pero Ross y Droge señalan un camino para evaluar los centros de distribución de una cadena de suministro dada.

2.6. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

Este artículo también investiga la influencia de diferentes factores en los puntajes de eficiencia. Se establecen dos hipótesis:

- **H1:** Hay una diferencia en la eficiencia de los CD ubicados en ciudades grandes y pequeñas.
- **H2:** Hay una diferencia en la eficiencia de los CD localizados en la región norte y sur.

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA LOGÍSTICA EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

En los últimos años, se ha evidenciado un cambio positivo dentro de la apertura de las economías, en consecuencia, genera que las cadenas de abastecimiento sufran transformaciones en sus procesos y esto puede atribuirse a que la globalización ha resultado intensiva para el sector del transporte. El comercio interno entre los países de la región también ha crecido, resultado de varios años de crecimiento de sus economías, mejoras en la infraestructura entre otros.

La organización estructural de la cadena de suministro ha sido objeto de transformaciones muy importantes, dentro de ello a inicios de los años 80 las organizaciones industriales y comercializadoras de bienes comenzaron a revisar sus esquemas, gestión de insumos en forma simultánea de los costos de transporte junto con otros costos derivados de almacenamiento de inventario, producción, distribución y servicio al cliente. El resultado de esta visión moderna, que es la que caracteriza a la logística actual, ya que ha generado un cambio profundo en la forma en que los actores toman sus decisiones: los distribuidores ya no procuran minimizar su costo de transporte, sino que se enfocan en su costo logístico, el mismo que incluye el transporte en sus diversas etapas, pero también los costos asociados al inventario y otros costos. Estas nuevas tendencias fueron acompañadas por la expansión del uso del contenedor, en la incidencia en la actividad naviera y en los puertos, y por notables cambios dentro de las tecnologías de la información y las telecomunicaciones.

Los cambios de los mercados se resumen en las transformaciones generadas por el sector logístico, desde el punto de vista organizacional y tecnológico permitiendo contribuir a que la sociedad junto a la administración pública mejorar el desempeño logístico y la competitividad de sus economías. La logística es uno de los ejes claves en la gestión de las cadenas de abastecimiento, básicamente se concentra en el flujo de transporte y almacenamiento de bienes a lo largo de las cadenas de valor.

El ingreso del concepto de la logística moderna ha significado un cambio importante dentro de la función tradicional de estimación de la demanda de transporte, ya que quienes deciden movilizar sus productos buscan optimizar una función mucho más compleja: minimizar el costo logístico, el cual incluye el transporte, el almacenamiento, los costos de inventario, el deterioro de la mercadería, y otros costos en los que se incurre durante el desplazamiento de los bienes.

3.1. PERSPECTIVAS DE LA LOGÍSTICA MODERNA

La globalización es un factor determinante al momento de analizar el futuro de las cadenas de abastecimiento han llevado a las economías a ser más intensiva en el sector del transporte, ya que para movilizar de una parte del mundo a otra se hace necesario el uso de diversos modos de transporte para poder llegar a todos los rincones del mundo. Por ello, se emplea combinaciones de transporte aéreo, marítimo, en ferrocarril y en carretera para poder satisfacer cada una de las necesidades de abastecimiento. Dentro de las tendencias en la economía global que impulsaron cambios en la organización de las cadenas de abastecimiento:

- La integración y cooperación crecientes, dentro de la misma organización y con sus proveedores, con ayuda de la tecnología de las telecomunicaciones y tecnologías de la información.
- La concentración de la producción, almacenamiento, y el abastecimiento de proveedores globales, para dar apertura de mercados nacionales, regionales y/o globales.
- La tercerización del servicio de transporte y las actividades logísticas. Las firmas se concentran en su giro de negocio, y contratan el servicio transporte y almacenamiento de sus cargas con operadores logísticos que también suelen incluir actividades logísticas denominadas “de valor agregado”.
- La reducción de proveedores de servicios e insumos, para lograr economías de escala, facilitar la cooperación y reducir costos de transacción.
- La expansión del comercio electrónico para la adquisición directa al productor y la distribución por nuevos canales vía online.

3.2. FACTORES CRÍTICOS DE LA LOGISTICA EN LA REGIÓN

A continuación, se presenta una revisión de cada uno de estos factores la cuales procuran evaluar condición y desempeño e identificar las causas de sus limitaciones, como un medio para comprender las causas del débil desempeño logístico dentro la región:

- **Cobertura y estado de las carreteras:** La red de carreteras en la Región tiene un atraso estructural, que se expresa en su relativamente bajo nivel de cobertura y en el estado de las mismas; de forma conjunta debe afrontar los efectos de un intenso crecimiento del tráfico producto al incremento de actividad comercial. La cobertura más baja dentro la región es la de América del Sur (145 km por cada 1.000 km²) y la de México (183 km)⁶.
- **Desempeño del transporte:** El principal problema que presenta el sector del transporte en la Región es la baja eficiencia considerado sectores de la industria, cuyo efecto se multiplica por participar en prácticamente todos los eslabones de la cadena logística.
- **Puertos:** Muchos de los puertos en la región han logrado un desempeño aceptable en términos de sus funciones de carga y descarga de embarcaciones de alto calado; la interacción público-privada ha demostrado ser eficaz en este sector particularmente.
- **Facilitación del comercio y la gestión integrada de fronteras:** La gestión eficiente del control fronterizo y de las aduanas es un eje crítico para evitar demoras innecesarias y mejorar la capacidad de respuesta de la cadena de suministro. La coordinación entre las agencias de control del gobierno con las empresas logísticas es un punto esencial para facilitar los esfuerzos de movilización de bienes.

⁶ Las bases de datos mundiales sobre carreteras, Federación Internacional de Carreteras, página web de servicios: <https://www.piarc.org/es/>

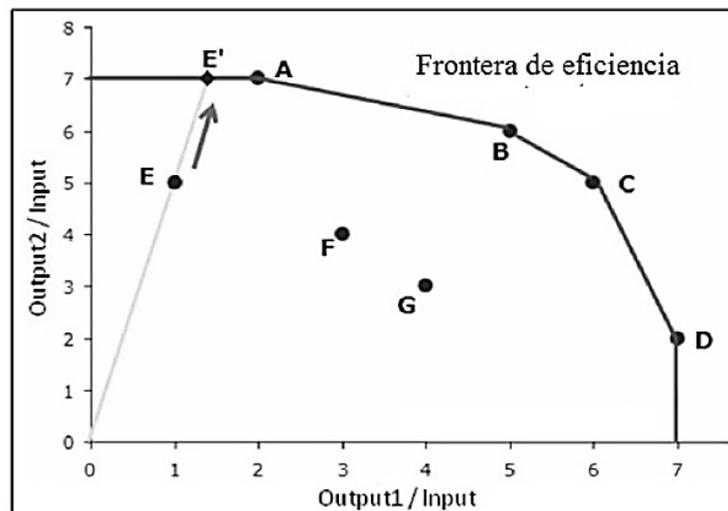
CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA DE MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA

Determinar el nivel óptimo en el que se puede administrar una firma, conlleva conocer de forma exacta el entorno en el que se desenvuelven las organizaciones, debido a la dificultad de determinar este aspecto, una opción idónea es comparar lo que hace una firma respecto de lo que hacen otras firmas del mismo sector industrial. El método del Análisis Envoltante de Datos conocido por sus siglas en inglés como DEA, es una técnica que posibilita determinar el nivel de eficiencia de una firma en relación con otras similares, estableciendo una frontera llamada eficiente que incluye a las empresas que mejor uso hace de sus recursos. Las entradas de un modelo DEA son los recursos que consume la entidad, y las salidas de las salidas son los resultados deseados generados por la entidad, mediante el uso de las entradas. DEA devuelve métricas de evaluación comparativa representativas, a las cuales se les atribuye una ponderación de eficiencia, conjunto de referencia y proyecciones.

El concepto de eficiencia, que se emplea en el DEA para una DMU se define como la posición relativa de esa unidad con respecto de la frontera de la mejor ejecución, establecida matemáticamente por un ratio, el cual está compuesto por la suma de los outputs frente a los inputs y sus correspondientes ponderaciones. La frontera de eficiencia está delimitada por el conjunto de DMUs cuyas combinaciones de inputs y outputs son consideradas eficientes. Por debajo de este límite de frontera, podría asemejarse a la figura de un paraguas, se encuentran todas las DMUs que no alcanzan la eficiencia. La distancia o gap de eficiencia que muestran estas DMUs respecto a la frontera de eficiencia y, por lo tanto, a las DMUs eficientes, determina tanto las mejoras potenciales que han de acometer dichas DMUs para alcanzar la eficiencia, como las DMUs que se consideran eficientes que sirven de referencia para establecer dicha distancia.

La eficiencia es un concepto relativo, que se obtiene por la comparación con otras alternativas disponibles, considerando los recursos empleados en la consecución de los resultados, se puede decir que una organización es eficiente cuando es capaz de producir un producto a menor costo de lo que cuesta producir con el reto de opciones presentes en el mercado.

Figura 6 - Representación de la Frontera de Eficiencia



Fuente: Cachanosky I. (2012).

El resultado de DEA es la determinación de los planos que definen una superficie envolvente, o frontera de Pareto, como se muestra en la Figura 1, podemos observar un ejemplo con dos outputs y un input. Las unidades que están sobre la superficie, en este caso representadas por los puntos A, B, C y D determinan el envolvimiento y son eficientes, mientras tanto aquellas situadas fuera de esta superficie son catalogadas como ineficientes. La determinación de la eficiencia de una unidad eficiente, como el punto E, está dada por la razón entre la distancia entre el punto y su origen, entre la proyección del punto en la frontera eficiencia y al origen (OE' / OE).

4.1. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL DEA

Normalmente cuando se procura medir la eficiencia de una empresa se recurre a un cociente entre insumos y productos, cuando la dificultad del proceso en análisis es significativa suele recurrirse a medidas ponderadas. A continuación, realizaremos una breve exposición de las ventajas y desventajas que presenta esta técnica, dentro de las ventajas se destaca:

- DEA no requiere una hipótesis de relación funcional entre dichos inputs y outputs.

- Esta metodología nos presenta por un lado con carácter objetivo, ya que no precisa de la asignación de ponderaciones a priori.
- Permite el manejo simultáneo de diversos insumos y productos.
- Establece el conjunto de unidades que pueden ser utilizadas como referencia para la mejora.
- Permite determinar valores óptimos de insumos y productos para que la unidad evaluada pueda llegar a ser eficiente.
- No nos exige el conocimiento de la función producción, es decir en nuestro ámbito de estudio no nos exige conocer a priori la forma funcional de la forma en que se relacionan nuestros factores.
- Incorpora la evaluación de economías de escala.

Algunas de las limitaciones que presentan estos tipos de modelos según los mismos autores son:

- Definir qué son los “inputs” y qué son los “outputs”.
- La exigencia de la homogeneidad de las unidades sometidas a análisis.
- Es altamente flexible porque no exige que todas las unidades adjudiquen la misma importancia a un mismo indicador parcial.
- Carecemos de criterios al momento de introducir las variables en nuestro objeto de estudio, y no existen pruebas adecuadas para estimar si los resultados del análisis son estables o varían significativamente con la utilización de otro tipo de variables.
- La fiabilidad de los datos depende de la relación existente entre el número de variables consideradas y el de unidades.
- Se puede presentar múltiples soluciones virtuales y que la existencia de restricciones puede causar no factibilidad.

4.2. FORMULACIÓN MATEMÁTICA

El modelo matemático en honor a sus autores y del cual se basa el presente trabajo BCC (Banker, Charnes y Cooper) está orientado a la producción. Inicialmente la PCA fue técnica precursora de reducción de datos, es decir, explica la estructura de varianza de una matriz de datos por medio de combinaciones lineales, reduciendo consecuentemente los datos a los principales componentes, los cuales describen entre el 80-90% de la varianza en los datos. La población de la varianza más importante se le puede atribuir a los primeros componentes, luego ellos pueden ser reemplazados por las variables originales con el mínimo de pérdida de información. Básicamente, esta técnica de programación matemática que permite la construcción de una superficie envolvente o frontera eficiente, a partir de los datos disponibles del conjunto de unidades objeto de estudio.

Se implementó la versión de retorno variable de escala (VRS), la contribución de este trabajo es que sus estimadores se conocen como eficiencia técnica "pura" y también llamado "eficiencia gerencial". La medida de eficiencia relativa para un centro de distribución puede ser encontrado por la formulación DEA. Supongamos que hay b centros de distribución, los centros de distribución producen p variables de salida y usa i entradas. Donde los ejes Y_{jk} y X_{jk} respectivamente será la j – enésima salida y la i – enésima entrada para el k – enésimo centro de distribución ($j = 1,2,3 \dots, n$; $i = 1,2, \dots, m$; $k = 1, 2, \dots, p$) La eficiencia relativa θ_k del k – enésimo centro de distribución se define entonces como:

$$\text{Max } \theta_k = \frac{\sum_{j=1}^n V_{jk} Y_{jk}}{\sum_{i=1}^m U_{ik} X_{ik}}$$

Sujeto a las siguientes restricciones:

$$(1) \frac{\sum_{j=1}^n V_{jk} Y_{jk}}{\sum_{i=1}^m U_{ik} X_{ik}} \leq 1; n= 1, \dots, N$$

$$(2) v_i^0 u_j^0 \geq 0$$

Donde V_{jk} es el peso de la j - enésima salida y U_{ik} es el peso de la i - enésima salida del k - enésimo centro de distribución.

En este proyecto analiza la eficiencia de quince centros de distribución de una empresa que produce y distribuye cerveza que tiene base de operaciones en Ecuador. Las eficiencias de los centros que fueron examinados durante un período de 60 meses. La administración de la empresa ha empleado una variedad de indicadores para monitorear el funcionamiento de esta. Las actuaciones son evaluadas por indicadores de "relación única" como: distancia / operador, preparación de pedidos, almacén, utilización del espacio del vehículo, etc. que no proporcionan información suficiente sobre la operación de la organización.

Según el enfoque de la toma de decisiones, encontramos indicadores específicos claves dentro del nivel estratégico, táctico y operativo. Los centros de distribución representan estructuras compuestas por un conjunto de subsistemas interrelacionando procesos, actividades y elementos, que están conectados unos a otros. Los principales procesos que se ejecutan dentro de un centro de distribución tenemos: recepción de abastecimiento, Almacenamiento, Inventario, Preparación de pedidos, Despacho a los diferentes canales de distribución, Recepción y revisión de devoluciones (Notas de crédito), etc. Cada uno de ellos los monitorea ciertos indicadores, en consecuencia, es posible definir el índice de eficiencia de transporte y almacén; los cuales se pueden detallar estándares de equipamiento y capacidad, operativos, calidad, energéticos, etc.

4.3. EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE LOS CENTROS DE DISTRIBUCIÓN

Dentro de la operación de los centros de distribución que son materia de estudio, así como en la industria estos rendimientos se evalúan a través indicadores de "relación única" esto quiere decir que estas razones no son buenos estimadores de eficiencia dentro de los centros de distribución, ya que no proporciona información suficiente sobre su funcionamiento, adicional otros factores que origina ineficiencias en la operación suele ser un almacén mal diseñado y a la falta de entendimiento de los requerimientos del mercado.

Cuando pensamos en una operación de clase mundial dentro de un almacén, el enfoque en la productividad es fundamental; éste es el eje regente de cualquier decisión respecto al esquema administrativo y operativo que habrá de acoger la operación. La productividad es la premisa primaria a considerar, para lograr operaciones eficientes. En este sentido, el DEA ofrece la posibilidad de integrar un significativo número de indicadores parametrizados dentro de un solo estándar de medida de eficiencia.

El nivel de eficiencia de un centro de distribución dependerá de la elección de estos pesos (V_{jk} y U_{ik}). En la medida básica de eficiencia, se supone que los pesos son uniformes en las variables de entrada y salida, es decir, $V_{jk} = 1/n$ para todo j y $U_{ik} = 1/m$ para todo i , para todos los centros de distribución ($k = 1, 2, \dots, b$). Eso significa que DEA elegirá el peso que maximizaría el puntaje eficiente en relación con otros centros de distribución. Los centros de distribución que tendrán mayores pesos en aquellos insumos que usan menos y aquellas salidas que produce más.

El modelo DEA para un centro de distribución se puede formular como un problema de programación lineal, en la que los pesos de entrada y salida del centro de distribución se tratan como las variables de decisión. El problema correspondiente a la maximización de RE_k definido en la ecuación (1) anterior se puede transformar en el siguiente problema de programación lineal:

$$\text{Max } \theta_k = \sum_{j=1}^n V_{jk} Y_{jk}$$

Sujeto a las siguientes restricciones:

$$(3) \sum_{i=1}^m U_{ik} X_{ik} = 1$$

$$(4) \sum_{j=1}^n V_{jk} Y_{jk} - \sum_{i=1}^m U_{ik} X_{ik} \leq 0$$

$$(5) U_{ik} \geq 0, i = 1, 2, \dots, m$$

$$(6) V_{jk} \geq 0, j = 1, 2, \dots, n$$

$$(7) \sum_{i=1}^m U_{ik} = \sum_{j=1}^n V_{jk}$$

La condición $\theta_k = 1$ asegura que el centro de distribución base sea eficiente, de lo contrario es DEA ineficiente, con respecto a todos los demás centros de distribución de la muestra. Con esta formulación debemos elegir las variables de entradas y salidas.

Las imperfecciones dentro de los subsistemas de transporte y almacén representan indicadores de calidad los cuales pueden ser causa de insatisfacción y quejas del cliente; estas fallas en la operación se asocian con los errores en el proceso de preparación de pedidos (confusión en las presentaciones del producto, daños en la presentación del producto, escasez / exceso en la entrega), pero también a otros procesos tales como mala gestión de inventario, etc. Dentro de las fallas principales en el transporte es de focalizar la atención en la entrega que se está retrasando también como el daño y la pérdida de mercancías.

4.4. IMPUTS Y OUTPUTS

Los inputs y los outputs del modelo DEA pueden tener una perspectiva algo diferente a la asociada en las funciones de producción y se derivan un sin número de estudios que manifiestan la posibilidad de asimilar tanto los inputs como los outputs como indicadores o medidas de la ejecución, y emplear el Análisis Envolvente de Datos como herramienta de valoración de las actividades en el entorno empresarial; mediante el cual nos brinda la posibilidad de un análisis de múltiples dimensiones, representadas por los diferentes inputs y outputs, lo que constituye como la principal ventaja de este modelo con respecto a los nuevos planteamientos de los Sistemas de Medida de la Ejecución empresarial, ya que permite evaluar conjuntamente la información obtenida medidas de fuentes financieras como no financieras. A lo que se le puede añadir que al ser de naturaleza no paramétrica evita la necesidad de asumir una forma matemática para todas las relaciones que se obtienen entre inputs y outputs, como hacen otros modelos como el de análisis de regresión. Se considera que este análisis presenta ventajas significativas como herramienta para la evaluación de las actividades empresariales. Así, estas ventajas determinan la selección de esta técnica para evaluar la ejecución operativa de una muestra de empresas del sector logístico en la investigación que se presenta en este proyecto.

Al emplear el DEA, se construye y resuelve un modelo optimización para cada una de las DMUs que se van a comparar. En dicho modelo se pretende maximizar o minimizar función en presencia de un número determinado restricciones. Si se desea comparar o medir la eficiencia relativa de n unidades organizacionales se construyen modelos de optimización y en cada uno de ellos.

Este método es muy aplicado para diferentes problemas, en relación con los centros de distribución para la medición eficiencia, como se detalla a continuación para efecto de nuestro proyecto este se encuentra estructurado en cuatro grupos de variables, las cuales plantean fusionar la optimización y las métricas propuestas asociadas al eslabón planta-proveedor, obteniendo de esta manera indicadores meta (óptimos) que sirven para orientar en la toma de decisiones en la cadena de suministros, mejorar su desempeño con sus actuales recursos y disminuir las fallas o desperdicios de la operación. De igual manera se detallan las entradas y salidas por categoría como se indica en la tercera columna.

Tabla 1 - Detalle de Inputs y Outputs

TIPO	VARIABLES	ENTRADAS/ SALIDAS
UTILIZACIÓN	Mant. Por montacarga (miles)	I
	Horas extras por empleado almacén (miles)	I
	Horas extras por operador (miles)	I
ENERGIA	Serv Básicos (millones)	I
OPERACIONAL	Alistamientos / operador (miles)	O
	Hectolitros / operador (miles)	O
	Paletas / operador (miles)	O

Fuente: Realizado por el Autor

Los administradores de los CD'S consideran a las variables operacionales como la rotación, despachos realizados, distancia recorrida, etc. son indicadores vitales para obtener una operación exitosa.

Después de resolver todos los modelos se tienen los valores de eficiencia de todas las unidades y se puede reconocer cuáles unidades son eficientes y cuáles no. Además, se puede determinar cómo podrían “moverse” las unidades menos eficientes para mejorar, ya sea para aumentar alguno o todos sus outputs, o para reducir inputs y aumentar outputs simultáneamente. La manera como se mueven las unidades ineficientes hacia la frontera de eficiencia depende del modelo DEA que se utilice.

Por otro lado, Stefanovic et. al (2009) afirman que la dirección de la cadena de suministro en los negocios actuales se caracteriza por la alta incertidumbre, la globalización de los negocios, la internalización, cortos ciclos de vida del producto, la alta expectativa del cliente, y la selección de proveedores del mercado la cual es extremadamente difícil. La simulación puede ser una herramienta valiosa para el análisis, planificación, optimización, evaluación, y gestión de riesgos de la cadena de suministro; aplicando la optimización de la eficiencia permite que las cadenas identifiquen cuáles son sus posibles causas de bajos niveles de desempeño en sus diferentes eslabones y así poder optar por posibles caminos, estrategias o planes de acción que permitan mejorar el desempeño del eslabón y por tanto de la cadena, y de este modo ser más competitivos en un determinado sector. Por lo tanto, la técnica de Optimización a través de la Modelación Matemática es la alternativa más adecuada y consistente para alcanzar los objetivos planteados del presente Proyecto.

CAPÍTULO 5: RESULTADOS

5.1. ANÁLISIS DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES

El planteo del esquema de este estudio radica fundamentalmente en la determinación y análisis de la eficiencia de centros de distribución cuyo principal servicio es el abastecimiento de bebidas de consumo masivo. Para este fin se establecen las variables de entradas y salidas, y el porqué de su elección. Dentro de la productividad logística en lo que se refiere a el transporte se lo relaciona con un conjunto de indicadores homologados. Es decir, la administración de esta organización se realiza empleando sistemas de gestión que miden de manera integral el negocio. Estos indicadores son muy útiles para conocer la productividad de un centro de distribución en una localidad específica y a su vez muy útiles a la hora de evaluarse o compararse con otra ciudad o región, debido a esto, en este estudio permiten generar benchmarking entre diferentes localidades. Por lo tanto, en este estudio se incorporan como:

Inputs:

- 1. Mantenimiento por montacarga (miles):** Es una variable de entrada fundamental en la que se vincula el personal asignado a la operación de carga y descarga de vehículos con la cantidad de montacargas que posee cada localidad a analizar.
- 2. Horas extras por empleado almacén y operador (miles):** Es el recargo monetario que está relacionado con la cantidad de tiempo adicional que un trabajador realiza sobre su jornada de trabajo como, por ejemplo: armados, verificación y carga de pedidos.
- 3. Servicios Básicos (miles):** Esta variable está relacionada con el recargo por consumo de energía eléctrica, agua y gas, los cuales son empleados en las actividades operativas de la organización.

Outputs:

- 1. Alistamientos / operador (miles):** Esta variable está relacionada con la cantidad de hojas en donde se detalla que tipo de producto se va a cargar en los vehículos.
- 2. Hectolitros / operador (miles):** Esta variable está relacionada con la cantidad en parámetros de volumen de producto se va a cargar en los vehículos.

5.2. EFICIENCIA TECNICA GLOBAL

A continuación, se muestran los índices de eficiencia obtenidos para los 15 centros de distribución, empleando el modelo CCR, para el período 2013 al 2018, en el cual se muestra la eficiencia técnica global (CRS) de forma global:

Tabla 2 – Eficiencia Técnica Global a Nivel Nacional

CENTROS DISTRIBUCIÓN	2013	2014	2015	2016	2017	2018
K	0.9828	1	1	1	0.9445	0.9828
L	0.9381	1	1	1	0.9577	0.9605
J	0.8182	0.8676	1	0.5133	0.8333	0.9643
O	0.6568	0.6667	0.8674	0.7955	0.6667	0.8115
N	0.5654	0.4768	0.8722	0.7582	0.4402	0.8022
D	1	1	1	1	1	1
C	0.8580	0.9115	0.8789	0.8485	0.8385	1
G	1	0.9685	1	1	1	1
E	1	1	1	1	1	1
A	1	1	1	1	1	1
F	1	1	0.6321	0.5181	1	1
B	0.9069	0.9973	0.9087	1	0.9924	1
M	0.8331	0.9448	0.8921	0.8331	0.8824	0.9459
H	1	0.9794	1	0.5493	0.9960	1
I	1	0.9306	0.9611	0.9614	0.9853	1
TOTAL	0.9040	0.9162	0.9342	0.8518	0.9013	0.9645

Fuente: Realizado por el Autor

En la tabla 2, expuesta anteriormente se puede observar que la relación de la eficiencia a nivel nacional ha tenido una tendencia creciente, sin embargo, en el año 2016 cae a un valor de 0.8518. En términos generales, una explicación a la caída de este

indicador es que el mercado de las bebidas enfrentó la imposición del Impuesto a Consumos Especiales, lo que tuvo como resultado la caída de la venta.

Tabla 3 – Operaciones Eficientes a Nivel Nacional

CENTROS DE DISTRIBUCIÓN	2013	2014	2015	2016	2017	2018
D	1	1	1	1	1	1
E	1	1	1	1	1	1
A	1	1	1	1	1	1

Fuente: Realizado por el Autor

En la tabla 3 resumimos las operaciones más eficientes a nivel nacional, son los centros de distribución D, E y A, las cuales demuestran una buena gestión de recursos, excelente administración y seguimiento de los indicadores del sistema de gestión y capacidad de adaptarse a los cambios en la industria.

5.3. FRONTERA INDIVIDUAL

Cuando la suposición inicial de frontera común se cambia a la suposición de frontera individual para grupos. A continuación, en la tabla 4 se muestran los resultados de la eficiencia general por frontera individual para los centros de distribución de la región costa y sierra, siendo los primeros más eficientes ya que el promedio de la eficiencia general para la región costa es de 0.9691 y el de la sierra es de 0.9388.

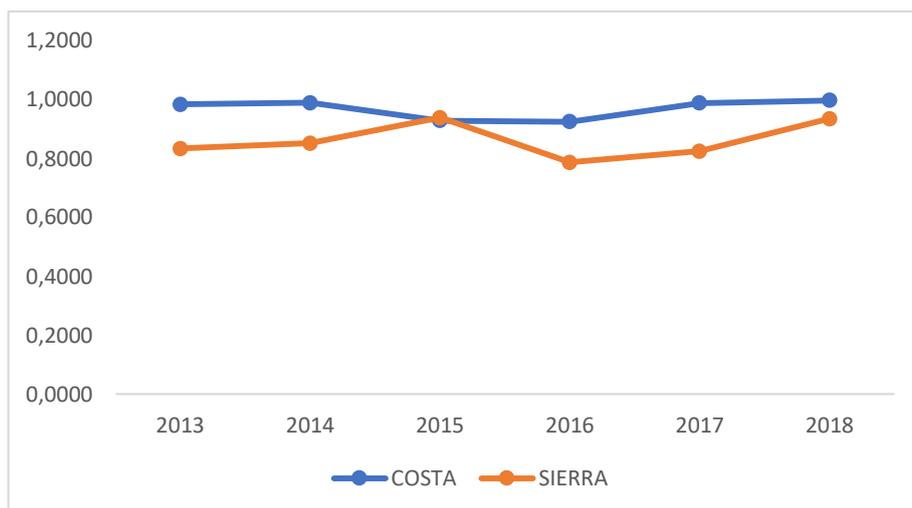
Tabla 4 – Eficiencia Técnica Región Costa y Sierra

CENTROS DISTRIBUCIÓN	2013	2014	2015	2016	2017	2018
COSTA	0.9842	0.9897	0.9288	0.9256	0.9889	0.9975
SIERRA	0.8337	0.8519	0.9388	0.7872	0.8246	0.9356

Fuente: Realizado por el Autor

Cuando contrastamos la relación de eficiencia durante el período con mayores regulaciones (año 2016) contra el período con menos regulaciones, podemos observar que la eficiencia aumenta un poco para la región sierra mientras que la región costa mantiene la tendencia en su nivel de eficiencia. Para el año 2018 los centros de distribución alcanzaron el máximo de eficiencia, siendo 0.9975 para la región costa y 0.9356 para la región sierra.

Gráfico 1 – Eficiencia Técnica Individual Región Costa Vs. Región Sierra



Fuente: Realizado por el Autor

Como podemos observar en el gráfico 1, los centros de distribución de la costa obtuvieron el puntaje más alto de eficiencia en los años 2014 y 2018 con una eficiencia de 0.9897 y 0.9975 respectivamente; entorno a los centros de distribución analizados en la región de la sierra obtuvieron el puntaje más alto de eficiencia en los años 2015 y 2018 con una eficiencia de 0.9388 y 0.9356, mientras que el puntaje más bajo de eficiencia para ambas regiones fue en el año 2016 con 0.9256 para la región costa y 0.7872 para la región sierra.

El año 2016 fue objeto de reformas regulatorias de impuestos más alta para la industria del sector de bebidas, ya que se implementó el impuesto a consumos especiales, lo cual ha tenido un efecto en la eficiencia siendo la más afectada la región sierra con 15 puntos a la baja caso contrario en la región costa con un impacto insignificante. A nivel nacional, en la región costa como para la región sierra la eficiencia se ha recuperado para el año 2017 obteniendo 0.9889 y 0.8246, manteniéndose la tendencia de crecimiento del sector para el año 2018 obteniendo 0.9975 y 0.9356 respectivamente.

5.4. EFICIENCIA TÉCNICA PURA

En esta sección analizamos la eficiencia técnica empleando el rendimiento variable a Escala (VRS), esta perspectiva nos permite obtener la eficiencia técnica pura, para lo cual hacemos la estimación bajo los supuestos de una frontera común para todos los centros de distribución a nivel nacional y una frontera separada para los centros de distribución de la región costa y región sierra.

Tabla 5 – Eficiencia Técnica Pura a Nivel Nacional

CENTROS DISTRIBUCIÓN	2013	2014	2015	2016	2017	2018
K	0.988448	1	1	1	0.945173	0.987853
L	0.944852	1	1	1	0.966184	0.972173
J	0.818182	0.867633	0.692323	1	0.833333	0.997728
O	0.656823	0.666667	0.795455	0.867432	0.666667	0.83144
N	0.624507	0.477052	0.75824	1	0.472062	0.927103
D	1	1	1	1	1	1
C	0.858036	0.91146	0.848485	0.879121	0.838452	1
G	1	0.972382	1	1	0.995025	1
E	1	1	1	1	1	1
A	1	1	1	1	1	1
F	1	1	0.868164	0.839438	1	1
B	1	1	1	1	1	1
M	0.833058	0.951214	0.833058	0.970571	0.882424	0.945946
H	1	0.979376	0.844595	1	1	1
I	1	0.930602	0.994899	0.976501	1	1
TOTAL	0.9149	0.9171	0.9090	0.9689	0.9066	0.9775

Fuente: Realizado por el Autor

En la tabla 5, expuesta anteriormente se puede observar que la relación de la eficiencia pura a nivel nacional ha tenido una tendencia creciente durante el período analizado. La relación más alta es en el año 2018 cuya relación es de 0.9775.

Tabla 6 – Operaciones Eficientes Puras a Nivel Nacional

CENTROS DISTRIBUCIÓN	2013	2014	2015	2016	2017	2018
D	1	1	1	1	1	1
E	1	1	1	1	1	1
A	1	1	1	1	1	1
B	1	1	1	1	1	1

Fuente: Realizado por el Autor

En la tabla 6 resumimos las operaciones más eficientes a nivel nacional, son los centros de distribución D, E, A y B, las cuales demuestran una buena gestión de recursos, excelente administración y seguimiento de los indicadores del sistema de gestión y capacidad de adaptarse a los cambios en la industria.

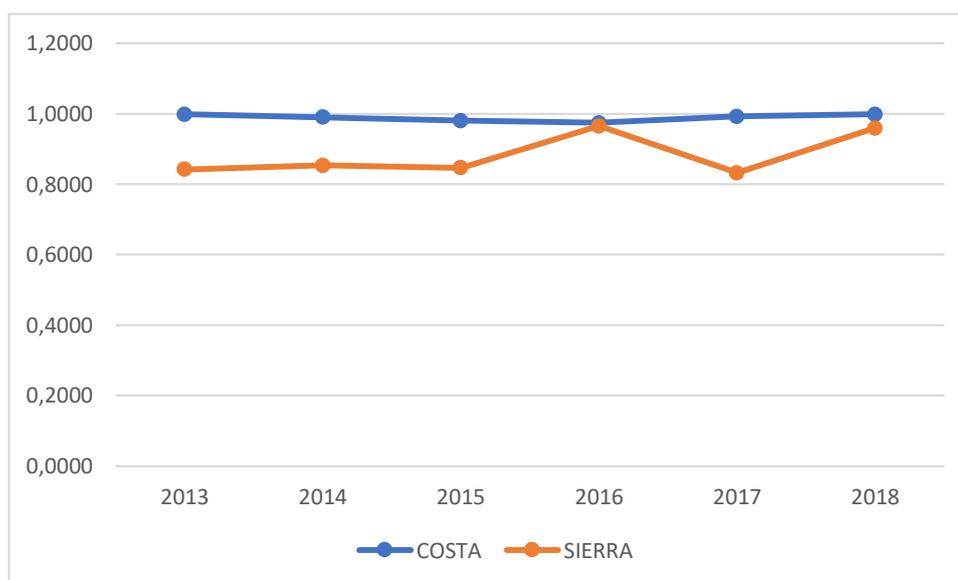
Tabla 7 – Eficiencia Técnica Pura Región Costa y Sierra

CENTROS DISTRIBUCIÓN	2013	2014	2015	2016	2017	2018
COSTA	0.9983	0.9901	0.9804	0.9737	0.9922	0.9983
SIERRA	0.8419	0.8532	0.8465	0.9646	0.8318	0.9593

Fuente: Realizado por el Autor

En la tabla 7, se eficiencia técnica pura de los centros de distribución de la región costa es mayor que la región sierra en casi todos los años, excepto en el año 2016, donde los centros de distribución de la región costa obtienen un puntaje de 0.96 algo cercano a los de la región sierra. La eficiencia promedio de los centros de distribución de la región costa es 0,98 en comparación con la eficiencia promedio de 0,88 de los centros de distribución de la región sierra en el período de muestra.

Gráfico 2 – Eficiencia Técnica Pura Región Costa Vs. Región Sierra



Fuente: Realizado por el Autor

Como podemos observar en el gráfico 3, los centros de distribución de la costa obtuvieron la menor relación de eficiencia 0.9804 en el 2015, pero a partir de ahí la tendencia va en aumento para esto centros de distribución; no podemos decir lo mismo

para los centros de distribución de la sierra cuya eficiencia más baja es de 0.8318 en el año 2017.

Los centros de distribución de la costa no muestran cambios significativos durante el año 2017 con respecto del 2016 que se aplica el impuesto a la industria y el lo que nos permite no son concluyentes bajo el supuesto común de frontera, debido a que las diferencias entre los valores en ambos períodos son muy pequeñas para decir una conclusión.

5.5. ANÁLISIS DE HIPÓTESIS

En esta sección revisaremos la influencia de diferentes factores en los puntajes de eficiencia, para ello se establecen dos hipótesis, la primera se pretende demostrar si hay una diferencia en la eficiencia entre los CD ubicados en ciudades grandes y pequeñas y en la segunda una diferencia en la eficiencia de los CD ubicados en la región norte y sur. A continuación, detallamos resultados obtenidos aplicando análisis ANOVA, por lo cual como primer paso a realizar es verificar si la distribución de la variable numérica es normal, para ello aplicamos el Test Shapiro – Wilks por región y ubicación:

Figura 7 – Resultados Test Shapiro Wilk por Región

swilk PALETS if REGION == 1					
Shapiro-Wilk W test for normal data					
Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
PALETS	7	0.93269	0.884	-0.187	0.57400
swilk PALETS if REGION == 0					
Shapiro-Wilk W test for normal data					
Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
PALETS	8	0.85727	1.988	1.212	0.11277

Fuente: Realizado por el Autor

Figura 8 – Resultados Test Shapiro Wilk por Ubicación

```
swilk PALETS if UBICACIÓN == 1
```

Shapiro-Wilk W test for normal data					
Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
PALETS	7	0.90525	1.244	0.348	0.36399

```
swilk PALETS if UBICACIÓN == 0
```

Shapiro-Wilk W test for normal data					
Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
PALETS	8	0.89041	1.527	0.719	0.23609

Fuente: Realizado por el Autor

Como podemos observar en las figuras 7 y 8, los resultados del Test de Shapiro Wilk por región y ubicación han obtenido un valor $P > 0.05$, a lo que se puede concluir que la distribución de la variable numérica es normal. Como siguiente paso a realizar, es el desarrollo de la prueba ANOVA, como se muestra a continuación:

Figura 9 – Resultados de Anova por Región

```
. oneway PALETS REGION
```

Analysis of Variance					
Source	SS	df	MS	F	Prob > F
Between groups	1565.109	1	1565.109	0.62	0.4463
Within groups	32978.235	13	2536.78731		
Total	34543.344	14	2467.38171		

Fuente: Realizado por el Autor

Figura 10 – Resultados de Anova por Ubicación

```
. oneway PALETS UBICACIÓN
```

Analysis of Variance					
Source	SS	df	MS	F	Prob > F
Between groups	113.226857	1	113.226857	0.04	0.8394
Within groups	34430.1171	13	2648.47055		
Total	34543.344	14	2467.38171		

Fuente: Realizado por el Autor

En la figura 9 y 10, expuestas anteriormente se puede observar que ambos resultados tanto por región como ubicación han obtenido un valor $P > 0.05$, a lo que se puede concluir que no hay diferencia significativa en la operación de cargue de producto terminado entre la ciudades pequeñas y grandes, de igual manera es irrelevante la región si es en el norte o el sur del país.

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

La metodología Data Envelopment Analysis (DEA), en este estudio permitió conocer posicionamiento actual y la posibilidad de manejar adecuadamente los insumos internos en busca de un posicionamiento competitivo y las ineficiencias en cada uno de los 15 centros de distribución, de tal manera que pueda incrementar su eficiencia reduciendo los inputs según sea el caso; de igual manera se determinó las tendencias y variaciones anuales de eficiencias; como un aporte a los administradores para la toma de decisiones que les permita minimizar las ineficiencias presentadas.

El DEA mostró que 4 de los 15 centros de distribución fueron eficientes, esto debido al aprovechamiento de sus recursos con los que cuentan y al buen manejo de sus entradas (inputs). Caso contrario, en los otros 11 centros de distribución restantes se mostraron deficientes, permitiendo evidenciar y solventar el déficit de aportes en insumos y recursos para aplicar nuevas herramientas de control de gestión dentro de la operación.

Como conclusión del análisis de la eficiencia podemos destacar que en su mayoría los centros de distribución operan fuera de la escala óptima, pero que existe una variación ineficiente tanto técnica con también en la tecnología que poseen, lo que conlleva a plantear para futuros trabajos como lograr cambios positivos de tecnología. Algo que se debe resaltar es que la gran mayoría de estos centros de distribución no poseen problemas de gestión, es decir, se ha implementado de forma eficiente y eficaz la metodología del sistema de gestión lo que ha hecho robusta la operación ejecutando los procesos alineados a los objetivos organizacionales, de tal forma que la operación logística de las unidades sea indiferente de la región y ciudad logrando mantener el estándar de excelencia de la organización.

6.2. RECOMENDACIONES

Conocer la eficiencia, a través de la metodología DEA dentro de la operación de los centros de distribución permitirá realizar un estudio más detallado en las ciudades: K, L, I, J, N y O aplicando la metodología de las técnicas de benchmarking, con el propósito de adoptar las mejores prácticas, con el propósito de mejorar los rendimientos productivos y por ende económicos que son objeto de estudio. Dentro de las recomendaciones tenemos:

- Incorporar tecnología smartphone para realizar un armado y revisión de pedidos de forma eficiente y rápida.
- Adecuar bahías inteligentes para que estén mejor ubicado los armados debidamente rotulados y evitar confusiones al momento de cargar.
- Instrucción a operadores de carga, para que realicen su trabajo de forma adecuada, segura y ordenada.
- Capacitar el proceso de inducción para evitar reprocesos

REFERENCIAS

- [1] Diario Expreso (Sept, 2018), Logística traza una ruta hacia la Eficiencia. Guayaquil, Ecuador, página web de servicios: <https://www.expreso.ec>.
- [2] Cachanosky I. (2012). Eficiencia técnica, eficiencia económica y eficiencia dinámica. Procesos de Mercado: Revista Europea de Economía Política. Vol. IX, n.º 2, pp. 51 a 53.
- [3] Cachanosky I. (2012). Eficiencia técnica, eficiencia económica y eficiencia dinámica. Procesos de Mercado: Revista Europea de Economía Política. Vol. IX, n.º 2, pp. 53 a 55.
- [4] Cooper, W.W., Seiford, L.M., Tone, L., 2000. Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References, and DEA Solver Software. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht.
- [5] Ross, A., Droge, C., 2002. An integrated benchmarking approach to distribution center performance using DEA modeling. Operations Management, 20, 19-32.
- [6] Hackman, S.T., Frazelle, E.H., Griffin, P.M., Griffin, S.O., Vlasta, D.A., 2001. Benchmarking warehouse and distribution operations: An input-output approach. Productivity Analysis, 16, 79-100.
- [7] Balk, B.M. & de Koster, M.B.M. & Kaps, C. & Zofío, J.L., 2017. "An Evaluation of Cross-Efficiency Methods, Applied to Measuring Warehouse Performance, Erasmus Research Institute of Management (ERIM).
- [8] Frazelle, E., (2002). Supply Chain Strategy: The Logistics of Supply Chain Management. McGraw-Hill.
- [9] Kuo, C.H., Dunn, K.D., and Randhawa, S.U. (1999). A case study assessment of performance measurement in distribution centers. Industrial Management Data Systems, 99(2):54 – 63.

[10] Las bases de datos mundiales sobre carreteras, Federación Internacional de Carreteras, página web de servicios: <https://www.piarc.org/es/>

[11] Elejalde S. y Flórez J., (2005). Organización Industrial del Mercado de la Cerveza en Colombia.

[12] Melgar N. y Rovegno L. (2003). Mercado Cervecerero y las Normas de Defensa de la Competencia.