

**ANÁLISIS DE EFICIENCIA DE LA EMPRESA TRANSPORTES ORO S.A.S  
MEDIANTE EL *DATA ENVELOPMENT ANALYSIS***

**Investigadora Principal  
MSc. MARCELA MARÍA MORALES CHÁVEZ**

**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL PEREIRA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
SEMILLERO EN INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES Y ESTADÍSTICA  
PEREIRA  
2014**

**ANÁLISIS DE EFICIENCIA DE LA EMPRESA TRANSPORTES ORO S.A.S  
MEDIANTE EL *DATA ENVELOPMENT ANALYSIS***

**Investigadora Principal**

**MSc. MARCELA MARÍA MORALES CHÁVEZ**

**Auxiliares de investigación**

**DIEGO FERNANDO GARCÍA GRANADA**

**SERGIO PEÑA FRANCO**

**TATIANA SALAZAR RAMÍREZ**

**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL PEREIRA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**SEMILLERO EN INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES Y ESTADÍSTICA**

**PEREIRA**

**2014**

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN .....	9
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	10
2. JUSTIFICACIÓN.....	12
3. OBJETIVOS.....	13
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	13
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
4. MARCO REFERENCIAL.....	14
4.1. MARCO TEÓRICO .....	14
4.2. MARCO CONCEPTUAL.....	20
4.3. MARCO ACTUAL.....	23
5. DESARROLLO METODOLÓGICO.....	27
5.1. VARIABLES Y PARÁMETROS .....	28
5.2. MODELO <i>DATA ENVELOPMENT ANALYSIS</i> .....	29
5.2.1. MODELO CCR-O.....	29
5.2.2. MODELO <i>WINDOWS ANALYSIS</i> .....	34
5.3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACION ACTUAL .....	37
5.3.1. ANÁLISIS DEL MODELO <i>WINDOWS ANALYSIS</i> .....	37
5.3.2. ANÁLISIS DE MODELO CCR-O.....	44
5.4 POLÍTICAS DE MEJORAMIENTO .....	46

6. CONCLUSIONES.....	48
7. BIBLIOGRAFÍA.....	49
ANEXOS.....	53

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Subíndices modelo CCR-O	30
<b>Tabla 2.</b> Parámetros modelo CCR-O	30
<b>Tabla 3.</b> Variables de decisión modelo CCR-O	31
<b>Tabla 4.</b> Desarrollo de <i>Window 1</i>	35
<b>Tabla 5.</b> Ejemplificación ventana 2.	36
<b>Tabla 6.</b> Transportes Oro en $W_1$	36
<b>Tabla 7.</b> Transportes Oro en $W_2$	37
<b>Tabla 8.</b> Período completo ( $W_{22}$ )	38
<b>Tabla 9.</b> Niveles de eficiencia de meses 2012.	40
<b>Tabla 10.</b> Niveles de eficiencia de meses 2013.	41
<b>Tabla 11.</b> Comparación meses 2012 – 2013	42
<b>Tabla 12.</b> Resumen análisis <i>Windows Analysis</i> .	43
<b>Tabla 13.</b> Resumen variables	45
<b>Tabla 14.</b> Correlaciones.	46
<b>Tabla 15.</b> Proyección	47

## LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
<b>Gráfico 1.</b> Variables y parámetros	29
<b>Gráfico 2.</b> Comportamiento de niveles de eficiencia	40

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
<b>Anexo 1. Base de datos</b>	54

## RESUMEN

En el presente proyecto se desarrolla un análisis de la eficiencia de la empresa Transportes Oro S.A.S, mediante la técnica matemática *Data Envelopment Analysis* y sus modelos específicos *Windows Analysis* y CCR-O, con el fin de observar el comportamiento en períodos de tiempo específicos, análisis de ponderadores otorgados a las variables y plantear políticas de mejora basadas en cifras específicas que apunten al aumento de los niveles de eficiencia de la compañía. Como variables de entrada fueron seleccionadas: nómina, costos de ventas, costos de administración, gastos generales, y como variables de salida: ventas y rentabilidad.

**Palabras clave:** Análisis Envolvente de Datos, eficiencia, logística, Transportes Oro S.A.S.

### ABSTRACT

*In the present project there develops an analysis of the efficiency of the company Transportes Oro S.A.S, by means of the mathematical technology It Dates Envelopment Analysis and his specific models Windows Analysis and CCR - OR, in order the behavior observes in periods of time specifics, analysis of weight granted to the variables and to raise policies of improvement based on specific numbers that point at the increase of the levels of efficiency of the company. Variables of entry were selected: list, costs of sales, costs of administration, general expenses, and as variable of exit: sales and profitability.*

**Keywords:** *Data Envelopment Analysis, efficiency, logistics, Transportes Oro S.A.S*



## INTRODUCCIÓN

La Asociación Nacional de Empresario de Colombia, afirma que dados los obstáculos geográficos y las distancias que separan los centros de producción y consumo de los puertos y fronteras, en Colombia los fletes a la carga constituyen una variable fundamental para la competitividad de la economía, siendo las empresas prestadoras del servicio de transporte un factor importante por tener en cuenta en el desarrollo de competitividad logística del país. A partir de esta idea se selecciona una de las empresas con este componente misional, ubicada en el Eje Cafetero, Transportes Oro S.A.S, a quien le será evaluada su eficiencia mediante el *Data Envelopment Analysis (DEA)*.

Para el desarrollo de éste propósito se inicia con la selección de variables y parámetros que más se ajusten a la finalidad de los análisis, siendo expuestos en el numeral 5.1., de acuerdo a la naturaleza que presenten las variables y parámetros establecidos, se establecen dos modelos específicos DEA, *Windows Analysis* y CCR-O establecidos en el numeral 5.2. Con base en el análisis de los resultados arrojados por los modelos, se establece un diagnóstico actual de cómo se encuentra la eficiencia de la empresa en el período de tiempo seleccionado (numeral 5.3.). Finalmente con ayuda del modelo CCR-O se establecerán políticas de mejora, que muestran cambios en cifras específicas, el compendio de ellas se evidencia en el numeral 5.4.

## 1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La logística es en la actualidad una variable que se considera de vital importancia en el desarrollo de los negocios a nivel mundial, ya que la evolución de los mercados demanda empresas con menores tiempos de respuesta y más eficientes. De acuerdo al informe *Connecting to Compete* 2012 el Banco Mundial indica que “países con mejor logística pueden crecer más rápido, ser más competitivos e incrementar la inversión”, pero la calidad de las vías y el atraso en términos de tecnologías de la información en Colombia hacen que se encuentre en un lugar muy discreto respecto al resto de los países.

En Colombia el costo logístico respecto a las ventas oscila entre 5% y 10% del costo de venta, mientras que en Centroamérica y el Caribe el indicador está entre 3% y 5%; las tarifas de transporte tonelada/km en Colombia están 2% por encima de la región; las distancias que se deben recorrer en el interior del país desde las ciudades industriales hasta los principales puertos son más largas que en otros países<sup>1</sup>. Siendo importante además del avance en la infraestructura en el país, que las empresas encargadas de la logística y el transporte de carga aceleren los procesos de innovación en la administración de flotas, optimización de los recursos para lograr competir en un mercado más globalizado con mayores exigencias, ya que en el mercado local son cada vez más los competidores externos con procesos eficientes. El 97.4% de la carga terrestre en el país, excluyendo carbón e hidrocarburos, se transporta en camión o tractocamión. Dados los obstáculos geográficos y las distancias que separan los centros de producción y consumo de los puertos y fronteras, en Colombia los fletes a la carga

---

<sup>1</sup> **ASOCIACIÓN NACIONAL DE EMPRESARIOS DE COLOMBIA (ANDI)**. Costos logísticos en Colombia oscilan entre el 5% Y 10% de las ventas. Publicado: 29 de agosto de 2013. Consultado: 27 de diciembre de 2013. Disponible en: [http://www.andi.com.co/pages/noticias/noticia\\_detalle.aspx?IdNews=435](http://www.andi.com.co/pages/noticias/noticia_detalle.aspx?IdNews=435)

constituyen una variable fundamental para la competitividad de la economía; por tanto las empresas prestadoras de este servicio deben ser objeto de estudio para poder llevar al país a un mayor nivel de eficiencia. En el Eje Cafetero se encuentra Transportes Oro S.A.S, que desde 1992 se dedica a la prestación del servicio de transporte terrestre de carga, y ha estado en un constante proceso de acreditación en estándares de seguridad y calidad, obteniendo así certificaciones en BASC e ISO 9001.

Según el artículo publicado el 15 de noviembre de 2013, en la revista Dinero, la falta de investigación y poca capacidad de adaptarse a los cambios que se presentan en el mercado del transporte de carga y paquetero es el problema que enfrentan las compañías locales a diario.<sup>2</sup>De este concepto se plantea la presente investigación con el fin de medir la eficiencia de Transportes Oro S.A.S.

Mediante la realización del análisis de la eficiencia de esta empresa, se identificarán los aspectos y posibles mejoras a realizar que aporten al desarrollo de procesos más eficientes, siendo ellos necesarios en éste momento cuando las tendencias de consumo están cambiando de manera constante y es necesario adecuarse a nuevas exigencias, manteniéndose y creciendo en un mercado cada vez más hermético, donde solo permanecen en el tiempo los más eficientes.

---

<sup>2</sup>Revista Dinero, Ed. 434 Especial Infraestructura, P93, EL ARTE DE TRANSPORTAR, Publicaciones Semana S.A., Noviembre 15 2013.

## 2. JUSTIFICACIÓN

Los usuarios de servicios de transporte de carga que en gran medida son compañías que deben desplazar sus productos en zonas muy dispersas en las cuales tienen operación, buscan proveedores de mayor eficiencia en términos de menores tiempo y mejores condiciones de la entrega, y que les ayuden a reducir los costos lo que se traduce en menor precio del servicio<sup>3</sup>. Los tratados y acuerdos internacionales que ha suscrito el país y los que aún están en la etapa de negociación, más la evolución de los mercados a un mundo más compacto en términos de intercambios comerciales demandan constantes cambios en pro de mejorar la eficiencia y la competitividad de las empresas colombianas, en materia de transporte y logística.

Por las razones anteriormente expuestas, que piden a las empresas prestadoras del servicio de transporte de carga un mejoramiento continuo en sus procesos, y hacen importante el conocer y medir la eficiencia actual de los procesos de la compañía y definir cuáles ser los planes y políticas de mejoramiento, que permitan mayor satisfacción de los clientes y permanencia en el mercado.

Es entonces, por lo que el presente proyecto de investigación, propone un análisis de la eficiencia de una de las empresas prestadoras del servicio de transporte de carga del Eje Cafetero, Transportes Oro S.A.S, logrando una visión del desarrollo actual de los procesos internos de la empresa, y estableciendo mejoras con el fin de que los procesos realizados para el cumplimiento misional sean eficientes y la compañía consiga permanecer en un mercado exigente y competido.

---

<sup>3</sup> **MONTERROSO**, Elda. La gestión de abastecimiento. Consultado: 22 de Diciembre de 2013. Disponible en: <http://www.unlu.edu.ar/~ope20156/pdf/abastecimiento.pdf>

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Análisis de eficiencia de la empresa Transportes Oro S.A.S mediante el *Data Envelopment Analysis*

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar las variables y parámetros del estudio.
- Plantear un modelo DEA que permita el análisis de eficiencia en de la empresa en el período enero 2012 a octubre 2013.
- Realizar un diagnóstico a partir del análisis de los resultados generados por el modelo.
- Diseñar políticas de mejoramiento con los resultados obtenidos.

## 4. MARCO REFERENCIAL

### 4.1. MARCO TEÓRICO

La investigación de operaciones, se define como una rama de las matemáticas que hace uso de modelos matemáticos y algoritmos con el objetivo de ser usado como apoyo a la toma de decisiones. En el ambiente actual donde la complejidad de los problemas es creciente, debido a un ambiente más globalizado y competitivo, la Investigación de Operaciones (IO) ha permitido abordar de forma eficiente modelos que responden a distintas problemáticas, superando ampliamente los procedimientos cualitativos<sup>4</sup>.

Sus inicios se remontan a los años 1759 cuando el economista Quesnay empieza a utilizar modelos primitivos de programación matemática. Más tarde, otro economista de nombre Walras, hace uso de técnicas similares. Los modelos lineales de la Investigación de Operaciones tienen como precursores a Jordan en 1873, Minkowsky en 1896 y a Farkas en 1903. Los modelos dinámicos probabilísticos tienen su origen con Markov a fines del siglo pasado. El desarrollo de los modelos de inventarios así como el de tiempos y movimientos se lleva hasta los años veinte. Pero no fue hasta la Segunda Guerra Mundial, cuando la Investigación de Operaciones empezó a tomar auge. Primero se le utilizó en la logística estratégica para vencer al enemigo (Teoría de Juegos) y, más tarde al finalizar la guerra, en la logística de distribución de todos los recursos militares de los aliados dispersos de por todo el mundo<sup>5</sup>.

---

<sup>4</sup> ¿Qué es la Investigación de Operaciones?. Investigación de Operaciones Aplicación de la Investigación Operativa en la Gestión de Empresas. [Web]. Consultado el: 14 de noviembre de 2014. Disponible en: <http://www.investigaciondeoperaciones.net/index.html>

<sup>5</sup> **POLILIBROS**. Conceptos básicos de investigación de operaciones [en línea]. Consultado: 14 de noviembre de 2014. Disponible en: [http://www.sites.upiicsa.ipn.mx/polilibros/portal/Polilibros/P\\_terminados/InvOperChave/Documentos/Unidad1/UNIDAD111.htm](http://www.sites.upiicsa.ipn.mx/polilibros/portal/Polilibros/P_terminados/InvOperChave/Documentos/Unidad1/UNIDAD111.htm)

En la práctica, la instrumentación de un proyecto de Investigación de Operaciones es la solución de un problema real en una organización acarrea los siguientes beneficios.

- a. Incrementa la posibilidad de tomar mejores decisiones.
- b. Mejora la coordinación entre las múltiples componentes de la organización.
- c. Mejora el control del sistema
- d. Logra un mejor sistema

La investigación de operaciones ha desarrollado múltiples aplicaciones en diferentes ámbitos, donde se sabe que en cada uno de ellos las situaciones y necesidades de información pueden ser diferentes, dentro de las situaciones para las cuales la IO ha desarrollado técnicas, se encuentra el saber los niveles de eficiencia presentando unidades de observación homogéneas, planteando así la técnica *Data Envelopment Analysis*.

La metodología *Data Envelopment Analysis*(DEA), ha sido tradicionalmente utilizada para la estimación de la eficiencia relativa de un conjunto de unidades productivas. En los últimos años, se han desarrollado otras aplicaciones en las que se incluye el DEA como posible herramienta para la obtención de índices sintéticos a partir de indicadores parciales. Es en origen un procedimiento no paramétrico que utiliza una técnica de programación lineal y que va a permitir la evaluación de la eficiencia relativa de un conjunto de unidades productivas homogéneas. Como principal ventaja de esta técnica se apunta a su flexibilidad, porque no exige que todas las unidades concedan la misma importancia a un mismo indicador parcial<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup>**SOMARRIBA ARECHAVALA**, María Noelia, Aproximación A La Medición De La Calidad De Vida Social E Individual En La Europa Comunitaria [en línea]. Consultado: 26 de noviembre de 2013. Disponible en:<http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2010/mnsa/Analisis%20Envolvente%20de%20Datos.htm>

Para poder determinar la eficiencia de las DMU's es necesario que alcancen la eficiencia de Pareto para así poder estar ubicada sobre la Frontera de Eficiencia y en tal caso su nivel de entrada no puede ser disminuido sin tener que disminuir su nivel de salida. Tampoco es posible aumentar su nivel de salida sin tener que aumentar su nivel de entrada.

Dependiendo del modelo y las necesidades de la investigación se orienta hacia las entradas la cual es la máxima proporción que hay entre el mínimo nivel posible que pueda tener esa entrada y el valor observado para ella; o también orientada a las salidas lo que sería la máxima proporción que hay entre el nivel de cualquiera de las salidas observadas y el máximo nivel posible que pueda tener esa salida<sup>7</sup>.

Además de medir la eficiencia relativa, usando un DEA se obtiene:

- Una superficie envolvente empírica, que representa el comportamiento de los mejores.
- Una métrica eficiente para comparar resultados.
- Proyecciones eficientes sobre la frontera, para cada DMU ineficiente.
- Un conjunto de referencia eficiente para cada DMU, definida por las unidades eficientes más próximas a ella.”<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup>SOMARRIBA ARECHAVALA, María Noelia, Aproximación A La Medición De La Calidad De Vida Social E Individual En La Europa Comunitaria [en línea]. Consultado: 26 de noviembre de 2013. Disponible en: <http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2010/mnsa/Analisis%20Envolvente%20de%20Datos.htm>

<sup>8</sup>ARIEU, Agustín. Eficiencia técnica comparada en elevadores de granos de Argentina, bajo una aplicación de análisis de envolvente de datos[en línea]. La situación del puerto de Bahía Blanca. Consorcio de Gestión del Puerto de Bahía Blanca Universidad Tecnológica Nacional. Consultado: 08 de enero de 2014. Disponible en: <http://www.aaep.org.ar/anales/works/works2004/Arieu.pdf>



### Principales ventajas del DEA:

- Permite trabajar con múltiples entradas y múltiples salidas.
- No se necesita establecer hipótesis sobre la forma de la función de producción.
- Entrega una puntuación de eficiencia para cada unidad.
- Los *inputs* y los *outputs* pueden ser medidos en diferentes unidades.
- Compara las unidades con aquellas que presentan las mejores prácticas observadas.
- Indica metas para las unidades ineficientes.
- Entrega una visión general sobre aspectos administrativos y operaciones de la organización.”<sup>9</sup>

DEA trata de optimizar la medida de eficiencia de cada unidad analizada, para crear así una frontera eficiente basada en el criterio de Pareto. Quizás una de las ideas más extendida de eficiencia es la del óptimo de Pareto, según el cual una asignación de recursos A es preferida a otra B si y solo si con la segunda al menos algún individuo mejora y nadie empeora.<sup>10</sup>

---

<sup>9</sup>**GONZÁLEZ**, Marcela. Análisis de eficiencia en organizaciones mediante el Análisis de Envolvente de Datos[en línea]. Departamento de Modelación y Gestión Industrial. Facultad de Ingeniería. Universidad de TALCA Consultado: 08 de enero de 2014. Disponible en: <http://www.ind.utfsm.cl/congresos/operaciones/pdf/PresentacionMarcela.pdf>

<sup>10</sup>**SOMARRIBA** A, María Noelia. Tesis Doctorales De Ciencias Sociales. Aproximación A La Medición De La Calidad De Vida Social E Individual En La Europa Comunitaria[en línea]. Consultado: 08 de enero de

El primero de los modelos DEA desarrollados fue denominado DEA-CCR en honor a sus desarrolladores, Charnes, Cooper y Rhodes (1978). Este modelo proporciona medidas de eficiencia radial, tanto para modelos *Input* como para modelos *Output* orientados. Es utilizado cuando las unidades evaluadas presentan rendimientos constantes a escala.<sup>11</sup>

Maximizar la eficiencia requiere la solución de un problema de programación fraccional el cual tiene múltiples soluciones. Se hace necesario expresar el problema como uno de programación lineal, ello se logra, dejando el denominador constante (asumiendo un valor de 1) y maximizar el numerador; a este procedimiento se le conoce como CCR orientado a las salidas (productos, outputs), denominado CCR-O; también, se puede dejar el numerador constante (asumiendo un valor de 1) y minimizar el denominador, este procedimiento se le denomina CCR orientado a las entradas (insumos, *inputs*) denominado CCR-I<sup>12</sup>

Otro de los modelos desarrollados bajo esta técnica es el *Window Analysis* que permite el cálculo de la eficiencia técnica para varios períodos de tiempo. Este modelo relaciona los *inputs* y *outputs* de diferentes unidades a lo largo de diferentes períodos de tiempo, llamados ventanas. La amplitud de la “ventana”, es decir, el número de períodos de tiempo que entran en comparación, depende del tipo de problemas y de las combinaciones que desee realizar el analista. No hay, hasta el momento, una teoría que sustente la justificación de la elección del tamaño de la ventana. A través de una formulación similar a la de una media

---

2014. Disponible en: <http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2010/mnsa/Analisis%20Envolvente%20de%20Datos.htm>

<sup>11</sup> **GONZÁLEZ**, Robinson. Utilización Del Análisis Envolvente De Datos (Dea) En El Desarrollo De Una Metodología Para El Establecimiento De Costos Eficientes De Remuneración, En La Administración, Operación Y Mantenimiento De Los Sistemas De Distribución Eléctrica [en línea]. Trabajo presentado para optar Por el título de Magíster en Ingeniería Eléctrica. Bogotá. Universidad Nacional De Colombia. Facultad De Ingeniería Departamento De Ingeniería Eléctrica. 2010. Pag. 48.

<sup>12</sup> **CHEDIAK P.** Francisco. **VALENCIA A.** Luz Stella. Metodología Para Medir La Eficiencia Mediante La Técnica De Análisis Envolvente De Datos DEA [en línea]. Vector, Volumen 3, , págs. 70 – 81 Consultado: 08 de enero de 2014. Disponible en: [http://vector.ucaldas.edu.co/downloads/Vector3\\_7.pdf](http://vector.ucaldas.edu.co/downloads/Vector3_7.pdf)

móvil, el análisis de *Windows* establece las tendencias en el rendimiento de la eficiencia de una DMU en el tiempo.

Estos y otros modelos de la técnica DEA, se desarrolla bajo los conceptos de la programación lineal, la cual considera que las variables de decisión tienen un comportamiento lineal, tanto en la función objetivo como restricciones del problema. En este sentido, la Programación Lineal es una de las herramientas más utilizadas en la Investigación Operativa debido a que por su naturaleza se facilitan los cálculos y en general permite una buena aproximación de la realidad.

La Programación Lineal es una de las técnicas agrupadas como programación matemática, aplicable a problemas de asignación de recursos limitados, con actividades competitivas hacia un objetivo común, que puede ser de maximizar beneficios o minimizar pérdidas. Se utiliza un modelo matemático con representación válida de la problemática en estudio; sus relaciones deben ser lineales, que significa utilizar, sólo variables de primer grado en cada término. De esta manera, la forma estándar del modelo de programación lineal, consiste en elegir valores de  $x_1, x_2, \dots, x_n$  para<sup>13</sup>:

$$\text{Maximizar } Z = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n ,$$

Sujeta a las restricciones

$$a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + \dots + a_{1n} x_n \leq b_1$$

---

<sup>13</sup> **HILLIER** F.S., **LIEBERMAN** G. J., Introducción a la Investigación de Operaciones, Mc Graw Hill, Quinta Edición.

$$a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + \dots + a_{2n} x_n \leq b_2$$

$$a_{m1} x_1 + a_{m2} x_2 + \dots + a_{mn} x_n \leq b_m$$

$$y; x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0.$$

En este momento se puede resumir la terminología que se usará en los modelos de programación lineal. La función que se desea maximizar,  $c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n$ , se llama función objetivo. Por lo general, se hace referencia a las limitaciones como restricciones. Las primera  $m$  restricciones (aquellas con una función de todas las variables  $a_{i1} x_1 + a_{i2} x_2 + \dots + a_{in} x_n$ , en el lado izquierdo) a veces reciben el nombre de restricciones funcionales. De manera parecida, las restricciones  $x_j \geq 0$  se conocen como restricciones de no negatividad (o condiciones de no negatividad).<sup>14</sup>

## 4.2. MARCO CONCEPTUAL

“La **productividad** es uno de los conceptos relevantes en cualquier análisis de los procesos económicos actuales, sobre todo en una economía globalizada. Es, en definitiva, el indicador para medir la utilización óptima de los recursos (costes) en la producción de bienes y servicios. Esta utilización óptima de los recursos se traduce en obtener más cantidad y/o calidad de productos o servicios, o conseguir unos costes de producción o prestación de servicios menores por unidad de producto o servicio”<sup>15</sup>. Sin embargo, dicho concepto no muestra la finalidad de la

---

<sup>14</sup> HILLIER, Frederick; LIEBERMAN, Gerald. Investigación de Operaciones. Séptima Edición. Mc. Graw Hill. Pág. 33.

<sup>15</sup> Aclarando conceptos: Productividad, competitividad. [en línea]. Consultado el: 08 de enero de 2014. Disponible en: <http://www.rizomatica.net/aclarando-conceptos-productividad-competitividad/>

investigación ya que se requiere conocer cómo es el comportamiento de determinada unidad con respecto a otras que sean homogéneas, esto se logra conociendo la eficiencia.

El término **eficiencia** hace referencia a la relación de los recursos empleados y los resultados obtenidos, y será optimizada por medio del modelo. A raíz de este concepto se han establecido otros más específicos sobre él, de esta manera Vilfredo Pareto establece la “**eficiencia de Pareto**” para nombrar al estado que se alcanza cuando resulta imposible mejorar la situación del componente de un sistema sin atender contra otros.

En la técnica que se utilizará en la presente investigación, DEA, la función objetivo es definida como optimizar eficiencia de la empresa Transportes Oro S.A.S, al decir **optimizar** típicamente involucra la maximización o minimización de una función (a veces desconocida) que representa el desempeño de algún sistema, la forma de expresar la eficiencia es mediante los valores económicos y no según la cantidad de artículos producidos<sup>16</sup>. Para ello se requiere utilizar la mayor cantidad de recursos disponibles y también disminuir los costos de su uso.”<sup>17</sup>

Para el planteamiento de un modelo perteneciente a la técnica DEA, se requiere establecer y tres factores que definen en sí, las unidades que serán analizadas y sobre qué criterios serán evaluadas, teniendo de esta manera los siguientes tres conceptos:

---

<sup>16</sup>Introducción a la Investigación de Operaciones [en línea]. Consultado: 27 de septiembre de 2013. Disponible en: <http://www.fing.edu.uy/inco/cursos/io/archivos/teorico/todo.pdf>

<sup>17</sup>Concepto.de Portal Educativo. Concepto de eficiencia. [Web]. Consultado el: 08 de enero de 2014. Disponible en: <http://concepto.de/eficiencia/>

“**DMU** (*decision-making unit*): las unidades de análisis en el DEA se denominan unidades de toma de decisión DMU.”<sup>18</sup>

**Input (Entrada):** las variables de entrada son los recursos que utiliza una empresa para realizar sus servicios y/o actividades.

**Output (Salida):** las variables de salida representan los productos o servicios que una empresa ofrece a sus clientes (producto terminado), esto resulta para la combinación de una serie de *inputs* (entrada).

Los modelos de esta técnica guardan la posibilidad de ser orientados, tanto a variables de salida como de entrada, esto es definido según el control que se pueda ejercer sobre cada una de ellas, según sea su naturaleza, de esta manera se generan dos clases de eficiencia técnica, de acuerdo a la elección realizada por parte de los analistas:

**Eficiencia Técnica de las Entradas:** Contraiga radialmente, tanto como sea posible, todas las entradas de una DMU sin detrimento (ocasionar disminución) de sus niveles de salida. La eficiencia técnica de las entradas de una DMU es la máxima proporción en que cualquiera de sus niveles de entrada ya contraídos está del nivel del valor observado para esa entrada.<sup>19</sup>

**Eficiencia Técnica de las Salidas:** Es la máxima proporción que hay entre el nivel de cualquiera de las salidas observadas y el máximo nivel posible que pueda

---

<sup>18</sup> **DE BLASS**, Simón, A. **ARIAS COELLO**. J. **SIMÓN MARTIN**. Aplicación De La Técnica DEA En La Medición De La Eficiencia De Las Bibliotecas De La Universidad Complutense De Madrid[en línea]. Revista Española de Documentación Científica. Enero-Marzo. 2007

<sup>19</sup> **SOTO MEJÍA**, José Adalberto y, **ARENAS VALENCIA**, Wilson. Análisis Envoltante de Datos. Primera Edición. Pereira. Postergraph S.A., Enero de 2010.

tener esa salida; cuando todas las salidas son expandidas radialmente, sin afectar (deteriorar) su nivel de entrada.<sup>20</sup>

La idea básica en DEA es medir la posibilidad de que el nivel observado de una unidad pueda ser mejorado en el **conjunto de posibilidades de producción (CPP)**. Este último hace referencia al conjunto de procesos productivos factibles, tanto los eficientes como los ineficientes. Este conjunto está delimitado por una frontera, definida por la actuación de las mejores DMU's observadas, que servirá como referencia para medir la eficiencia relativa de cada unidad al compararse con dicha **frontera de eficiencia**<sup>21</sup>.

#### 4.3. MARCO ACTUAL

Con el fin de establecer una base de información secundaria, que sirva como punto de partida para el análisis de eficiencia a desarrollar sobre los niveles presentados por el comportamiento de la empresa Transportes Oro S.A.S, se decide realizar una búsqueda de los diversos estudios de análisis de eficiencia aplicados a empresas y sus resultados, observando de esta manera, en ellas que variables, factores y técnicas de desarrollo han sido utilizadas.

Dentro del sector de transporte se han desarrollado diversos estudios basados en la técnica *Data Envelopment Analysis*, dentro de los que encontramos, no sólo han sido para el transporte fuera de la empresa, sino también en el generado por los procedimientos internos de la compañía, encontrando así a "Procedimiento

---

<sup>20</sup> Idem.

<sup>21</sup> **QUINDÓS M.**, Ma. Del Pilar; **et. al.** Análisis Envolvente de Datos: una aplicación al sector de los servicios avanzados a las empresas del Principado de Asturias. Consultado: 13 de diciembre de 2013. Disponible en: <http://www.uv.es/asepuma/XI/21.pdf>

para la evaluación de la eficiencia técnica en la transportación de caña en las UBPC Cañeras de la Provincia Villa Clara, Cuba” investigación realizada por Ana Iris Romeu Yanes y Yoandy Rodríguez Tetro, por el cual se entiende que el sector agroindustrial azucarero tiene un peso importante en el desarrollo económico del país (Cuba). El mismo se ha visto afectado enormemente desde principios de la década del noventa. La pérdida de un mercado preferencial, el aumento del precio de los insumos, entre otros factores propició el inicio de un proceso de reestructuración en el sector a partir del año 2002. Con la reorganización de la industria azucarera varias UBPC cañeras quedaron ubicadas en áreas muy alejadas de los centrales a los cuales se vinculan, por lo que el tiro de la caña encarece el ciclo productivo de las unidades productoras de esta materia prima.<sup>22</sup>

Así como el anterior estudio que hace referencia a transporte interno, se registraron investigaciones con similitudes en el objetivo general de la presente investigación y bajo la misma técnica de desarrollo, el sector en el que es aplicado pertenece también al sector de empresa de transporte de mercancía por carretera. “Análisis de la eficiencia en costes de las empresas de transporte de mercancía por carretera: una aproximación empírica del DEA” elaborado por Emma Castelló Taliani y Silvia Giralt Escobar, tuvo por objeto el análisis del sector de actividad de transporte de mercancías por carretera, bajo una perspectiva que es considerada esencial, desde el punto de vista de la competitividad: la optimización de la estructura de costes. De manera más específica, dicho estudio se centró en el análisis de la eficiencia operativa de las empresas de ese sector, utilizando como sistema de medida de dicha ejecución un modelo DEA.<sup>23</sup> Con dicho enfoque se aportaron ideas que favorecieron la implantación de un adecuado control de gestión, en empresas que operen en este sector de

---

<sup>22</sup> **ROMEY Y.**, Ana Iris. RODRÍGUEZ TETRO, Yoandy [Web]. Consultado el: 14 de noviembre de 2013. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/procedimiento-evaluar-eficiencia-tecnica/procedimiento-evaluar-eficiencia-tecnica.pdf>

<sup>23</sup> **CASTELLÓ**, Emma. GIRALT ESCOBAR, Silvia [Web]. Consultado el: 14 de noviembre de 2013. Disponible en: [http://www.observatorioiberoamericano.org/RICG/N%C2%BA\\_11/Emma\\_Castell%C3%B3\\_y\\_Silvia\\_Giralt.pdf](http://www.observatorioiberoamericano.org/RICG/N%C2%BA_11/Emma_Castell%C3%B3_y_Silvia_Giralt.pdf)



actividad, que propicie la racionalización de sus actividades, la optimización de sus recursos y la mejora de su competitividad<sup>24</sup>.

Así como se registran investigaciones con el objetivo de medir los niveles de eficiencia de una empresa en particular, se han realizado también estudios donde se hace una comparación entre los presentados por varias, encontrando así no sólo en sectores afines al presente proyecto, sino también en campos como el de salud, educación, entre otros. Siendo estos proyectos: “Evaluación de la Eficiencia en instituciones hospitalarias públicas y privadas con *Data Envelopment Analysis* (DEA)”, realizado por el Departamento Nacional de Planeación de la República de Colombia; “Análisis envolvente de datos: una aplicación al sector de los servicios avanzados a las empresas del principado de Asturias”, María del Pilar Quindós Morán, Fernando Rubiera Morollón y María Rosalía Vicente Cuervo; “¿Son los clubes de fútbol eficientes? Aplicación del análisis DEA a los equipos de la liga profesional de fútbol de España” artículo publicado por Carlos Giner Vicente en la revista *Universia BusinessReview*; “Evaluación de la eficiencia de las compañías aéreas brasileñas a través de un modelo híbrido de análisis envolvente de datos (DEA) y programación lineal multiobjetivo” por Juliana Quintanilha da Silveira, João Carlos Correia Baptista Soares de Mello y Lidia Angulo-Meza; y “Eficiencia técnica en unidades lecheras por medio de análisis envolvente de datos”, por J. Herrera, Grisel Barrios, y J. Flores, publicado en *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, vol. 47, núm. 2, 2013, pp. 137-142. Todos estos estudios realizan una selección cuidadosa de las variables que influyen en el comportamiento de las unidades homogéneas seleccionadas con el fin de no sesgar el análisis y posteriormente aplicación de diferentes modelos de la técnica DEA, entre ellos el que más se relaciona con las investigaciones nombradas es el BCC.

---

<sup>24</sup> Idem.

De esta manera se evidencia que a nivel de análisis entre diversas empresas del mismo, se han desarrollado más investigaciones que a nivel interno de una sola empresa, fue registrada tan sólo una investigación que haya sido desarrollada con el *Data Envelopment Analysis* y aplicada una empresa también del mismo sector que Transportes Oro S.A.S, transporte de mercancía por carretera, esta será analizada teniendo en cuenta qué de variables fueron seleccionadas y qué tanto se ajustan a la empresa objeto de estudio.

## 5. DESARROLLO METODOLÓGICO

Para el cumplimiento del objetivo general de la presente investigación se requiere del cumplimiento de procesos determinados por los objetivos específicos, así es como el punto de inicio del desarrollo metodológico para el presente estudio inicia con la determinación de las variables y parámetros que se tendrán en cuenta para el análisis de la eficiencia de la empresa Transportes Oro S.A.S en el período de enero de 2012 a octubre de 2013, en esta etapa, debido a la naturaleza de la herramienta matemática a utilizar (*Data Envelopment Analysis*), se requiere de identificar dos clases de variables, de entrada y de salida, o bien, *inputs* y *outputs*.

Tras determinar las variables, se dará paso al planteamiento de los modelos de la herramienta matemática DEA, para efectos del análisis se desarrollarán dos de los modelos propuestos por esta técnica, el primero, *Windows Analysis* para tener una visión del comportamiento de la empresa a través de períodos de tiempo específicos, y el CCR-O será el que muestre los ponderadores asignados a las variables de cada DMU para determinar el nivel de eficiencia, y las proyecciones, los resultados arrojados permitirán realizar un diagnóstico de cómo ha sido el comportamiento de la empresa, respecto a los recursos empleados en el período de tiempo que se ha elegido para ser estudiado.

El diagnóstico y el modelo CCR-O, conllevarán al planteamiento de políticas que permitan el aumento del nivel eficiencia de la empresa Transportes Oro S.A.S, y éste sea proporcional a la competitividad de la compañía frente al mercado y la prestación del servicio de transporte terrestre de carga.

## 5.1. VARIABLES Y PARÁMETROS

Para el desarrollo de modelos *Data Envelopment Analysis* se requiere de la definición de variables de entrada y salidas, las primeras harán referencia a los insumos requeridos para el cumplimiento de las actividades, así serán consideradas para efectos del presente estudio tres de éstas, la primera, La “costos de ventas” por concepto de valores a los que se incurren en el proceso de la prestación de servicios, la segunda variable de entrada será denominada “costos de administración” son los que se originan en el área administrativa, o sea, los relacionados con la dirección y manejo de las operaciones generales de la empresa<sup>25</sup>, encontrando en ella valores por conceptos de honorarios, impuestos, arrendamientos, contribuciones y afiliaciones, entre otros; y como tercera “otros egresos”, incluyendo en ella, los gastos no operacionales y de ventas.

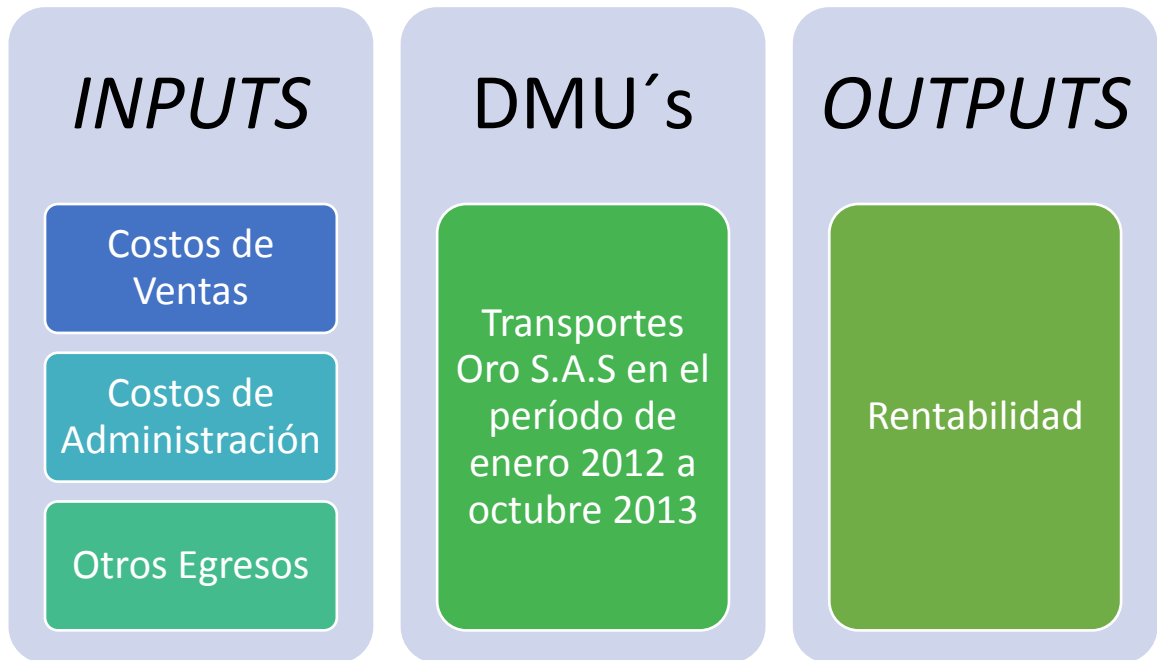
Como variable de salida es tomada la rentabilidad, esta se dará como el valor beneficio que recibe la empresa por la inversión y esfuerzos realizados, teniendo en cuenta que en la base de datos se registraron datos negativos, y para efectos del modelo se requiere que estos sean mayores o iguales a cero, se toma como valor cero de esta variable \$243.000.000.

Las DMU's a las que les serán evaluadas las variables ya nombradas, será a la empresa Transportes Oro S.A.S en cada uno de los meses presentados en el período de enero 2012 a octubre 2013. La información dada sobre variables y parámetros será mostrada en el gráfico 1.

---

<sup>25</sup> **GARCÍA COLÍN**, Juan. Contabilidad de Costos. 2a edición. McGraw-Hill, Pág. 12 al 14.

**Gráfico 1.** Variables y parámetros



Fuente: Elaboración propia.

## **5.2. MODELO DATA ENVELOPMENT ANALYSIS**

### **5.2.1. Modelo CCR-O**

En el modelo CCR – O (Charnes, Cooper y Rhodes, 1978) desarrolla para cada DMU el valor de su razón de eficiencia relativa, la cual se define como el cociente de la suma ponderada de los *outputs* entre la suma ponderada de los *inputs*, con la condición de que el valor máximo asignable al resto de DMU's sea igual o menor que uno. Este requiere tantas optimizaciones como unidades de decisión, a partir del modelo de programación lineal siguiente:

- Subíndices

**Tabla 1.** Subíndices modelo CCR-O

Subíndice	Variación
DMU j	j: 1, 2, 3, ..., n
DMU jo (DMU observada)	Jo
Entrada i	i: 1, 2, 3, ..., m
Salida r	r: 1, 2, 3, ..., s
Fuente: Elaboración propia.	

- Parámetros

**Tabla 2.** Parámetros modelo CCR-O

Parámetro	Significado
$X_{ij}$	Cantidad de la entrada i utilizada en la DMU j.
$Y_{rj}$	Cantidad de la salida r que produce la DMU j.
Fuente: Elaboración propia.	

- Variables de decisión

**Tabla 3.** Variables de decisión modelo CCR-O

Variables	Significado	Unidades
$V_{ij}$	Ponderador de la entrada $i$ utilizada en la DMU $j$ .	Fracción
$U_{rj}$	Ponderador de la salida $r$ que produce la DMU $j$ .	Fracción

Fuente: Elaboración propia.

- Función Objetivo: Maximizar la eficiencia

$$MAX \_ Z = \sum_{r=1}^s U_{rjo} Y_{rjo}$$

Sumatoria de las salidas de la DMU observada multiplicadas por su respectivo ponderador (Salidas virtuales)

- Restricciones

1. Fijar denominador de la ecuación de eficiencia

Sumatoria de las entradas de la DMU observada multiplicadas por su respectivo ponderador (Entradas virtuales)

$$\left\{ \sum_{i=1}^m V_{ijo} X_{ijo} = 1 \right.$$

## 2. Eficiencia de las DMU's

$$\sum_{r=1}^s U_{rjo} Y_{rj} - \sum_{i=1}^m V_{ijo} X_{ij} \leq 0$$

$\forall j$

La eficiencia de cada DMU, calculada con los ponderadores de la DMU observada debe ser menor o igual a 1

Para toda DMU

## 3. No negatividad

$$V_{ijo}, U_{rjo} \geq 0$$

Para ejemplificar el modelo expuesto, se selecciona la primera DMU que corresponde a la empresa Transportes Oro en el mes de enero del año 2012, siendo el siguiente planteamiento el desarrollado para hallar su nivel de eficiencia.

Función objetivo:

$$\text{Máx } Z = 305.477.541,86U_1$$

Restricciones:

### Restricción de variables de entrada

$$962.686.377V_1 + 413879107,5V_2 + 71.990.500,28V_3 = 1$$

### Restricciones de Eficiencia de las DMU's



Transportes Oro mes de enero 2012

$$\frac{305.477.541,86U_1}{962.686.377V_1 + 413879107,5V_2 + 71.990.500,28V_3} \leq 1$$

Transportes Oro mes de febrero 2012:

$$\frac{271.818.978,59U_1}{1.090.467.903V_1 + 390.464.937,6V_2 + 74.496.866V_3} \leq 1$$

Transportes Oro mes de marzo 2012:

$$\frac{236.708.799,55U_1}{1.171.393.169V_1 + 407.096.304V_2 + 153.740.039,75V_3} \leq 1$$

Transportes Oro mes de abril 2012:

$$\frac{305.057.884,21U_1}{1.058.197.949V_1 + 363.429.786V_2 + 86.631.698,2V_3} \leq 1$$

·  
·  
·

Transportes Oro octubre de 2013:

$$\frac{233.227.626,89U_1}{1.393.640.981V_1 + 462.724.977,5V_2 + 121.144.106,27V_3} \leq 1$$

### No negatividad

$$u_1, v_1, v_2, v_3 \geq 0$$

Así como se ejemplificó el desarrollo del modelo para la DMU seleccionada, se realiza para las 22 DMU's que conforman el presente proyecto. El análisis del modelo CCR dirigida a las salidas (CCR-O), da ponderaciones que representan los valores obtenidos a cada *input* y *output* que proporcionan el mayor índice de eficiencia posible a cada DMU y que cumplen con la restricción de que ésta combinación de ponderaciones al aplicarlas al resto de unidades genera un índice

de eficiencia comprendido entre cero y uno<sup>26</sup>. Éste indica que, si la eficiencia hallada es menor que 1, la unidad evaluada no es eficiente en relación al conjunto de unidades observadas; si la función objetivo es igual a uno, no hay evidencia de que la unidad evaluada sea ineficiente, pero aún no se puede concluir que la unidad evaluada sea totalmente eficiente.

### 5.2.2. Modelo *Windows Analysis*

El modelo *Windows Analysis*, relaciona los *inputs* y *outputs* de diferentes unidades a lo largo de diferentes períodos de tiempo. La amplitud de la “ventana”, es decir, el número de períodos de tiempo que entran en comparación depende del tipo de problemas y de las combinaciones que desee realizar el analista, y por tanto el número de ventanas está por determinar (aplicado al presente proyecto, 22 ventanas, debido a los 22 meses que conforman el período de evaluación).

Charnes propuso la técnica con el fin de capturar las variaciones de eficiencia en el tiempo, *Windows Analysis* evalúa el rendimiento de una DMU con el tiempo, tratándola como una entidad distinta en cada período. Por ejemplo si hay  $n$  unidades con datos sobre sus entradas y salidas medidas en períodos  $k$ , entonces un total de unidades  $nk$  tiene que ser evaluado de forma simultánea para capturar las variaciones de eficiencia a lo largo del tiempo<sup>27</sup>.

---

<sup>26</sup>**GIRALDO T.**, Néstor. Evaluación de los grupos de investigación según los indicadores de eficiencia de Colciencias versus su evaluación según el análisis envolvente de datos. Universidad Tecnológica de Pereira. Consultado: 10 de noviembre de 2013. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/377/1/00140901G516.pdf>

<sup>27</sup>**HUSSEIN**, Ahmed; SHAHOOT, Khalid. *Using Data Envelopment Analysis to measure cost efficiency with an application on Islamic Banks. Scientific Journal of Administrative Development, Vol. 4, IAD 2006.* Consultado: 05 de enero de 2014. Disponible en: <http://www.iad.gov.qa/arabic/images/stories/document/volume4/art62006.pdf>

*Windows analysis* desarrolla el mismo modelo matemático que realiza el CCR (numeral 5.2.1), se diferencia de él, en la selección de grupos de referencia desiguales que intervienen en cada una de las "ventanas", de forma que se obtienen diversos valores del *score* de eficiencia para cada uno de los períodos, ya que depende de la comparación de los diferentes períodos del análisis.

Es así como para la ventana uno, se desarrollan modelos DEA para cada una de las DMU, tomando como grupo de referencia el resto de DMU's presentes en un solo período. En el tabla 4, se puede evidenciar el proceso para la DMU<sub>1</sub>, donde ésta es mostrada subrayada con "x" color y el grupo de referencia rodeado con doble línea del mismo color.

**Tabla 4.** Desarrollo de *window* 1

Período 1	Período 2	Período 3	Período ...	Período x
DMU <sub>1</sub>	DMU <sub>1</sub>	DMU <sub>1</sub>	DMU <sub>1</sub>	DMU <sub>1</sub>
DMU <sub>2</sub>	DMU <sub>2</sub>	DMU <sub>2</sub>	DMU <sub>2</sub>	DMU <sub>2</sub>
DMU <sub>3</sub>	DMU <sub>3</sub>	DMU <sub>3</sub>	DMU <sub>3</sub>	DMU <sub>3</sub>
:	:	:	:	:
DMU <sub>j</sub>	DMU <sub>j</sub>	DMU <sub>j</sub>	DMU <sub>j</sub>	DMU <sub>j</sub>
:	:	:	:	:
DMU <sub>n</sub>	DMU <sub>n</sub>	DMU <sub>n</sub>	DMU <sub>n</sub>	DMU <sub>n</sub>

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo es realizado en cada de las ventanas ampliando el grupo de referencia al no ser solamente un período el sombreado en doble línea, sino según el número de ventana. Retomando el ejemplo de la tabla 4, para la ventana número dos, y el nivel de eficiencia del período uno de la DMU1 será el grupo de referencia los presentados en el período uno y dos, para el nivel de la misma DMU en el período dos, el grupo de referencia lo conformaría período dos y tres, y así sucesivamente para esta y el resto de DMU's, este proceso se ejemplifica en la tabla 5.

**Tabla 5.** Ejemplificación ventana 2.

Período 1	Período 2		Período 2	Período 3		Período 3	Período ...		Período ...	Período x
DMU <sub>1</sub>	DMU <sub>1</sub>		DMU <sub>1</sub>	DMU <sub>1</sub>		DMU <sub>1</sub>	DMU <sub>1</sub>		DMU <sub>1</sub>	DMU <sub>1</sub>
DMU <sub>2</sub>	DMU <sub>2</sub>		DMU <sub>2</sub>	DMU <sub>2</sub>		DMU <sub>2</sub>	DMU <sub>2</sub>		DMU <sub>2</sub>	DMU <sub>2</sub>
DMU <sub>3</sub>	DMU <sub>3</sub>		DMU <sub>3</sub>	DMU <sub>3</sub>		DMU <sub>3</sub>	DMU <sub>3</sub>		DMU <sub>3</sub>	DMU <sub>3</sub>
:	:		:	:		:	:		:	:
DMU <sub>j</sub>	DMU <sub>j</sub>		DMU <sub>j</sub>	DMU <sub>j</sub>		DMU <sub>j</sub>	DMU <sub>j</sub>		DMU <sub>j</sub>	DMU <sub>j</sub>
:	:		:	:		:	:		:	:
DMU <sub>n</sub>	DMU <sub>n</sub>		DMU <sub>n</sub>	DMU <sub>n</sub>		DMU <sub>n</sub>	DMU <sub>n</sub>		DMU <sub>n</sub>	DMU <sub>n</sub>

Fuente: Elaboración propia.

Para mostrar el proceso ya especificado en la tabla 1 aplicado a la empresa Transportes Oro S.A.S, en los tres primeros meses del período de tiempo evaluado y el último de ellos, se establece la tabla 6. En la tabla 7, se hace referencia al proceso ya explicado mediante la ejemplificación de la tabla 5, se toma como referencia la compañía objeto de estudio en los mismos períodos de tiempo.

**Tabla 6.** Transportes Oro en W<sub>1</sub>

ene-12	feb-12	mar-12	...	oct-13
Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S
Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S
Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S
Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S
Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S
Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 7.**Transportes Oro en  $W_2$

ene-12	feb-12	feb-12	mar-12	mar-12	...	...	oct-13
Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S
Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S
Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S
Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S
Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S
Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S	Transportes Oro S.A.S

Fuente: Elaboración propia.

### 5.3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

#### 5.3.1. Análisis del Modelo *Windows Analysis*

El modelo *Windows Analysis* permite que en el caso de estudio particular, se examine la eficiencia de la empresa Transportes Oro, referente a períodos de tiempo específicos, así, se ha determinado realizar éste análisis primero, entre los meses que comprenden el total del período seleccionado (enero 2012 – octubre 2013), y luego entre los meses de cada uno de los años mencionados, analizando por aparte el comportamiento que hubo sólo en los meses de enero a diciembre de 2012 y entre enero y octubre de 2013.

Iniciando con el análisis global del período de tiempo seleccionado y expuesto en la tabla 1, se encuentra que de los 22 meses observados la empresa Transportes Oro S.A.S, es eficiente en tan sólo cuatro de ellos, dos correspondientes al año

2012 (enero y octubre) y los dos restantes al 2013 (mayo y agosto). Arrojando de esta manera que sólo el 18,18% de los meses fueron eficientes.

En el 81,82% de los meses comprendidos en el período de tiempo evaluado, la empresa presenta un comportamiento ineficiente, se evidencia que los tres niveles más bajos de eficiencia fueron arrojados en los meses de mayo y diciembre de 2012 y junio de 2013, con niveles de 0,09%, 5,28% y 14,70%, respectivamente. Por el contrario, dentro de este grupo de meses con comportamiento ineficiente, los que más alto porcentaje presentan son: julio y enero de 2013 y febrero 2012, con niveles de eficiencia de 95,97%, 92,79% y 87,44%. Los meses restantes oscilan en valores entre los límites anteriormente establecidos, y mostrando que en la gran mayoría de las unidades de tiempo, la empresa requirió de un mayor control de recursos consumidos y una mayor generación de resultados que representaran beneficios, así en promedio de los niveles de eficiencia presentados por la empresa Transportes Oro S.A.S, obtiene un 60,91% de eficiencia en el comportamiento presentado de enero 2012 a octubre de 2013.

**Tabla 8.** Período completo (W22)

	Ene 2012	Feb 2012	Mar 2012	Abr 2012	May 2012	Jun 2012	Jul 2012	Ago 2012	Sept 2012	Oct 2012	Nov 2012	Dic 2012
TRANSPORTES ORO	1	0,8744	0,4927	0,8742	0,0009	0,8259	0,3104	0,3668	0,7102	1	0,5067	0,0528
	Ene 2013	Feb 2013	Mar 2013	Abr 2013	May 2013	Jun 2013	Jul 2013	Ago 2013	Sept 2013	Oct 2013	Average	
TRANSPORTES ORO	0,9279	0,7033	0,4078	0,4098	1	0,1470	0,9597	1	0,3446	0,4842	0,6091	

Fuente: Elaboración propia.

Al mostrar los niveles de eficiencia en un ambiente más visual, como muestra en el gráfico 2, se nota la poca constancia en los niveles de eficiencia arrojados. La representación inicia con enero 2012 como mes eficiente, el cual en febrero cae a 87,44% pero en marzo llega a un nivel de eficiencia aún menor (49,27%), presenta una recuperación en abril, logrando un nivel de eficiencia del 87,42%, desde este

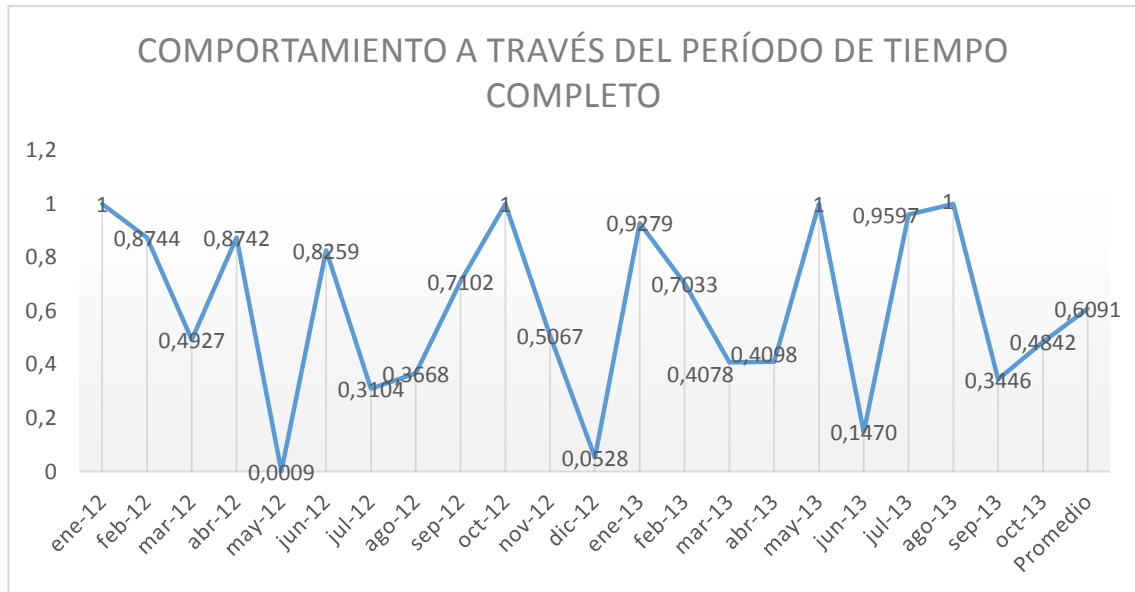
punto cae al pico más bajo presentado en la serie total de tiempo en mayo 2012, donde el nivel es de 0,09%, siendo de abril a mayo el cambio más amplio.

Tras ubicarse en el mes de mayo con 0,09% en el pico más bajo, presenta una recuperación llegando en junio 2012 a un nivel de 82,59%, el cual vuelve y decae en julio con 31,04%, desde este punto presenta una fase de tendencia creciente hasta llegar al mes de octubre 2012, que se presenta como segundo mes eficiente del período evaluado, desde este punto decae hasta octubre, segundo pico más bajo de 5,28%, subiendo este nivel para el inicio del año 2013 con 92,79%.

De enero a marzo 2013 se presenta un ciclo de decrecimiento llegando a un nivel de 40,78%, para el mes siguiente presenta un aumento muy leve llegando a 40,98%, y posteriormente en el mes de mayo se presenta como el tercer mes eficiente del período evaluado; de este punto baja al tercer pico más bajo de 14,70% en el mes de junio, de donde se recupera a un nivel de 95,97% y de este pasa a agosto con un leve incremento, logrando la eficiencia. Luego de ser eficiente baja a 34,46% en septiembre, y en octubre sube a 48,42%. Estos picos altos y bajos, hacen que el promedio de niveles de eficiencia de Transportes Oro S.A.S en 60,91%.

Al pasar de una visión global del tiempo evaluado, se empieza a particularizar analizando la eficiencia de la compañía entre los meses correspondientes al año 2012. Revisando los datos expuestos en la tabla 9, con los niveles de eficiencia respectivos, se evidencia similitud en el comportamiento de los datos arrojados por el análisis de eficiencia de la W22 (período de tiempo completo) a la del presente análisis, presentando entre los meses comportamientos relativamente proporcionales. Los meses de enero y octubre, figuran como los únicos eficientes en el año 2012; por otro lado los meses mayo, diciembre y julio, se presentan nuevamente como los de nivel de eficiencia más bajo con 0,12%, 6,77% y 40,52%, respectivamente. Dentro de los meses ineficientes, los que presentan los mayores niveles de eficiencia son: abril (92,17%), febrero (88,07%) y junio (86,71%).

**Gráfica 2.** Comportamiento de niveles de eficiencia



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 9.** Niveles de eficiencia de meses 2012.

	ene-12	feb-12	mar-12	abr-12	may-12	jun-12	Promedio
TRANSPORTES ORO S.A.S	1	0,8807	0,6456	0,9217	0,0012	0,8671	
	jul-12	ago-12	sep-12	oct-12	nov-12	dic-12	0,6383
TRANSPORTES ORO S.A.S	0,4052	0,4820	0,8564	1	0,5321	0,0677	

Fuente: Elaboración propia.

Según los dos análisis realizados con anterioridad se evidencia que dentro del período seleccionado para evaluar la eficiencia de la empresa Transportes Oro S.A.S, los meses de mayo, y diciembre del año 2012, figuran como los más críticos de todo este lapso de tiempo, al figurar en ambos análisis como los de niveles de eficiencia más bajos. Así como fueron analizados los niveles de eficiencia entre los meses correspondientes solamente al año 2012, en la tabla 10, se muestra el análisis entre los diez meses que se alcanzan a incluir dentro del período global, pertenecientes al año 2013.



**Tabla 10.** Niveles de eficiencia de meses 2013.

	ene-13	feb-13	mar-13	abr-13	may-13	jun-13	jul-13	ago-13	sep-13	oct-13	Average
TRANSPORTES ORO S.A.S	0,9547	0,7373	0,4365	0,4148	1	0,1554	0,9833	1	0,3684	0,5027	0,6553

Fuente: Elaboración propia.

De los diez meses que fueron considerados pertenecientes al año 2013, el 20% ellos son eficientes (mayo y agosto), los restantes por el contrario presentan niveles variables de ineficiencia, siendo el más bajo entre ellos junio con 15,54%, seguido por septiembre 36,84% y abril con 41,48%, estos tres meses siguen siendo los mismos que representan para el 2013 el menor nivel de eficiencia, en el período global evaluado. Dentro del grupo de los meses ineficientes julio es el que más alto nivel de eficiencia representa con 98,33% y enero con 95,47%. En suma, los niveles presentados por la empresa Transportes Oro S.A.S en los meses del año 2013, hacen que en promedio su nivel de eficiencia sea de 65,53%, 1,70% más que el presentado en los meses correspondientes al año 2012.

Con el fin de hacer una comparación de los meses que se encuentran comprendidos en ambos años, y cómo ha mejorado o empeorado su comportamiento, se expone la tabla 11. De color rojo están seleccionados los meses que representaron para cada año, el peor nivel de eficiencia y de verde los meses eficientes, en una cuarta columna llamada “cambio” se encuentra si el nivel de eficiencia de los meses 2013 con respecto a 2012, subió, bajó o estuvo estable y en cuánto fue este cambio.

Se encuentra que siete de los diez meses que se pueden comparar al ser comprendidos en ambos años, bajaron el nivel de eficiencia, en el período de enero a abril, los niveles de eficiencia bajaron, siendo entre ellos, abril, el que genera el cambio negativo más grande, en el año 2012 presentaba un nivel de 92,17% y para el 2013, cae a 41,48%; por su parte enero dejó de ser eficiente disminuyendo un 4,53%, febrero disminuyó 14,35 y marzo decreció

20,92%. Además de estos también cambiaron negativamente junio septiembre y octubre, con diferencias de 71,17%, 48,80% y 49,73%. Junio se posiciona dentro del grupo de los que disminuyeron el nivel de eficiencia presentado de un año a otro como el que más decayó, pasando de 86,71% a 15,54%.

Caso contrario se presentó en los meses de mayo, julio y agosto que aumentaron su nivel de eficiencia, mayo fue el que representó el mayor aumento con una diferencia de 99,88%, pasando de 0,12%% al 100%. Julio y agosto que en el año 2012 tenían niveles de eficiencia de 40,52% y 48,20%, respectivamente, pasaron el primero a un nivel de 98,33% y el segundo a ser eficiente, logrando cambios positivos. Según el promedio de eficiencias presentadas en los meses de los dos años se ha aumentado en el 2013 la eficiencia en 1,70 respecto al año anterior.

**Tabla 11.** Comparación meses 2012 – 2013

Mes/año	2012	2013	CAMBIO
Enero	1	0,9547	BAJÓ -0,0453
Febrero	0,8807	0,7373	BAJÓ -0,1435
Marzo	0,6456	0,4365	BAJÓ -0,2092
Abril	0,9217	0,4148	BAJÓ -0,5069
Mayo	0,0012	1	SUBIÓ 0,9988
Junio	0,8671	0,1554	BAJÓ -0,7117
Julio	0,4052	0,9833	SUBIÓ 0,5782
Agosto	0,4820	1	SUBIÓ 0,5180
Septiembre	0,8564	0,3684	BAJÓ -0,4880
Octubre	1	0,5027	BAJÓ -0,4973
Noviembre	0,5321	-	-
Diciembre	0,0677	-	-
Average	0,6383	0,6553	SUBIÓ 0,0170

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 12, se hace un resumen de los análisis realizados en diferentes períodos de tiempo a la empresa de transporte terrestre de carga, Transportes Oro S.A.S., con el fin de tener una mayor y más rápida visibilidad de lo que se pudo deducir en cada una de las ventanas analizadas.

**Tabla 12.** Resumen análisis *Windows Analysis*.

EMPRESA	PERÍODO	OBSERVACIÓN
TRANSPORTES ORO S.A.S	Período completo	La compañía presenta un comportamiento eficiente en cuatro de los 22 meses evaluados, dos correspondientes al año 2012 (enero y octubre) y los dos restantes al 2013 (mayo y agosto). En este análisis los meses más críticos por su bajo nivel de eficiencia fueron: mayo y diciembre de 2012 y junio en el año 2013, con niveles de 0,09%, 5,28% y 14,70%, respectivamente. En promedio su nivel de eficiencia en el período de enero de 2012 a octubre de 2013 fue de 60,91%.
	Año 2012	Presenta dos de los meses correspondientes a este período como eficientes, siendo ellos, enero y octubre, por otro lado los meses mayo, julio y diciembre se presentan como los de nivel de eficiencia más bajo con 0,12%, 40,52% y 6,77%, respectivamente. Este año tiene un promedio total de niveles de eficiencia de 63,83%.
	Año 2013	El 20% de los meses son eficientes (mayo y agosto), los demás por el contrario presentan niveles variables de ineficiencia, siendo el más bajo de ellos junio con 15,54% seguido por septiembre con 36,84%. El promedio de los niveles presentados durante 10 meses del año 2013, es de 65,53%.

Fuente: Elaboración propia.

### 5.3.2. Análisis de modelo CCR-O

El modelo CCR-O permite además de identificar los niveles de eficiencia técnica, observar cuáles fueron los ponderadores asignados a las variables para el cálculo de ella. De esta manera se realizará un análisis de los pesos que tuvieron cada una de las variables en la determinación del nivel de eficiencia.

El modelo arroja cuatro DMU's con nivel de eficiencia 100%, pero al revisar los ponderadores asignados a las variables se evidencia que todas tuvieron mínimo una y máximo dos variables ponderadas con cero, demostrando que la empresa Transportes Oro S.A.S no tuvo ningún mes con un comportamiento Pareto eficiente. Enero y febrero 2012 y mayo 2013, fueron los meses que obtuvieron eficiencia con menor número de ceros asignados a sus variables, siendo para enero 2012 y mayo 2013 la variable ponderada con cero "gastos operacionales de administración", y para febrero 2012 "otros egresos". Por otro lado la DMU que alcanzó eficiencia con más ponderadores de cero fue agosto de 2013, recibiendo pesos nulos en "gastos operacionales de administración" y "otros egresos".

Para este grupo de períodos que alcanzaron la eficiencia técnica, la variable "gastos operacionales de administración" fue la que más castigó, teniendo tan sólo octubre de 2012, ponderador diferentes de cero en ella; situación contraria presenta el *output* "rentabilidad" y el *input* "costos de ventas" donde para todas las DMU's registró valores diferentes de cero. Pasando de este grupo de períodos de tiempo con nivel de eficiencia técnica de 100%, al grupo total de DMU's, la situación en cuanto a variable que más castiga y output que favorece es la misma, la variable que más las afecta es "gastos operacionales de administración", siendo asignados en ella a 13 de los 22 períodos evaluados ponderador de cero, además de presentar el ponderador totalizado más bajo 5,74E-09; la variable de salida "rentabilidad" sigue siendo en este grupo la que más beneficia la calificación de

todas las DMU's, a ninguna de ellas le es asignado valor de cero en esta variable y recibe el ponderador totalizado más alto, 2,38E-06.

La variable de entrada "costo de ventas" por su parte es la que presenta la segunda sumatoria de ponderadores más baja con 9,72E-07, castigando a 8 DMU's con ponderador de cero. Y "otros egresos" como la variable que después de "rentabilidad" más beneficia a las DMU's seleccionadas, castigando con ponderador de cero a sólo 3 de las 22, obtiene el segundo peso totalizado más alto, 2,24E-07.

Para poder observar el comportamiento de las variables en el cálculo de nivel de eficiencia técnica para la empresa Transportes Oro S.A.S en el período seleccionado, se establece la tabla 13.

**Tabla 13.** Resumen variables

VARIABLE	OBSERVACIÓN
V(1) COSTOS DE VENTA	Con un peso de 9,72E-07, se ubica como la segunda variable que más castiga las DMU'S por su asignación de cero a ocho de las 22. En el grupo de DMU'S con eficiencia técnica del 100% tomó ponderadores diferentes a cero para todas.
V(2) GASTOS OPERACIONALES DE ADMÓN.	Representa el peso más bajo de todas las variables con el peso totalizado de 5,74E-09; siendo trece de 22 el mayor número de DMU'S afectadas con ponderador cero.
V(3) OTROS EGRESOS	Con un ponderador de 2,24E-07 es la tercera de cuatro variables que castiga mas DMU'S, afectando 3 de las 22.
U(1)RENTABILIDAD	Presenta el peso más alto con 2,38E-06, siendo la variable con un castigo nulo de DMU'S con ponderador cero. En el grupo de DMU'S con eficiencia técnica del 100% tomó ponderadores diferentes a cero para todas.

Fuente: Elaboración propia.

Referente a las correlaciones presentadas entre las variables seleccionadas para el presente estudio (tabla 14), no se encuentran correlaciones significativas, por lo cual se evidencia que las variables consideradas muestran independencia entre ellas.

**Tabla 14.** Correlaciones.

	COSTOS DE VENTAS	GASTOS OPERACIONALES DE ADMON	OTROS EGRESOS	RENTABILIDAD
COSTOS DE VENTAS	1	0,04276	0,24134	0,00422
GASTOS OPERACIONALES DE ADMON	0,0428	1	0,0994	-0,6611
OTROS EGRESOS	0,2413	0,09936	1	-0,1725
RENTABILIDAD	0,0042	-0,66114	-0,1725	1

Fuente: Elaboración propia.

## 5.4 POLÍTICAS DE MEJORAMIENTO

El modelo CCR-O además de permitir analizar las variables en cuanto a su nivel de impacto en el cálculo del nivel de eficiencia, permite además poder identificar políticas de mejoramiento en cifras exactas para lograr que la DMU seleccionada pase de presentar niveles de eficiencia a ser eficiente. De esta manera se ha seleccionado octubre de 2013, último mes del período evaluado para el análisis de eficiencia de la empresa Transportes Oro S.A.S.

Como se evidencia en la tabla 15, en el mes de octubre 2013 la empresa Transportes Oro S.A.S obtiene un *score* de 48,42%, para que éste pueda aumentar hasta el punto de que llegar a ser eficiente, no basta sólo con afectar la variable de salida “rentabilidad”, sino que debe disminuir los costos de ventas, realizar una revisión de ellos y ver qué tan bien están siendo dirigidos e impactando los niveles de la rentabilidad de los servicios ofrecidos, con esta disminución y diversas estrategias por el departamento comercial, por un mayor

número de clientes, y el operativo por satisfacerlos de la mejor manera, se podrá generar un cambio en la rentabilidad, pasando de \$-9.772.373 a \$238.694.958, generando un cambio en esta variable del 106,53%.

**Tabla 15.** Proyección

DMU	Score			
I/O	Data	Projection	Difference	%
10/01/2013	0,4842			
COSTOS DE VENTAS	1393640981	1312515498	-81125483,4	-5,82%
GASTOS OPERACIONALES DE ADMÓN.	462724977,5	462724977,5	0	0,00%
OTROS EGRESOS	121144106,3	121144106,3	0	0,00%
RENTABILIDAD DEA	233227626,89	481694958	248467331	106,53%
RENTABILIDAD REAL	-9772373,11	238694958	248467331	106,53%

Fuente: Elaboración propia.

## 6. CONCLUSIONES

Mediante la aplicación de los modelos CCR-O y *Windows Analysis* de la herramienta matemática *Data Envelopment Analysis*, se identificaron cuatro de los 22 meses comprendidos dentro del período de enero 2012 a octubre 2013, como meses con niveles de eficiencia técnica del 100%, pero con ponderadores de cero en al menos una de sus variables, indicando que no se registró un mes Pareto eficiente en el período seleccionado. De igual manera se identificó que los meses más críticos para Transportes Oro S.A.S fueron registrados en el 2012, presentando un aumento en el nivel de eficiencia entre los meses 2012 y 2013 de 1,70%. Para el periodo total evaluado, registra un promedio de niveles de eficiencia de 60,91%.

En cuanto a las variables “gastos operacionales de administración” fue la que más castigó, teniendo tan sólo octubre de 2012, ponderador diferentes de cero en ella; situación contraria presenta el *output* “rentabilidad” y el *input* “costos de ventas” donde para todas las DMU’s registró valores diferentes de cero.

La aplicación de los modelos ha permitido la realización de análisis que brinden a la empresa una visión clara de cómo ha sido el nivel de eficiencia presentado, sujeto a las variables establecidas, logrando establecer políticas de mejoramiento continuo, que conlleven a la generación de competencias significativas, traducidas en un mayor impacto en el mercado y en la competitividad logística regional.



## 7. BIBLIOGRAFÍA

**BANCO MUNDIAL.** Boletín de Desempeño Logístico. Publicado: 25 de ayo de 2012. Consultado: Noviembre 14 de 2013, Disponible en: <http://www.andi.com.co/Archivos/file/Gerencia%20LTI/Boletines%20Informativos/Boletin%20Semanal/Boletin%2080%20-%20Gerencia%20LTI.pdf>

**BERNÉ,** Carmen, et. al. Análisis de la eficiencia técnica y productividad del marketing para una compañía de seguros de vida. Panorama socioeconómico, Vol. 27, Núm. 38, Pág. 44 – 59. Universidad de Talca. Chile. Publicado: julio de 2009. Consultado: 20 de diciembre de 2013. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39912023005>

C. SIMÓN DE BLASS, A. ARIAS COELLO. J. SIMÓN MARTÍN. Aplicación De La Técnica DEA En La Medición De La Eficiencia De Las Bibliotecas De La Universidad Complutense De Madrid. Revista Española de Documentación Científica. Enero-Marzo. 2007

CHEDIAK P. Francisco. VALENCIA A. Luz Stella. Metodología Para Medir La Eficiencia Mediante La Técnica De Análisis Envolvente De Datos DEA. Vector, Volumen 3, , págs. 70 – 81 Consultado: 08 de enero de 2014. Disponible en: [http://vector.ucaldas.edu.co/downloads/Vector3\\_7.pdf](http://vector.ucaldas.edu.co/downloads/Vector3_7.pdf)

**GARCÍA COLÍN,** Juan. Contabilidad de Costos. 2a edición. McGraw-Hill, Pág. 12 al 14.

**GIRALDO T.,** Néstor. Evaluación de los grupos de investigación según los indicadores de eficiencia de Colciencias versus su evaluación según el análisis

envolvente de datos. Universidad Tecnológica de Pereira. Consultado: 10 de noviembre de 2013. Disponible en:

<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/377/1/00140901G516.pdf>

**GONZÁLEZ**, Robinson Alexander. Utilización Del Análisis Envolvente De Datos (Dea) En El Desarrollo De Una Metodología Para El Establecimiento De Costos Eficientes De Remuneración, En La Administración, Operación Y Mantenimiento De Los Sistemas De Distribución Eléctrica. Trabajo presentado para optar Por el título de Magíster en Ingeniería Eléctrica. Bogotá. Universidad Nacional De Colombia. Facultad De Ingeniería Departamento De Ingeniería Eléctrica. 2010. Pag. 48.

**HILLIER F.S., LIEBERMAN G. J.**, Introducción a la Investigación de Operaciones, Mc Graw Hill, Quinta Edición.

**HUSSEIN**, Ahmed; **SHAHOOT**, Khalid. Using Data Envelopment Analysis to measure cost efficiency with an application on Islamic Banks. Scientific Journal of Administrative Development, Vol. 4, IAD 2006. Consultado: 05 de enero de 2014. Disponible en: <http://www.iad.gov.qa/arabic/images/stories/document/volume4/art62006.pdf>

**INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN.** Compendio, tesis y otros trabajos de grado. Quinta Actualización. Bogotá. ICONTEC, 2002.

**MONTERROSO**, Elda. La gestión de abastecimiento. Consultado: 22 de Diciembre de 2013. Disponible en: <http://www.unlu.edu.ar/~ope20156/pdf/abastecimiento.pdf>

**POLILIBROS.** Conceptos básicos de investigación de operaciones [en línea]. Consultado: 14 de noviembre de 2014. Disponible en: [http://www.sites.upiicsa.ipn.mx/polilibros/portal/Polilibros/P\\_terminados/InvOperChave/Documentos/Unidad1/UNIDAD111.htm](http://www.sites.upiicsa.ipn.mx/polilibros/portal/Polilibros/P_terminados/InvOperChave/Documentos/Unidad1/UNIDAD111.htm)

**QUINDÓS M.,** Ma. Del Pilar; **et. al.** Análisis Envolvente de Datos: una aplicación al sector de los servicios avanzados a las empresas del Principado de Asturias. Consultado: 13 de diciembre de 2013. Disponible en: <http://www.uv.es/asepuma/XI/21.pdf>

Revista Dinero, Ed. 434 Especial Infraestructura, P93, EL ARTE DE TRANSPORTAR, Publicaciones Semana S.A., Noviembre 15 2013.

**SOTO MEJÍA,** José Adalberto y, **ARENAS VALENCIA,** Wilson. Análisis Envolvente de Datos. Primera Edición. Pereira. Postergraph S.A., Enero de 2010.

**UNIVERSIDAD CATÓLICA.** Tipos de investigación según el grado de profundidad y complejidad. Consultado el: 14 de noviembre de 2013. Disponible en: [http://portalweb.ucatolica.edu.co/easyWeb2/files/17\\_6912\\_tipos-de-investigacion-.pdf](http://portalweb.ucatolica.edu.co/easyWeb2/files/17_6912_tipos-de-investigacion-.pdf)

**URRUTIA WALTHER,** Williams. La importancia del transporte en la logística. Universidad Tecnológica de Chile. Publicado: agosto de 2011. Consultado: 29 de noviembre de 2013. Disponible: <http://www.emb.cl/negociosglobales/articulo.mvc?xid=259&edi=11&xit=la-importancia-del-transporte-en-la-logistica>

**VERGES,** Joaquim. Eficiencia empresarial comparativa: Indicadores y técnicas de análisis para la evaluación de la eficiencia de entidades productivas. Universidad

Autónoma de Barcelona. Publicado: Marzo de 2012. Consultado: 20 de diciembre de 2013. Disponible en:

<http://webs2002.uab.es/jverges/pdf%20GEP&R/Eficiencia%20empresarial%20compartiva,%20indicadores%20y%20tecnicas%20de%20analis.pdf>

**VERGES,** Joaquim. Análisis del funcionamiento económico de las empresas, medida de la eficiencia: de la rentabilidad a la productividad. Universidad autónoma de Barcelona. Publicado: 2011. Consultado: 20 de diciembre de 2013. Disponible

en:<http://gent.uab.cat/jverges/sites/gent.uab.cat.jverges/files/Analisis%20del%20funcionamiento%20econ%C3%B3mico%20de%20las%20empresas%201a.pdf>

## ANEXOS

### Anexo 1. Base de datos

DMU	(I)COSTOS DE VENTAS	(I)GASTOS OPERACIONALES DE ADMÓN.	(I)OTROS EGRESOS	(O)RENTABILIDAD	(O) RENTABILIDAD REAL
ene-12	\$ 962.686.377,00	\$ 413.879.107,50	\$ 71.990.500,28	\$ 305.477.541,86	\$ 62.477.541,86
feb-12	\$ 1.090.467.903,00	\$ 390.464.937,60	\$ 74.496.866,52	\$ 271.818.978,59	\$ 28.818.978,59
mar-12	\$1.171.393.169,00	\$ 407.096.304,00	\$ 153.740.039,75	\$ 236.708.799,55	\$ (6.291.200,45)
abr-12	\$ 1.058.197.949,00	\$ 363.429.786,00	\$ 86.631.698,20	\$ 305.057.884,21	\$ 62.057.884,21
may-12	\$ 1.194.768.775,00	\$ 531.735.310,80	\$ 301.250.459,44	\$ 444.922,71	\$ (242.555.077,29)
jun-12	\$ 1.098.051.211,00	\$ 490.406.945,00	\$ 88.240.309,93	\$ 302.138.460,95	\$ 59.138.460,95
jul-12	\$ 1.231.176.476,00	\$ 424.575.137,70	\$ 149.534.552,28	\$ 156.054.886,40	\$ (86.945.113,60)
ago-12	\$ 1.218.462.019,00	\$ 417.534.459,40	\$ 165.593.100,47	\$ 183.671.871,16	\$ (59.328.128,84)
sep-12	\$ 1.134.387.062,00	\$ 502.971.961,90	\$ 110.942.470,12	\$ 308.258.702,93	\$ 65.258.702,93
oct-12	\$ 1.254.409.300,00	\$ 42.966.602,20	\$ 117.019.961,84	\$ 371.930.862,63	\$ 128.930.862,63
nov-12	\$ 1.263.341.127,00	\$ 489.395.943,30	\$ 101.598.186,48	\$ 211.793.235,86	\$ (31.206.764,14)
dic-12	\$ 1.091.412.030,00	\$ 577.927.670,90	\$ 124.372.358,08	\$ 23.443.285,87	\$ (219.556.714,13)
ene-13	\$ 1.174.989.688,00	\$ 312.329.104,80	\$ 87.744.918,60	\$ 320.805.682,83	\$ 77.805.682,83
feb-13	\$ 1.141.540.597,50	\$ 396.785.698,90	\$ 96.852.400,78	\$ 273.449.403,76	\$ 30.449.403,76
mar-13	\$ 1.156.272.957,00	\$ 487.598.169,50	\$ 96.366.819,65	\$ 161.070.889,61	\$ (81.929.110,39)
abr-13	\$ 1.162.301.366,00	\$ 455.230.437,20	\$ 117.538.196,83	\$ 186.718.834,97	\$ (56.281.165,03)
may-13	\$ 1.193.546.293,00	\$ 348.954.782,10	\$126.426.213,85	\$ 484.156.008,67	\$ 241.156.008,67
jun-13	\$ 1.210.509.940,00	\$ 561.319.106,10	\$105.064.362,76	\$ 62.541.946,08	\$ (180.458.053,92)
jul-13	\$ 1.332.855.390,00	\$ 347.429.868,50	\$100.957.147,28	\$ 380.182.576,47	\$ 137.182.576,47
ago-13	\$ 1.277.372.571,00	\$ 342.009.897,70	\$ 235.565.227,20	\$ 535.892.077,63	\$ 292.892.077,63
sep-13	\$ 1.555.376.340,00	\$ 565.121.840,70	\$ 120.973.848,44	\$ 170.653.360,95	\$ (72.346.639,05)
oct-13	\$ 1.393.640.981,00	\$ 462.724.977,50	\$ 121.144.106,27	\$ 233.227.626,89	\$ (9.772.373,11)

Fuente: Elaboración propia.