

EFICIENCIA TÉCNICA EN LAS EMPRESAS DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE LA CORPORACIÓN FONAFE

Technical efficiency in electricity distribution companies of FONAFE Corporation

Carlos Quispe Ancasi¹

¹Universidad Continental, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Eléctrica.
Correo electrónico: cquispea@continental.edu.pe, carlos_q_a@yahoo.es

Resumen— En el Perú, la distribución eléctrica es una actividad regulada con características de monopolio natural, donde el concepto de empresa eficiente se define como una empresa que se encuentra adaptada a la demanda y que opera bajo un plan de obras óptimo.

En este esquema, para forzar a las empresas a ser eficientes, el regulador fija precios de acuerdo a los costos de una empresa eficiente, diseñada desde cero y sin considerar a las empresas reales. La evidente necesidad de revisar los procedimientos que se siguen para determinar la empresa eficiente, considerando las características de la distribución eléctrica y su influencia en la frontera de eficiencia, desde el punto de vista del criterio de la eficiencia productiva, ha llevado a proponer la metodología Análisis Envoltante de Datos (DEA).

El DEA permitió la determinación de eficiencia para el grupo de empresas de distribución eléctricas de la corporación Fondo Nacional de Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado (FONAFE) e identificar un conjunto de indicadores relativos a la eficiencia del proceso productivo de las empresas. Las propiedades de la técnica DEA permitieron considerar conjuntamente variables con distintas dimensiones físicas que caracterizan la actividad de distribución en un análisis global del sector y, al mismo tiempo, contemplar características propias de cada empresa de distribución respecto a su entorno.

Para la investigación se utilizó el método científico, tipo de investigación básico, nivel de investigación explicativa, diseño de investigación transeccionales correlacionales-causales. La población de estudio está centrada en las empresas de la corporación FONAFE y para validar la hipótesis se realizó la regresión logística.

Del análisis se observa que sólo el 57 % de las empresas evaluadas alcanzó la calificación de técnicamente eficientes y para cada una de las otras empresas, la metodología identificó acciones y estrategias para mejoras de la productividad. **Palabras clave:** Eficiencia técnica; distribución eléctrica, Fronteras de eficiencia; análisis envoltante de datos (DEA).

Abstract— In Peru, the electrical distribution is an activity regulated with natural monopoly characteristics, where the concept of efficient company, is defined as a company that is adapted to demand and which operates under an optimal plan of works. In this scheme, to force companies to be efficient, the regulator sets prices according to the costs of an efficient enterprise, designed from scratch and without regard to the actual companies.

The evident necessity of reviewing the procedures that are followed to determine the efficient enterprise, considering the characteristics of the electrical distribution and its influence on the border of efficiency from the point of view of the criteria of productive efficiency, has led to propose the methodology data envelope analysis (DEA).

The DEA permitted the determination of efficiency for the electric distribution companies of FONAFE Corporation group, identifying a set of indicators relating to the efficiency of the production process of the companies. The properties of the DEA technique allowed jointly consider variables with different physical dimensions that characterize the activity of distribution in a global analysis of the sector and, at the same time, consider characteristics of each company, to its surroundings.

It was used to research the scientific method, basic research type, level of explanatory research, design research Transeccionales correlative - Causales, study population focused on companies of Financing National Fund of State Business Activity FONAFE Corporation and to validate the hypothesis was the logistic regression.

The analysis shows that only 57 % of the evaluated companies achieved the qualification of technically efficient and for each of the other companies, the methodology identified actions and strategies for productivity improvements.

Keywords: Technical efficiency; electrical distribution, borders efficiency; data envelopment analysis (DEA).



I. INTRODUCCIÓN

Este documento representa el resultado de la investigación del desempeño de las empresas de distribución eléctrica de la corporación FONAFE, considerando sus características y su influencia en la frontera de eficiencia, para proponer acciones y estrategias para mejorar la productividad en cada empresa de estudio, que finalmente se verá reflejada en los costos, los cuales influyen directamente en la tarifa y benefician a las empresas y al usuario final con una tarifa justa y un servicio de calidad.

El objetivo fue determinar si las características de la distribución eléctrica influyen en la frontera de eficiencia, de las empresas de la corporación FONAFE. Para analizar las variables se utilizó el diseño transeccionales correlacionales-causales, las pruebas paramétricas y método de análisis envolvente de datos (DEA) y para validar la hipótesis se realizó la regresión logística.

II. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

A. Distribución eléctrica

Los sistemas de distribución incluyen todos los elementos de transporte de energía eléctrica comprendidos entre las subestaciones primarias, donde la transmisión de potencia se reduce a niveles de distribución, y las acometidas de servicio a los abonados [1] (véase Figura 1).

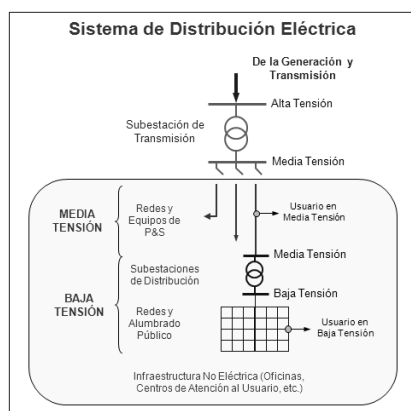


Figura 1. Esquema de la distribución eléctrica

B. Fronteras de eficiencia

El DEA es un procedimiento que utiliza técnicas de programación lineal para evaluar la eficiencia de un conjunto de unidades de producción homogéneas. Este procedimiento está basado en la asignación de ponderaciones a los distintos factores incluidos en el análisis [2]. Al utilizar el DEA, la frontera eficiente es el punto de referencia en función de la cual se mide el desempeño relativo de las empresas, entonces las empresas que forman la frontera de eficiencia utilizan una cantidad mínima de insumos para producir la misma cantidad de productos

El primer autor [3] que sugirió la utilización de fronteras para el análisis de la eficiencia relativa fue Farrell en el año 1957, usó para ello funciones de producción. Propuso un método para medir la eficiencia teniendo en cuenta varios factores de producción al mismo tiempo. Descomponía la eficiencia de una empresa en dos componentes: eficiencia técnica o la capacidad de la empresa para obtener el máximo producto dado un conjunto de factores de producción, y la eficien-

cia asignativa o la capacidad para usar estos factores en sus proporciones óptimas, dados sus precios respectivos. Ambas medidas podían agregarse para dar lugar a la eficiencia económica. Si la eficiencia en general se define como la relación entre productos y factores, el problema esencial de toda medida de eficiencia será definir los ponderadores que permiten agregar factores y productos a la fórmula general de eficiencia, que se define matemáticamente en (1):

$$E_o = \frac{u_1 y_{1o} + u_2 y_{2o} + \dots + u_m y_{mo}}{v_1 x_{1o} + v_2 x_{2o} + \dots + v_k x_{ko}} = \frac{\sum_{j=1}^m u_j y_{jo}}{\sum_{i=1}^k v_i x_{io}} \quad (1)$$

Donde:

- E_o es el índice de eficiencia relativa de la o-ésima UTD.
- Y_{jo} es el producto (output) j que genera la UTD.
- X_{io} es el factor (input) i que emplea la UTD.
- m es el número de salidas o productos y .
- k es el número de entradas o factores x .
- u_j es el ponderador o peso asignado al output j .
- v_i es el ponderador del input i .

C. Empresas de la investigación

Las empresas de distribución eléctrica investigadas se muestran en la tabla 1:

Tabla n.º 1. Empresas de distribución eléctrica

Muestra	Sigla
Electro Oriente	ELOR
Electro Puno	ELPU
Electro Sur Este	ELSE
Electro Centro	ELCTO
Electro Nor este	ENOSA
Electro Norte	ENSA
Electro Sur	ELS
Hidrandina	HDNA
Seal	SEAL

D. Variables de la investigación

Las variables, sus dimensiones e indicadores se muestran en la tabla n.º 2.

Tabla n.º 2. Variables de la investigación

Variables	Dimensiones	Indicador
Características de la Distribución Eléctrica	Técnicas	Redes de MT (km)
		Redes de BT (km)
		Subestaciones de Distribución (U)
	Comerciales	Cantidad de Usuarios (U)
		Venta de Energía (Kwh)
Económicas	Cantidad de Personal (U)	
Frontera de Eficiencia	Eficiencia	<0 Ineficiente
		1 Eficiente

E. Identificación de inputs (entradas) y outputs (salidas)

Para la identificación de inputs y output, se desarrolló un análisis estadístico que comprende:

- a) La relación entre indicadores de la variable independiente.



b) La asociación entre grupos de indicadores de la variable independiente. Para identificar los conjuntos de variables y su posibilidad de agregación para describir los principales factores que componen la distribución eléctrica, se empleó una técnica estadística factorial llamada análisis de componente principal (ACP).

En la tabla n.º 3 se indica la matriz de componentes y en la figura 3 se muestra el gráfico de saturaciones o gráfico de componentes en la salida del ordenador.

Matriz de componentes ^a			
Dimensiones	Indicadores	Componente	
		1	2
Comerciales	CLTS	.938	.306
	VECR	.540	.747
Técnicas	KMT	.864	-.486
	NSED	.921	-.321
	KBT	.868	-.449
Económicas	CPP	.689	.482

1 Es una de las técnicas de análisis multivariable más antigua. La idea central del ACP es reducir el número elevado de variables interrelacionadas del análisis de un problema.

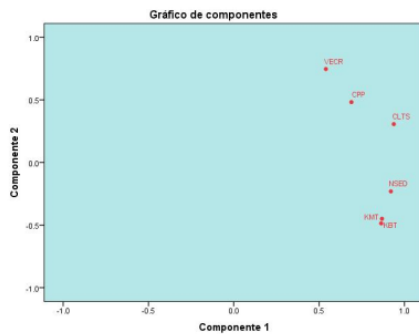


Figura 2. Gráfico de Componentes

Identificados los datos, según las características propias de dimensionamiento de las empresas, se procedió a nombrarlos de acuerdo a la nomenclatura típica empleada en los métodos de frontera, es decir, como variable de entrada para los recursos y variable de salida para los productos (véase tabla n.º 4).

Tabla n.º 4. Input y output

	Indicadores	
	Sigla	Descripción
INPUTS	KMT	Redes de MT
	NSED	Subestaciones de Distribución
	KBT	Redes de BT
	CPP	Cantidad de Personal
OUTPUTS	CLTS	Cantidad de Usuarios
	VECR	Venta de Energía

F. Determinación de la eficiencia mediante el DEA

Una vez identificados los inputs y los outputs, se procedió a utilizar el Software Frontier Analys. versión 4.2.0, desarrollado y comercializado por la empresa Banxia Software Ltd. El Manual de Usuario del Software Frontier Analys se encuentra en la página web de la empresa Banxia Software Ltd [4].

G. Resultado del análisis de eficiencia a las empresas de la corporación FONAFE

Para realizar el análisis de frontera de eficiencia se utilizó la metodología del DEA, Modelo DEA CCR Input Orientado. La frontera estará determinada por las empresas eficientes, tal como se aprecia en la tabla n.º 5.

Tabla n.º 5. Resultados de la eficiencia técnica

Units	Comparison	Efficient	Condition
ELCTO	100,00%	✓	●
ELOR	100,00%	✓	●
ELPU	74,70%		●
ELS	93,80%		●
ELSE	78,30%		●
ENOSA	100,00%	✓	●
ENSA	93,30%		●
HDNA	100,00%	✓	●
SEAL	97,90%		●

Los resultados muestran que las empresas Electrocentro S. A. (ELCTO), Electro Oriente S.A. (ELOR), Electronoroeste S.A. (ENSA) e Hidrandina S.A. (HDNA) son eficientes; el resto de las empresas son calificadas como ineficientes, es el caso de Electro Puno (ELPU), Electro Sur Este (ELSE), Electronoroeste (ENOSA), Electro Sur (ELS) y SEAL.

En la tabla n.º 6, se muestran los valores de posible mejora para las empresas ineficientes (véase tabla n.º 6)

H. Prueba de hipótesis

El modelo de regresión logística binario utiliza la distribución binomial para modelar la variación en una propuesta binaria. La probabilidad de ser eficiente se puede expresar por un parámetro en una distribución binomial.

El procedimiento de regresión logística, utilizando los datos a nivel de los casos individuales, independientemente de la forma en que los datos hayan sido introducidos, genera todas las predicciones, residuos, estadísticos de influencia y pruebas de bondad de ajuste.

Este modelo se ajusta realizando el contraste de máxima verosimilitud mediante la estimación incondicional. Por último, existe una relación estadística significativa entre las variables con un nivel de confianza del 95 % cuando el estadístico utilizado (denominado p-value) en el análisis presenta una desviación menor de 0,05 [10].

El modelo que se ha utilizado está basado en el cociente de posibilidades que presenta la probabilidad de un éxito en comparación con la probabilidad de un fracaso. Asimismo, en este trabajo se va a interpretar como la probabilidad de que una empresa sea eficiente, dependiendo de si tiene éxito en ello, o permanece como ineficiente.





Tabla n.º 6. Resultados de los valores de posible mejora para las empresas ineficientes.

Muestra	Input/output	Valor	Objetivo	Potencial Mejora
Electro Puno	KMT	4,982	2,313	-53.58%
	NSED	3,098	2,313	-25.32%
	KBT	6,282	2,676	-57.40%
	CPP	156	116	-52.32%
	CLTS	197,760	197,760	0.00%
	VERCR	235,286	355,682	51.17%
Electro Sur	KMT	1,373	1,082	-21.22%
	NSED	1,466	891	-39.23%
	KBT	1,365	1,281	-6.18%
	CPP	156	101	-35.11%
	CLTS	129,679	129,679	0.00%
	VECR	324,008	324,008	0.00%
Electro Sur Este	KMT	8,978	1,401	-50.98%
	NSED	5,753	4,504	-21.72%
	KBT	9,987	4,937	-50.56%
	CPP	264	207	-21.72%
	CLTS	353,996	353,9*96	0.00%
	VECR	390,141	552,424	41.60%
Electro Norte	KMT	3,411	3,019	-11.49%
	NSED	3,071	2,520	-17.93%
	KBT	3,760	3,506	-6.75%
	CPP	258	241	-6.75%
	CLTS	351,240	351,240	0.00%
	VECR	639,533	906,423	41.73%
Seal	KMT	2,963	2,902	-2.06%
	NSED	4,412	2,482	-43.74%
	KBT	3,692	3,386	-8.29%
	CPP	212	208	-2.06%
	CLTS	326,098	326,098	0%
	VECR	799,341	839,558	5.03%

La regresión logística, en nuestro caso, consiste en obtener una función lineal de las variables independientes, de modo que permita clasificar a las empresas que participan en una de las dos subpoblaciones o grupos posibles. No hay más alternativa de respuesta que lo establecido por los dos valores que puede asumir la variable dependiente: son eficientes o no lo son [10].

En esta etapa el análisis de regresión logístico se desarrolla para establecer los vínculos entre la eficiencia de las empresas eléctricas y la variable independiente. El objetivo es modelizar la relación entre una variable binaria de la respuesta (1 = eficiente, 0 = ineficiente) y una variable explicativa seleccionada. Estos modelos se basan en una función que posee una variable dependiente dicotómica y un conjunto de una o más variables independientes, las cuales pueden ser cuantitativas y/o cualitativas o una mezcla de ambas [10].

Lo que se pretende mediante la regresión logística es expresar la probabilidad de que ocurra el evento en cuestión como función de ciertas variables, que se presumen rele-

vantes o influyentes. Si ese hecho que queremos modelizar o predecir lo representamos por Y (variable dependiente) y las k variables explicativas (independientes) se designan por X1, X2, X3, ..., Xk, la ecuación general (o función logística) [11] es:

$$P(Y = 1) = \frac{1}{1 + e^{-\alpha - \beta_1 X_1 - \beta_2 X_2 - \beta_3 X_3 - \dots - \beta_k X_k}} \quad (2)$$

Donde $\alpha, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_k$ son los parámetros del modelo y "e" denota la función exponencial. Esta función exponencial es una expresión simplificada que corresponde a elevar el número e a la potencia contenida dentro del paréntesis. e es el número o constante de Euler o base de los logaritmos neperianos (cuyo valor aproximado a la milésima es 2,718).

En la tabla n.º 7 podemos comprobar que nuestro modelo tiene una especificidad alta (100 %) y una sensibilidad nula (0 %). Con la constante y una única variable predictora (CPP), clasifica las empresas eficientes (ESTADO = 1) cuando el punto de corte de la probabilidad de Y calculada se establece (por defecto) en 50 % (0,5).



Tabla n.º 7. Resumen del modelo
Resumen del modelo

Paso	-2 log de la verosimilitud	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagekerke
1	5.973 ^a	.508	.681

^a. La estimación ha finalizado en el número de iteración 6 porque las estimaciones de los parámetros han cambiado en menos de .001.

En la Figura 3 se observa una representación de lo que está sucediendo:

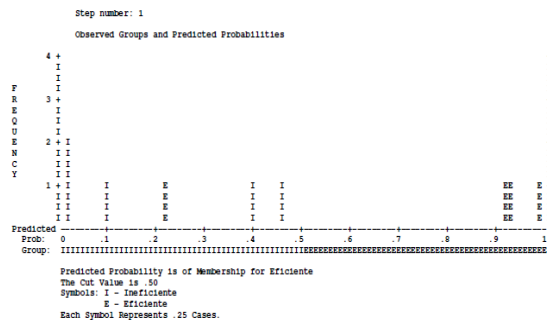


Figura 3. Gráfico de clasificación

Podemos comprobar cómo nuestro modelo calcula unas probabilidades de Y menores a 0,5 para todos los casos, por lo que los clasifica como "ineficientes" (ESTADO PREDICHO = 0). Esto concuerda con la escasa capacidad explicativa que se ha detectado con los coeficientes de determinación, y debe mejorar cuando se vayan incluyendo variables más explicativas del resultado o términos de interacción.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se acepta la H1, por lo tanto se concluye que existe influencia de las características de la distribución eléctrica en la frontera de eficiencia de las empresas de la corporación FONAFE.

III. DISCUSIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

A. Comparación de resultados

Durante la ejecución del presente trabajo de investigación, de acuerdo a las búsquedas realizadas por el autor, sobre todo con la metodología planteada, se han encontrado trabajos similares, que a continuación se detallan.

En primer lugar, se van analizar los resultados obtenidos con los mostrados por [5], donde, luego de utilizar la metodología del DEA, se estudió a 19 empresas distribuidoras peruanas para determinar la eficiencia. El ranking muestra que Edelnor, Seal, Hidrandina y Luz del Sur son las empresas menos ineficientes; en líneas generales las empresas ineficientes son las empresas administradas por el Estado, como Electro Sur Este y Electro Puno, entre otras.

Al respecto los resultados concuerdan con los obtenidos en esta investigación donde Hidrandina resultó eficiente y las empresas Electro Sur Este y Electro Puno son ineficientes. Un estudio realizado por [6] muestra que la eficiencia técnica medida con DEA indica que las empresas que se mantienen en la frontera de producción son Edelnor, Luz del Sur y Edecañete (todas ellas privadas), asimismo, las empresas regionales del norte y del centro, que fueron privatizadas y luego devueltas al Estado, muestran importantes mejoras en

su eficiencia, a pesar de haber sido devueltas (las reformas fueron importantes en la mejora de la eficiencia).

Estos resultados coinciden con los resultados obtenidos en nuestra investigación. Efectivamente, tres de las cuatro empresas que pertenecen al grupo Distriluz, devueltas al Estado luego de ser privatizadas, resultaron eficientes.

A nivel internacional, los estudios de eficiencia con la metodología DEA son variados y dependen, fundamentalmente, de la asignación de inputs y outputs, podemos citar como ejemplo al análisis efectuado por [7], con un panel de datos correspondiente a 27 tipologías de empresas de los siguientes países: Holanda, Bélgica, Francia, España, Italia, Australia, Alemania, Japón, Portugal y Suecia.

Los resultados relevantes muestran que las empresas alemanas pequeñas presentan eficiencia; las empresas belgas y alemanas grandes y las empresas austriacas y alemanas medianas presentan altos grados de eficiencia; asimismo las empresas belgas pequeñas son las más ineficientes, conjuntamente con las empresas italianas grandes para un cierto periodo de análisis.

B. Comparación de resultados

En la investigación efectuada y de acuerdo al modelo del Análisis Envolvente de Datos, cuatro de las nueve empresas distribuidoras son técnicamente eficientes: Electrocentro S. A. (ELCTO), Electro Oriente S. A. (ELOR), Electronoroeste S.A. (ENSA) e Hidrandina S.A. (HDNA). El resto de las empresas son calificadas como ineficientes técnicamente, al obtener una puntuación de eficiencia menor a la unidad.

Se evidencia que la eficiencia de las empresas se incrementa cuando éstas se agrupan buscando una mejor gestión, es el caso del holding de empresas del Grupo Distriluz, donde 3 de sus empresas son eficientes.

C. Consecuencias teóricas

De acuerdo a [8], la metodología del DEA presenta algunas desventajas, las cuales deben tenerse en cuenta al analizar los resultados de los modelos calculados.

En primer lugar, por su carácter no paramétrico, el método es sensible a la especificación del modelo. Para subsanar esta dificultad, algunos autores desarrollaron pruebas de hipótesis para evaluar la significación estadística de la contribución a la medida de eficiencia de una variable determinada y considerar la conveniencia de incluirla en el modelo.

Según [9], en la metodología del DEA, los test de hipótesis estadístico son difíciles de aplicar, porque es un método no paramétrico.

Para determinar si las variables en los modelos del DEA tienen influencia en posibles variaciones de la eficiencia técnica, se han propuesto varias herramientas estadísticas, paramétricas y no paramétricas. En esta investigación se utilizó una técnica paramétrica, el modelo logístico de regresión, como una forma alternativa de realizar un análisis discriminante sin recurrir a las hipótesis de normalidad y homocedasticidad, ni exigir que las variables clasificadoras utilizadas sean cuantitativas [12].





D. Aplicaciones prácticas

La evaluación de la eficiencia de las empresas de distribución es un tema recurrente en el país, a raíz del debate entre las empresas y el regulador por la fijación de precios, proceso que se repite cada cuatro años.

El desarrollo práctico alcanzado en este tiempo ha permitido consolidar las características y los principios de un modelo de comparación de eficiencia, que tiene como objetivo definir óptimamente el sistema de distribución, como resultado de una búsqueda que debe satisfacer en forma conjunta las necesidades de los clientes y las empresas.

Sin embargo, la ausencia de uniformidades en la definición y aplicación de los conceptos y criterios para el diseño de la empresa eficiente, así como la incorporación de las economías de escala, evidencian la necesidad de investigar y desarrollar procedimientos matemáticos generalizados para la determinación de los costos eficientes en el sector de distribución.

Tanto a nivel nacional como internacional, hay estudios donde se determina la eficiencia en los distintos niveles de los sistemas eléctricos; generación, transmisión y distribución, empleando métodos de benchmarking, basados en análisis de frontera, los que pueden clasificarse según la manera en que ésta se especifica y determina.

La especificación se refiere a si la frontera se calcula a partir de una función de producción o una función de costo; en ambos casos, la frontera será estimada a partir del mejor accionar de una empresa o grupo de empresas.

En los últimos años, el análisis envolvente de datos se ha convertido en un método de benchmark muy usado por las empresas. La principal ventaja del DEA consiste en que no está basado en el conocimiento de la función de producción, corresponde a un método no paramétrico, permitiendo así modelos más ricos y no dependientes del conocimiento de los precios de los factores de producción.

El DEA encuentra el conjunto de empresas eficientes a partir del cual, mediante combinaciones lineales, obtiene la envolvente o frontera. Esto representa una ventaja por su mayor flexibilidad, aunque para muchos su inconveniente fundamental radica en la falta de propiedades estadísticas de los resultados obtenidos con la programación lineal. Sin embargo, a su favor está la factibilidad de incorporar las economías de escala, ventaja importante que justifica su elección [13].

IV. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos parecen coherentes con las estrategias de la innovación seguidas por algunas empresas peruanas, como es el caso del holding de empresas del Grupo Distriluz, que, en base a la adquisición de tecnología disponible en el mercado nacional e internacional, aprovechan las economías de escala y el trabajo en equipo como medio de aumentar la competitividad.

El impacto de las duras condiciones geográficas y de difícil acceso afecta a la ineficiencia; por ello, empresas como Electro Puno o Electro Sur Este muestran resultados negativos en términos de eficiencia, posiblemente debido a las condiciones en las que operan: la naturaleza geográfica, las áreas de concesión de baja densidad, entre otras.

Otra de las condiciones para la ineficiencia, en las empresas de la corporación FONAFE, es la baja prioridad empresarial a la investigación e innovación, fundamentales para la mejora en su desempeño y eficiencia. Finalmente, los resultados se pueden ver afectados por las limitaciones conocidas de la metodología DEA u otros efectos derivados de las limitaciones y calidad de los datos empleados.

V. AGRADECIMIENTOS

A los compañeros de trabajo de la empresa CIRS EIRL por su valioso aporte a la investigación.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] T. GÖNEN, "Electric Power Distribution System Engineering" California: McGraw Hill. 1986.
- [2] F. Pedraja, J Salinas, "El Análisis Envolvente de Datos (DEA) y su aplicación al sector público: una nota introductoria", Hacienda Pública Española. 1994.
- [3] M.J. Farrell, "The Measurement of Productive Efficiency", Journal of the Royal Statistical Society. Serie A, Vol 3, 1957. Recuperado de: <http://www.aae.wisc.edu/aae741/Ref/Farrell%201957.pdf>
- [4] V. Coll Serrano, B. O. Blasco Blasco, "Frontier analyst una herramienta para medir la eficiencia". Malaga: Eumed. 2006.
- [5] J. L. Bonifaz, M. Jaramillo. "Efficiency Analysis for Peruvian electricity distribution sector: Inefficiency's explicative factors". Lima, Perú: Universidad del Pacífico. 2010.
- [6] R. Pérez, R. Espejo. "Measuring Efficiency and Productivity Change in the Peruvian Electricity Distribution Companies after Reforms". España. 2009.
- [7] F. J. Parra Rodríguez. "Análisis de eficiencia y productividad". España. 2002.
- [8] J. Pastor, J. Ruiz. "A statistical test for nested radial DEA models". España. 2002
- [9] A.R. Schuschny. "El método DEA y su aplicación al estudio del sector energético y las emisiones de CO2 en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile: CEPAL. 2003.
- [10] L.D. Balteiro. "Caracterización de la industria forestal en España, Aspectos económicos y ambientales". Fundación BBVA. 2008
- [11] A.C. Mariano. "Cómo hacer una regresión logística con SPSS®". Recuperado de: http://www.fabis.org/html/archivos/docuweb/Regres_log_1r.pdf.
- [12] S.F. Mauel. "Modelos de regresión con respuesta cualitativa: regresión logística". Recuperado de: <http://ciberconta.unizar.es/leccion/logis/inicio.html>.
- [13] R.E. Sanhueza H. "Fronteras de eficiencia, Método para la determinación del valor agregado de distribución". Recuperado de: <http://power.sitios.ing.uc.cl/paperspdf/sanhuezathesis.pdf>.

