

**UNIVERSIDAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA UTEC**  
**CARRERA DE INGENIERÍA DE LA ENERGÍA**



**EVALUACIÓN DEL MODELO DE VALOR  
AGREGADO DE DISTRIBUCIÓN DE PERÚ PARA  
LAS CONCESIONARIAS DE DISTRIBUCIÓN EN LA  
FIJACIÓN TARIFARIA 2018-2022**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Para optar el grado de bachiller en Ingeniería de la Energía

**Daniel Tupac Yupanqui Herrera**

**Código 201610471**

**Asesor**

MBA David Vilca Tomaylla

ORCID: 0000-0002-6162-0073

Lima – Perú

Febrero 2021

# TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
<b>RESUMEN .....</b>	<b>6</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>7</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>8</b>
<b>Alcance.....</b>	<b>10</b>
<b>Antecedentes .....</b>	<b>11</b>
<b>Justificación y motivación.....</b>	<b>13</b>
<b>Objetivo general.....</b>	<b>16</b>
<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>17</b>
1.1    Concepto de eficiencia.....	17
1.1.1    Eficiencia técnica.....	19
1.1.2    Eficiencia asignativa.....	20
1.1.3    Eficiencia económica.....	20
1.2    Determinación de la eficiencia.....	21
1.2.1    Método paramétrico.....	22
1.2.2    Método no-paramétrico .....	23
1.2.3    Modelo determinista y estocástico .....	24
1.3    Metodología DEA.....	26
1.3.1    Orientación del modelo DEA .....	27
1.3.2    Los datos.....	28
1.4    Yardstick competition.....	28

1.4.1	Modelo de empresa eficiente .....	31
1.4.2	Cálculo del VAD en Perú .....	31
1.5	Estado de arte .....	34
<b>CONCLUSIONES .....</b>		<b>39</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>		<b>40</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>		<b>40</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>44</b>

# ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Sectores de distribución Típicos para efecto de las fijaciones del Valor Agregado de Distribución de Distribución de los años 2018 y 2019.....	11
<b>Tabla 2.</b> Encuesta sobre la concordancia con el modelo de empresa eficiente .....	16
<b>Tabla 1.1</b> Características de los modelos determinista y estocástico .....	24
<b>Tabla 1.2</b> Los métodos de benchmarking existentes .....	25
<b>Tabla 1.3</b> Orientaciones del modelo DEA.....	27
<b>Tabla 1.4</b> Características de la problemática del yardstick competition .....	30
<b>Tabla 1.5</b> Estudios relacionados a la determinación de la eficiencia por DEA (parte a). ...	36
<b>Tabla 1.6</b> Estudios relacionados a la determinación de la eficiencia por DEA (parte b). ...	37
<b>Tabla A.1</b> Tipo de estudio tarifario de las empresas distribuidoras. ....	47
<b>Tabla A.2</b> Resumen del Valor Nuevo de Reemplazo de las instalaciones de Distribución Eléctrica. ....	49
<b>Tabla A.3</b> Resumen del Valor Nuevo de Reemplazo por Actividad.....	50

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.1</b> Función de producción con dos inputs y un output .....	19
<b>Figura 1.2</b> Tipos de eficiencia .....	21
<b>Figura 1.3</b> Métodos de medición de eficiencia.....	22
<b>Figura 1.4</b> Frontera de eficiencia de un conjunto de empresas (unidades de producción)..	23
<b>Figura 1.5</b> Metodología para el cálculo del VAD .....	32
<b>Figura 1.6</b> Etapas del estudio de costos del VAD .....	34
<b>Figura A.1</b> Evolución del indicador SAIFI a nivel nacional .....	45
<b>Figura A.2</b> Evolución del indicador SAIDI a nivel nacional .....	45
<b>Figura A.3</b> Evolución del SAIFI en el sector típico de distribución n° 1.....	46
<b>Figura A.4</b> Evolución del SAIDI en el sector típico de distribución n° 1 .....	46
<b>Figura A.5</b> Evolución del VAD para conexión en Baja Tensión. ....	48
<b>Figura A.6</b> Evolución del VAD para conexión en Media Tensión .....	48

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
<b>ANEXO 1:</b> Evolución del indicador SAIFI y SAIDI a nivel nacional (2012-2018 - total de interrupciones).....	45
<b>ANEXO 2:</b> Empresas sobre la fijación tarifaria VAD 2018-2022 y 2019-2023 .....	47
<b>ANEXO 3:</b> Evolución del VAD en baja tensión y media tensión de las empresas del sector típico n° 1 .....	48
<b>ANEXO 4:</b> Formatos de la Información Técnica, Comercial y Económica de la Empresa de Distribución Eléctrica.....	49

## RESUMEN

Los servicios eléctricos son indispensables para la población; por lo tanto, es de vital importancia establecer un marco regulatorio que logre incentivar la mejora del servicio eléctrico para los usuarios finales, cumpliendo con los estándares de calidad mínimo que estipula la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE) como mantener constante el nivel de voltaje con una variación de 5%, disminuir la frecuencia y la duración de las interrupciones del servicio eléctrico, entre otras variables.

En este trabajo se va a investigar, comparar, analizar y concluir si los cambios del modelo de empresa eficiente aplicado por Osinergmin desde el 01 de noviembre del 2018 posee las características necesarias para lidiar con la problemática de la determinación del VAD<sup>1</sup>. La importancia de esto recae en la necesidad de cumplir, de manera óptima, los requerimientos de un servicio eléctrico ininterrumpido para los usuarios finales, y, además, en incentivar monetariamente a las empresas de distribución eléctrica para que mejoren su gestión de recursos.

Se presenta la hipótesis de que el nuevo modelo de VAD puede ser mejorado en los puntos del artículo 67 de la Ley de Concesiones Eléctricas, modificado por el Decreto Legislativo N° 1221, que aplican criterios de eficiencia para las empresas con más de 50 mil usuarios, ya que la regulación puede llegar a ser muy estricta con respecto a sus criterios tal como considerar los materiales de infraestructura a menor costo del real.

***Palabras clave: Valor Agregado de Distribución (VAD), Modelo empresa eficiente, Análisis Envoltante de Datos (DEA), Regulación tarifaria***

---

<sup>1</sup> Valor Agregado de Distribución

## **ABSTRACT**

# **EVALUATION OF THE MODEL OF DISTRIBUTION ADDED VALUE OF PERU FOR THE DISTRIBUTION CONCESSIONARIES IN THE TARIFF FIXATION 2018-2022**

Electric services are indispensable for the population; therefore, it is vitally important to establish a regulatory framework that provides incentives to improve the electrical service for end users, complying with the minimum quality standards stipulated in the Technical Standard for the Quality of Electrical Services (NTCSE, as per Spanish acronym), such as maintaining a constant voltage level with a 5% variation, reducing the frequency and the duration of interruptions in electrical service, etc.

This work will investigate, compare, analyze and conclude whether the changes of the efficient business model applied by Osinergmin since november 01, 2018 has the necessary characteristics to deal with the problem of distribution added value (VAD, as per Spanish acronym) determination. The importance of this lies in the need to fulfill, in an optimal way, the requirements of an uninterrupted electric service for the end users, and, in addition, to provide monetary incentives to the electric distribution companies to improve their resource management.

The hypothesis presents that new VAD model can be improved in the points of article 67 of the Electrical Concessions Law (LCE, as per Spanish acronym), modified by the Legislative Decree N0. 1221, which apply efficiency criteria for companies with more than 50 thousand users, since the regulation can become very strict with respect to its criteria such as considering infrastructure materials at lower than the real cost.

***Key words: Distribution Added Value (VAD), efficient company model, Data Envelopment Analysis (DEA), Toll regulation***

## INTRODUCCIÓN

Actualmente debido a los importantes beneficios que provee el servicio eléctrico para la calidad de vida humana como la iluminación, el funcionamiento de dispositivos eléctricos y electrónicos como televisores, computadoras y refrigeradores, la operación en diferentes industrias y los hospitales, entre otros, aproximadamente el 97% de alrededor de 32 millones de habitantes del Perú utiliza electricidad, es decir aproximadamente 7 millones de suministros, según Osinergmin<sup>2</sup>.

Se puede concluir que la electricidad se ha convertido en una de las necesidades más básicas para la población. En consecuencia, es importante que el Estado como entidad reguladora, en este caso Osinergmin, supervise y fiscalice el sector eléctrico bajo un marco regulatorio, según las normas establecidas por el Ministerio de Energía y Minas para que se promueva la calidad del servicio eléctrico; entre ellas, aumentar la cobertura eléctrica en la población de tal forma que todos tengamos acceso a la electricidad, disminuir los índices de SAIFI<sup>3</sup> y SAIDI<sup>4</sup> en provincia (Anexo 1), mantener el precio de las tarifas de transmisión y distribución supervisadas por Osinergmin en niveles de baja variabilidad, además garantizar que el precio de estas sea conveniente para las concesionarias y los usuarios regulados del mercado eléctrico, etc.

Cabe mencionar para posteriores menciones que existen dos tipos de usuarios en el mercado: los usuarios regulados, cuya potencia contratada es menor a 200 kW, y están sujetos a las tarifas reguladas elaboradas por Osinergmin; y los usuarios libres, cuya potencia contratada es mayor a 200 kW, y pueden realizar contratos de energía, por lo que no estarían sujetos a una tarifa regulada y son capaces de negociar una tarifa con su suministrador eléctrico.

---

<sup>2</sup> Organismo de Supervisión de la Inversión en Energía y Minas

<sup>3</sup> Frecuencia promedio de las interrupciones por usuarios del sistema eléctrico

<sup>4</sup> Duración promedio de las interrupciones por usuarios del sistema eléctrico

Las actividades del sector eléctrico está dividida en tres segmentos físicos: la generación, la transmisión y la distribución, cada una con sus respectivas características de mercado. Respecto al sector de distribución se tienen las siguientes: uno, la concesionaria de distribución requiere realizar inversiones en redes y subestaciones y gastos de operación y mantenimiento, por lo que se cobra por medio de una tarifa denominada VAD a los usuarios que utilizan sus redes; y dos, el sector de distribución es un monopolio natural, es decir es un caso particular del mercado donde es más eficiente que una sola empresa se ocupe de brindar el servicio eléctrico a la sociedad que varias empresas ofreciendo el mismo servicio, tendiendo de esta forma al monopolio natural. Por ello, es necesario controlar el poder de mercado de las distribuidoras mediante la regulación, para evitar el riesgo de que la empresa fije precios por encima del costo marginal, reduciendo el bienestar social de los usuarios.

Para esta regulación, se adopta un esquema aplicado en la mayoría de países latinoamericanos denominado “benchmarking” que consiste en que el regulador compara las concesionarias con una empresa modelo. La denominada empresa modelo es aquella empresa eficiente cuyas inversiones están ajustadas a la demanda y opera bajo un plan de obras óptimo. El regulador fija un precio VAD de acuerdo a los costos y los ingresos de esta empresa modelo, y por consiguiente, se crea un escenario de competitividad entre las empresas reales, incentivándolos a ser tan eficientes como la empresa modelo para así se generen mayor rentabilidad. Se ha demostrado que la aplicación de una de las formas del esquema “benchmarking”, denominado “yardstick competition”, logra manifestar una tendencia reducción en las tarifas a mediano y largo plazo, por las razones que se expondrán en el trabajo.

Actualmente en el Perú, este esquema ha sido planteado como Modelo de la Empresa Eficiente y el papel de regulador lo ha desempeñado Osinergmin desde la promulgación de la Ley de Concesiones Eléctricas (LCE, en adelante) en 1992. En este modelo para la creación de la empresa modelo, se puede utilizar una metodología llamada *Data Envelopment Analysis* (DEA, en adelante) la cual es una herramienta que utiliza técnicas de programación lineal para la maximización de la eficiencia económica de una muestra de empresas distribuidoras,

y por medio de una combinación de las empresas reales más eficientes, construye a la empresa modelo.

Los resultados del modelo de empresa eficiente han sido un éxito, ya que se ha mejorado drásticamente el servicio eléctrico: la electrificación nacional se incrementó de 56.8% a 93.3%; y la electrificación rural, de 7.7% a 78%, en el periodo 1993 a 2015, consultado en la página web de Osinergmin [1].

Sin embargo, cabe señalar que existe un inconveniente con el Modelo de Empresa Eficiente aplicado por Osinergmin y es que esta tiende a alejarse de la realidad de las empresas de distribución.

En la práctica, el regulador no considera los costos reales de las empresas, sino los determinados por el modelo de la empresa eficiente, por lo que el resultado del VAD fijado por un periodo de 4 años, no representa el valor de las inversiones que las empresas han realizado para mejorar su servicio eléctrico.

Este problema dificulta el financiamiento del servicio de electricidad y otras inversiones a través de la tarifa para las empresas de distribución. Por ese motivo, este trabajo se propone estudiar el Modelo de Empresa Eficiente que actualmente aplica Osinergmin y tomar las consideraciones necesarias respecto a las variables que influyen en las inversiones y los costos, como el capital de trabajo, para determinar los ingresos permitidos relacionados con el uso de la empresa de la red. Y analizar los impactos económicos de la reciente modificación del marco regulatorio por el Decreto Legislativo N° 1207, publicado en El Peruano el 23 de septiembre del 2015, que ha eliminado el concepto de regulación por subsistema eléctrico y se ha pasado a regular a la empresa distribuidora como un todo bajo el concepto de empresa modelo eficiente.

## **Alcance**

Este trabajo se enfoca en estudiar y revisar el Modelo de Empresa Eficiente aplicado por Osinergmin para el cálculo de la tarifa VAD y determinar qué consideraciones se deben

tomar en cuenta para que la creación de la empresa modelo no esté tan alejada de la realidad de las empresas reales.

Los términos de referencia para la elaboración del Modelo de Empresa Eficiente son de acceso público, así como los informes de costos y las observaciones respecto a la fijación de tarifas VAD de las empresas de distribución, en la página web de Osinergmin [2].

El alcance de este trabajo abarcará el estudio de las empresas de distribución del Perú como: Enel Distribución Perú, Luz del Sur, entre otras, tal como se muestra en el Anexo 2, asimismo los sectores típicos de distribución descritos en al siguiente **Tabla 1**:

Sector de Distribución Típico	Descripción
1	Urbano Alta densidad
2	Urbano de media y baja densidad
3	Urbano-rural de baja densidad
4	Rural de baja densidad
Sistemas Eléctricos Rurales (SER)	Rural de baja densidad de carga a efectos de la Ley General de Electrificación Rural

**Tabla 1.** Sectores de distribución Típicos para efecto de las fijaciones del Valor Agregado de Distribución de Distribución de los años 2018 y 2019.

Fuente: Osinergmin. Resolución Directoral N° 0292-2017-MEM/DGE [3].

## Antecedentes

La aplicación del modelo de empresa eficiente en el sector de distribución eléctrica ha sido introducido por Chile, durante los primeros años de la década de los 80s, para la estimulación de un servicio más eficiente de acuerdo a costos de las empresas de distribución, paralelamente facilitó la privatización de importantes empresas públicas como Chilectra [4].

A partir de esta iniciativa de Chile, diversos países alrededor del mundo han realizado los estudios correspondientes para la implementación del mismo esquema de empresa modelo, o también denominado como modelo yardstick competition, en su marco

regulatorio. Cabe mencionar el esquema tradicional más utilizado era por regulación de tasa de retorno, que se basaba en el reconocimiento de los costes de la actividad de la empresa para la determinación de la tarifa, añadiendo además una tasa de retorno para las empresas sobre las inversiones gastadas; sin embargo, la desventaja de este esquema era que no promovía a la empresa a asignar eficientemente sus recursos disponibles, provocando sobre inversiones innecesarias para el servicio eléctrico que se sumaban al cálculo de la tarifa, disminuyendo el excedente de los usuarios regulados. Respecto a estos distintos esquemas de regulación, Asunción Núñez ha descrito y detallado en su trabajo de tesis, explicando las ventajas y desventajas de cada uno [5]. De este trabajo se recogen los conceptos necesarios para comprender y aplicar correctamente las diferentes metodologías de regulación.

A pesar de ello, se reconoce del modelo por reconocimiento de costes puede ser útil para el incentivo de inversiones y crear un sector sólido para implementar más adelante un esquema tipo yardstick competition. La integración de estos esquemas ha sido discutido y evaluado en el artículo “Integration of Price cap and Yardstick Competition Schemes in Electrical Distribution Regulation por Hugh Rudnick” [6]. En este trabajo se sopesan las ventajas de cada esquema y se concluyó que efectivamente ambos esquemas pueden complementarse mediante un modelo de empresa más incentivos de “price cap”, no obstante, también señala que aún se está lejos de llegar a un ultimátum con respecto al modelo regulatorio ideal, ya que el peligro de la asimetría de información entre el regulador y los regulados es un problema persistente y constante en el sector eléctrico regulado.

En el año 2003, se han realizado trabajos de tesis para la determinación del VAD por medio del modelo de empresa eficiente, como el de Guillermo Castro en España y el de Raúl Sanhueza en Chile. Los resultados respecto a la determinación de la eficiencia de las empresas por el cálculo de su VAD son muy completos y proponen diferentes ideas generales para reducir la asimetría de información entre el regulador y las distribuidoras como realizar auditorías de costes y tomar especial importancia a la cuantificación de la calidad del servicio. Por esa razón, el presente trabajo tomará estos trabajos de referencia [7], [8].

Se han realizado estudios y análisis utilizando la metodología DEA los cuales han demostrado, como se señala en el trabajo de Abbas Mardani publicado el 2016 [4], que es un

método más adecuado que los métodos tradicionales econométricos, para la determinación de la eficiencia máxima de una empresa modelo. Este trabajo después de revisar hasta 144 artículos de la metodología DEA enfocado en energía, rendimiento económico, etc., su autor Abbas Mardani concluye que es aplicable para la solución de la problemática de eficiencia energética. El concepto de eficiencia energética es relativamente nuevo, por lo que se tendrá en cuenta en este trabajo.

Recientemente en el 2016, se ha publicado por Edwin Peña una tesis titulado Comparación de la Eficiencia de las Empresas de Distribución de Electricidad del Estado Peruano: Considerando el Parámetro Calidad de Suministro del Servicio [9], cuyo aporte reside en la evaluación de la eficiencia de las empresas del Estado peruano, financiadas por FONAFE<sup>5</sup>, en el periodo 2008-2014 utilizando la metodología DEA, y verificar la ganancia de productividad en las empresas de distribución en ese periodo. Peña ha recopilado información muy importante y útil en su tesis, así que se tomará de referencia para realizar el ranking de las empresas de fijación tarifaria 2019-2023 del Anexo 2.

## **Justificación y motivación**

La falta de inversión en el sector distribución repercute principalmente en dos aspectos: uno, en no cubrir totalmente la cobertura y la capacidad eléctrica de la población y la segunda; dos, en deficiencias de la calidad del servicio, tal como continuidad del servicio. Esto tiene un gran impacto económico para los que no tienen acceso a un servicio tan fundamental como lo es la electricidad. Esta problemática está presente en localidades rurales, ya que según Osinergmin el coeficiente de electrificación rural es de 88% [1] y los niveles de calidad como el SAIFI y SAIDI de las concesionarias de distribución, ver Anexo 1, y por el otro lado, con respecto a la capacidad, debido a las congestiones y la falta de capacidad del SEIN, las compañías industriales en el centro y sur del país no pueden tener una mayor ampliación de capacidad eléctrica para congestionamiento de transporte de electricidad y aumentar la producción de la industria.

---

<sup>5</sup> Fonda Nacional de Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado

Esta problemática identificada se ha debido originar por varias de ellas, algunas de estas es la propia burocracia de las empresas públicas, el presupuesto, pero las más importantes es la fijación de tarifas la cual está basada sobre el modelo de empresa eficiente. Este ha sido un tema de discusión permanente entre las distribuidoras y Osinergmin, porque si la tarifa no remunera las inversiones de las empresas conlleva a tener los problemas mencionados.

Reiterando en la problemática del modelo de empresa eficiente, la elaboración de las tarifas VAD ha sido un tema de discusión permanente entre las distribuidoras y Osinergmin. Este efecto es contraproducente para la solucionar el acuerdo entre los dos agentes, regulador y empresa, para promover el servicio eléctrico.

Este trabajo se propone explorar esta dificultad, revisando el modelo con enfoque especial en las consideraciones de los costos de las empresas para incentivar la inversión, y paralelamente utilizando la metodología DEA para garantizar la eficiencia económica empresarial.

Si se resuelve el problema del modelo de regulación VAD, las empresas de distribución en el Sector Eléctrico Rural peruano tendrán mayor estímulo en acelerar la instalación de redes y subestaciones para un cobertura de electricidad nacional del 100%, así como España, Chile, Brasil, Ecuador, Argentina, entre otros según los datos del Banco mundial en el 2017 [10].

Adicionalmente presentar mejoras en los índices de calidad de SAIFI y SAIDI, ya que según el informe técnico realizado por Osinergmin se encontró una disminución los indicadores de tasas de falla e indisponibilidades en las líneas y transformadores de transmisión, y por lo tanto una disminución en los indicadores SAIFI y SAIDI de los sistemas de distribución con incidencia en transmisión durante el año 2017 [11], sin embargo esta mejora no es suficiente para resolver la problemática de la calidad del servicio en regiones de provincia, ver Anexo 1, ya que la diferencia de los niveles entre lima y el resto del Perú es bastante considerable.

Desde la promulgación de la Ley de Concesiones Eléctricas del año 1992, las tarifas de distribución VAD se han venido fijando cada 4 años según el modelo de empresa eficiente, la evolución de las fijaciones de esta tarifa se muestra en el Anexo 3 para el sector típico de distribución n° 1 (ver **Tabla 1**). La tendencia de las tarifas para este grupo fue ligeramente incrementándose, lo cual es un punto a tomar en cuenta en el análisis, ya que aparentemente se está estimulando a las empresas el retorno de su inversión por la mejora del servicio eléctrico; sin embargo, se requiere un análisis más profundo por ejemplo: observar cómo fue la tendencia del costo de instalaciones nuevas (precio internacional del cobre) en comparación al ligero incremento del VAD y concluir si en realidad existen incentivos para la inversión de las distribuidoras.

Recientemente en el año 2017, se realizó un estudio importante por la consultora Cambridge Economic Policy Associates Ltd (CEPA) y Negocios Globales Inteligentes (NEGLI), donde se recogió la opinión de las empresas de generación, transmisión, distribución y clientes libre a la problemática del sector eléctrico. A continuación, en la **Tabla 2**, se presentan los resultados de una de las preguntas de dichas encuestas:

“La regulación basada en una empresa modelo eficiente no permite financiar el acceso universal y otros gastos ad-hoc<sup>6</sup> a través de la regulación actual”; donde:

- 1 significa “no estoy de acuerdo”.
- 2 significa “parcialmente en desacuerdo”.
- 3 significa “ni en acuerdo ni en desacuerdo”.
- 4 significa “parcialmente de acuerdo”.
- 5 significa “totalmente de acuerdo”.

---

<sup>6</sup> Son gastos no habituales. Por ejemplo, podrían ser cuotas de inscripción o de consulta.

Agente	Número de respuestas	1	2	3	4	5
Empresas de generación	17	0%	6%	24%	29%	41%
Empresas de transmisión y distribución	17	6%	0%	22%	22%	50%
Clientes libres	5	0%	20%	0%	20%	60%

**Tabla 2.** Encuesta sobre la concordancia con el modelo de empresa eficiente  
Fuente: CEPA&NEGLI. Revisión del marco regulatorio del sector eléctrico peruano [12]

Por lo que se verifica la disconformidad que tienen los agentes del sector eléctrico, cuyas razones pueden ser diversas, con respecto al modelo de empresa modelo. Esto motiva la realización de este trabajo para buscar comprender y resolver la problemática que aqueja a los agentes del sector eléctrico y que puede escalar hasta el usuario final. Así que en resumen, se pretende revisar el modelo regulatorio actual de tal forma se identifiquen las deficiencias que no dejan obtener una tarifa de mercado acorde con las inversiones reales de las empresas.

## Objetivo general

Revisar y encontrar oportunidades de mejora en el modelo de empresa eficiente aplicado por Osinergmin para promover la inversión de las empresas distribuidoras de electricidad mediante una elaboración de VAD en concordancia con las empresas y el regulador utilizando la metodología DEA.

## Objetivos específicos

- Analizar los indicadores comerciales de las empresas distribuidoras.
- Evaluar la eficiencia de las empresas de distribución eléctrica sobre la última base de la fijación tarifaria por Osinergmin.
- Encontrar oportunidades de mejora para la metodología del modelo regulatorio actual.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

Se requiere profundizar en la teoría de los diferentes métodos para la determinación de eficiencia de las empresas, por lo que en este marco teórico se procede a explicar qué es la eficiencia y de qué forma se mide esta. Luego, se detalla en la metodología más adecuada a utilizar desde una perspectiva matemática. Después, se explora en el modelo de empresa eficiente de manera conceptual y de qué forma se calcula el VAD según la última fijación tarifaria 2018-2022. Finalmente, se realiza el estado del arte en referencia a los modelos de regulación del VAD en Chile, Noruega y Brasil, y también trabajos de la determinación de eficiencia en grupos de empresas en diversos países utilizando la metodología DEA.

### 1.1 Concepto de eficiencia

Una definición de "eficiencia" es la siguiente: "La eficiencia es la relación entre un ingreso y un gasto; entre un input<sup>7</sup> y un output<sup>8</sup>; entre un recurso y un producto". La expresión en cualquiera relación de eficiencia toma la forma de un cociente entre el output y el input, que se presenta en forma matemática de la siguiente forma:

$$Eficiencia = Output/Input \quad (1.1)$$

En el campo económico esta relación es denominada como función de producción, cuyo cálculo es necesario para ilustrar los diferentes ratios de cualquier empresa, por ejemplo: la relación (o ratio) del número de ventas de un determinado producto o servicio, por la cantidad de puestos de trabajo y trabajadores en un cierto periodo de tiempo. Sin embargo, el inconveniente de este cálculo es que resulta ser muy simplificado y no toma en

---

<sup>7</sup> Entrada (insumos).

<sup>8</sup> Salida (productos).

cuenta otros factores influyentes como la productividad de cada trabajador, el poder adquisitivo de los clientes.

Para el caso del sistema de distribución eléctrica, un ejemplo es que el servicio consiste en la entrega de kilowatts hora de energía eléctrica (output), lo cual requiere de redes de distribución eléctrica y esfuerzo laboral humano (input). La función de producción establece una relación numérica entre las variables de input y output para calcular, por ejemplo, costos de operación promedio para una determinada empresa. La forma de dicha relación puede ser muy diversa, según como sea necesario combinar los insumos para obtener productos. En consecuencia, se puede recalcar que si una técnica utiliza menos insumos con respecto a otras para entregar energía cumpliendo con los estándares de calidad técnica establecidos, entonces por definición es una técnica más eficiente.

Farrell, en su libro “The measurement of productive efficiency”, fue el primero que propuso un método empírico para medir la eficiencia teniendo como referencia las mejores prácticas de varios factores de producción al mismo tiempo de un grupo de empresas [13]. Este concepto a pesar de ser muy antiguo, aún se utiliza hasta en las literaturas actuales, debido a la concepción práctica que brinda Farrell para comprender y determinar la eficiencia económica de una empresa.

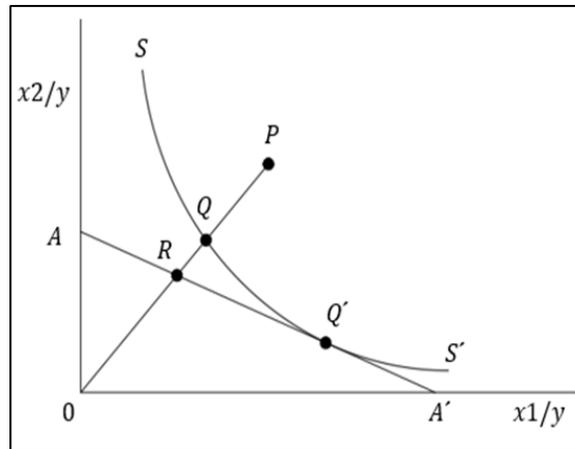
A partir de un caso sencillo para aplicar los conceptos de Farrell, como lo han hecho Nuñez y Sanhueza [5], [8], se va a considerar una empresa que emplea dos inputs ( $x_1$ ,  $x_2$ ) para la obtención de un único output ( $y$ ) representado en la **Figura 1.1**, se determina los conceptos de eficiencia técnica, eficiencia asignativa y eficiencia económica (o productiva). Bajo las siguientes consideraciones:

- La empresa opera bajo condiciones de rendimientos constantes a escala, es decir, si hay un incremento porcentual del output, esta será igual al incremento porcentual experimentado por el input.
- La tecnología de producción se representa por una isocuanta<sup>9</sup> que es convexa hacia el origen y que no tiene en ningún punto pendiente positiva.

---

<sup>9</sup> Curva matemática que representa diferentes combinaciones de factores para producir el mismo producto.

- La función de producción eficiente de la empresa es conocida, y se representa por la curva  $SS'$  en la **Figura 1.1**.



**Figura 1.1** Función de producción con dos inputs y un output

Fuente: R. Sanhueza. “Fronteras de eficiencia, metodología para la determinación del valor agregado de distribución” [8].

Los ejes cartesianos miden las cantidades de inputs empleados,  $x_1$  y  $x_2$ , por unidad de output,  $y$ ; la curva representada como  $SS'$  muestra los posibles pares de combinaciones de recursos ( $x_1$ ,  $x_2$ ) tal que disminuyendo uno o incremento el otro la cantidad producida permanece constante. En otras palabras, esta isocuenta se identifica como la frontera de producción de la empresa y toda el área por encima de esta es el conjunto factible<sup>10</sup> para obtener un determinado output  $y$  [5].

A continuación, se va a explicar los conceptos de eficiencia de una empresa para que sea considerada como eficiente.

### 1.1.1 Eficiencia técnica

Por concepto, es la capacidad de una empresa para obtener un determinado producto dado un óptimo conjunto de factores de producción. Gráficamente, considerando que la función de producción eficiente es la curva  $SS'$ , de la **Figura 1.1**, si la empresa utiliza una combinación de insumos representados en el punto P, entonces está empleando ineficiente

<sup>10</sup> Es el conjunto formado por todas las combinaciones alternativas de factores que permiten obtener una cantidad dada de producto.

más insumos para producir el mismo producto, a esto llamamos a esto “ineficiencia técnica”, lo cual queda representado por la distancia de QP. El punto Q, por el otro lado, cumple la definición de eficiencia técnica, ya que se encuentra sobre la frontera de producción de la empresa; es decir, utiliza lo mínimo necesario para la producción del producto.

### **1.1.2 Eficiencia asignativa**

Por concepto, es la capacidad para usar los factores de producción en sus proporciones óptimas, dados sus respectivos precios. Sobre la misma **Figura 1.1**, se puede observar la curva de la recta isocoste<sup>11</sup> AA'. Esta línea representa el coste mínimo incurrido por la empresa para generar el producto. Todos los puntos de la curva AA' representan el mínimo coste, por lo tanto, si el punto se encuentra sobre esta curva, como R, se dice que asignativamente eficiente. Por el otro lado, el punto Q si bien es técnicamente eficiente porque usa la combinación mínima de insumos, es asignativamente ineficiente porque sus costos no son los mínimos.

### **1.1.3 Eficiencia económica**

Finalmente, la eficiencia económica (o productiva) se define como la capacidad de combinar de forma óptima los insumos (inputs) y productos (outputs), teniendo en cuenta la maximización o minimización de alguna variable económica, como el beneficio o los costes de la producción. Para alcanzar este objetivo, la empresa debe ser técnicamente eficiente y asignativamente eficiente, ver **Figura 1.2**, es decir lo que representa el punto Q' que está sobre las fronteras isocuanta e isocoste.

---

<sup>11</sup> Representa las combinaciones de los factores productivos que suponen un mismo coste.



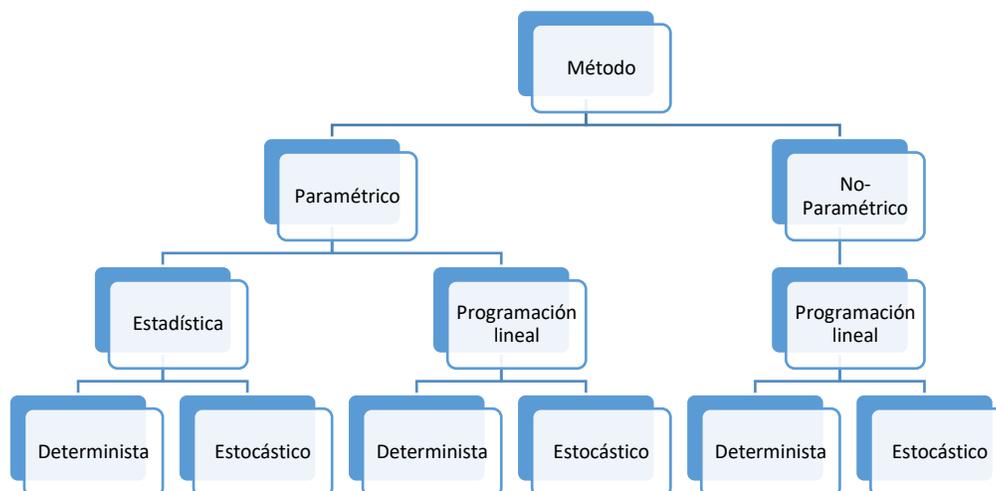
**Figura 1.2** Tipos de eficiencia  
Elaboración propia

Ya definidos los tipos de eficiencia propuestos por Farrell para entender y determinar cuando una empresa es productivamente eficiente, se ha tenido que partir bajo el supuesto de que la curva isocuanta  $SS'$  es conocida; sin embargo, en la realidad no es posible conocer por adelantado esta curva, se requiere realizar estimaciones utilizando las observaciones de las unidades evaluadas. Según Farrell, la forma correcta de medir la eficiencia era mediante la comparación de cada observación, comúnmente empresas, con la mejor práctica observada.

En la siguiente sección, se va a repasar los métodos para estimar las fronteras de eficiencia en general, y después se expondrá el escogido para este trabajo.

## 1.2 Determinación de la eficiencia

En general, las estimaciones de fronteras de eficiencia se basan en la premisa de que estas deben representar las prácticas más eficientes del sector. De acuerdo a lo último, los métodos utilizados pueden ser por técnicas paramétricas o no paramétricas para construir esta frontera; que a su vez se pueden emplear métodos estadísticos o de programación matemática como muestra la **Figura 1.3** que se explicará en las siguientes secciones.



**Figura 1.3** Métodos de medición de eficiencia  
Fuente: Coll y Blasco. “Eficiencia y Análisis envolvente de datos” [14].

### 1.2.1 Método paramétrico

El método paramétrico es un tipo de metodología que implica la definición de una forma funcional específica que relacione los insumos, los productos y los factores del entorno, como variables para estimar la frontera de costes o beneficios. Por consiguiente, su fin es construir una función promedio aplicable para cada unidad productiva y calcular las medidas de eficiencia por medio de una regresión<sup>12</sup> que parte de información estadística histórica.

La principal ventaja de este método es que, al estar basados en procedimientos estadísticos, permiten tener en cuenta el ruido aleatorio<sup>13</sup> que se puede generar por errores de medición en las mediciones de eficiencia. Sin embargo, como han señalado diversos autores con respecto a este método, las fronteras paramétricas son definidas a criterio de un creador y no hay garantía de que los criterios usados son los más apropiados, además se requiere de bastante información por parte de las empresas para definir las funciones de producción impuestas a priori sobre los datos, información que no necesariamente está disponible [5], [8], [15].

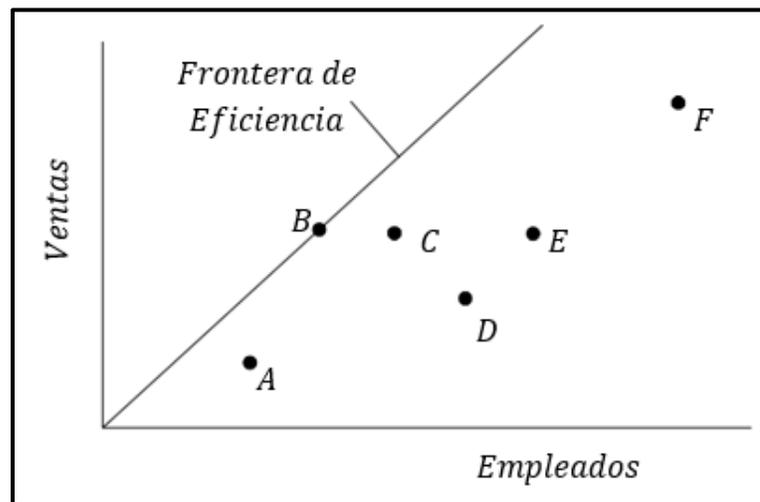
<sup>12</sup> Es un proceso estadístico para estimar las relaciones entre variables.

<sup>13</sup> Es una señal aleatoria que no guarda correlación estadística

### 1.2.2 Método no-paramétrico

El método no paramétrico utiliza como herramienta la programación lineal para calcular la eficiencia técnica de un grupo de empresas y así, estableciendo supuestos de producción bastante flexibles, calcula la frontera de eficiencia para ese conjunto de empresas. Lo cual significa que, a diferencia del método paramétrico, no es necesario asumir una forma funcional concreta de la frontera, por lo que permite dar una medida específica de la eficiencia técnica de cada empresa, en vez de un promedio, y además, es menos propenso a errores de especificación [5], [9], [16].

Esto se explica gráficamente con la siguiente gráfica de la **Figura 1.4**: se tiene, como ejemplo un conjunto de empresas cuya relación de empleados vs ventas están representados en las letras A hasta la F. A partir del concepto de Eficiencia técnica, para este caso la mejor práctica consistiría en la que se calcule el mayor valor de la relación (ventas/empleados), por lo que se tiene que la empresa B es quien se desempeña mejor técnicamente, y se toma de referencia para dibujar la frontera de eficiencia [17].



**Figura 1.4** Frontera de eficiencia de un conjunto de empresas (unidades de producción)  
Fuente: W. Cooper et. al. "Data envelopment analysis: A comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software" [17].

### 1.2.3 Modelo determinista y estocástico

Paralelamente, los métodos para estimar la eficiencia se pueden separar entre modelo determinista o modelo estocástica. Para los trabajos de esta índole, la principal diferencia es la forma en la que se toma la ineficiencia: el determinista no toma en cuenta los errores aleatorios que pueden surgir en la medición de la ineficiencia, mientras que el estocástico sí lo tiene en cuenta.

Históricamente, se empezó utilizando el modelo determinista por medio de la estadística; sin embargo, a partir del año 1968, con la introducción de las matemáticas estocásticas y la programación matemática, la metodología econométrica<sup>14</sup> para estimar la eficiencia se ha desarrollado aún más. Esto debido a que no siempre las desviaciones respecto a la frontera de eficiencia están bajo el control de la empresa analizada, sino que, existe una componente aleatoria producto de factores externos que favorece o desfavorece la producción de la empresa [8], [18], [19].

En la siguiente **Tabla 1.1**, se explica estos tipos de análisis:

Modelo	Determinista	Estocástico
Definición	Un modelo determinista es uno en donde los valores de las variables dependientes del sistema son determinados únicamente por los parámetros del modelo, sin contemplar la existencia de la incertidumbre.	Un modelo estocástico posee un régimen probabilístico donde tiene en cuenta la aleatoriedad del sistema, en ese sentido, los resultados del modelo no son necesariamente definidos por valores únicos.

**Tabla 1.1** Características de los modelos determinista y estocástico

Autor: S. Rey. Fuente: International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences [20].

Por lo tanto, la aplicación de un método no-paramétrico como el DEA se puede clasificar entre determinista o estocástico como se puede clasificar en la siguiente **Tabla 1.2**.

---

<sup>14</sup> Búsqueda de relaciones matemáticas que permitan explicar el comportamiento de una variable económica.

Métodos de benchmarking	No paramétricos o de programación matemática	Paramétricos
Determinísticos	Análisis Envolvente de Datos (DEA)	Mínimos cuadrados corregidos (MCC)
		- Efectos fijos (FSS-F) - Efectos aleatorios (FSS-A)
Estocásticos	DEA con bootstrap	Frontera paramétrica

**Tabla 1.2** Los métodos de benchmarking existentes

Fuente: A. Núñez. “Evaluación de la actividad de distribución eléctrica en España mediante fronteras de eficiencia” [5].

La introducción del bootstrap en el DEA ha sido validado por la literatura científica alrededor del año 2000, la cual tiene la ventaja de, como se ya se explicó, considerar la existencia de un término de perturbación en el cálculo de eficiencia en el VAD de cada empresa [8]. Especificando, el bootstrap es una aplicación que implementa muestras aleatorias con reemplazo<sup>15</sup> y asigna medidas de precisión como intervalos de confianza<sup>16</sup>, predicciones de error, entre otros [21].

Sin embargo, se puede rescatar del modelo determinista su pragmatismo en comparación al estocástico, ya que no es necesario realizar supuestos acerca de la forma de distribución del término de perturbación (o error) de las empresas evaluadas, de esa forma se evita depender de supuestos que pueden resultar ser inciertos y que distorsionen los resultados del modelo. En resumen, aplicar el DEA sin bootstrap es posible y presenta algunas ventajas, como método no-paramétrico, que vamos a señalar en la siguiente sección.

<sup>15</sup> Con reemplazo significa que la muestra contiene elementos que pueden repetirse.

<sup>16</sup> Rango de valores donde se estima que se encuentra cierto valor desconocido bajo una probabilidad de acierto.

### 1.3 Metodología DEA

Esta metodología es reconocida por la literatura como confiable, y más adecuado que otros métodos tradicionales y econométricos como los análisis de regresión y los simples análisis de ratios [4]. Como se venido explicando a lo largo del trabajo, el DEA implica la utilización de métodos de programación lineal para determinar una frontera no-paramétrica sobre los datos, de manera que sea capaz de calcular eficiencias relativas a esta superficie.

El problema fraccional formulado consiste en encontrar el conjunto de ponderaciones que maximiza el valor de los outputs de la unidad analizada con respecto a sus inputs.

$$Eficiencia = \frac{\textit{Suma ponderada de outputs}}{\textit{Suma ponderada de inputs}} \quad (1.2)$$

Los pesos correspondientes a los inputs y outputs para realizar la ponderación se determinan a partir de la programación lineal con el objetivo de maximizar los outputs o minimizar los inputs, mientras que se tiene en cuenta que la eficiencia jamás puede ser superior a 1.

La principal ventaja radica en que el DEA, a diferencia de los métodos paramétricos, no necesita imponer una función promedio sobre los datos. No obstante, la frontera obtenida puede resultar incorrecta si los datos se encuentran distorsionados por ruido estadístico. En las palabras de Bonifaz y Santin, la eficiencia no es evaluada sobre la base de una función de producción ideal; los índices de eficiencia se calculan a partir de las mejores prácticas observadas. En segundo lugar, el modelo DEA se adapta al carácter multidimensional de determinadas actividades productivas, así como a la ausencia de precios de mercado para determinados factores productivos [22]. Por lo tanto, se reconoce la utilidad del DEA, hasta se puede adaptar a diferentes sectores además del de distribución eléctrica; sin embargo, se debe tener especial cuidado con los supuestos del modelo para evitar el ruido estadístico.

En resumen, el método DEA aproxima una frontera de producción eficiente no paramétrica, realizando diferentes combinaciones de factores por unidad de producto, para luego ajustar una isocuanta eficiente con respecto a estas combinaciones, de manera que esta sea convexa y de pendiente negativa.

### 1.3.1 Orientación del modelo DEA

La distancia a la frontera realizada por la metodología DEA Para la creación del modelo, se definen los Decision-making units (DMU en adelante) como las unidades organizacionales que toman libremente sus decisiones y poseen una determinada relación de inputs y los outputs. Para comparar el desempeño de los DMU por medio de la creación de la frontera, se deben definir sus variables de input y de output, donde la eficiencia para cada DMU se define como la relación de la ecuación 1.2.

Por lo que para representar como ejemplo, se asume que hay  $n$  DMUs donde cada uno consume  $m$  inputs para producir  $s$  outputs. Se tiene  $\mathbf{X} \in \mathbb{R}^{m \times n}$  ( $x_{ij} > 0, i = 1, 2, \dots, m$ ) y  $\mathbf{Y} \in \mathbb{R}^{s \times n}$  ( $y_{rj} > 0, r = 1, 2, \dots, s$ ) como las matrices, que consisten en elementos positivos de las entradas u outputs observadas y medidas por las DMUs. Se denota  $x_j$  (la  $j$ -ésima columna de  $\mathbf{X}$ ) como el vector de entradas consumidos por la DMU $_j$ , y por  $x_{ij}$  la cantidad de entradas  $i$  consumidas por DMU $_j$ .

De acuerdo a los trabajos de Debreau y Shepard, se han introducido dos nociones para la orientación de la medición de la distancia entre las DMU y la frontera, realizada por la metodología DEA, que puede ser tener orientación-output; es decir, enfocado especialmente al aumento de los productos, o tener orientación-input, enfocado a la reducción de insumos [23], [24].

En la **Tabla 1.3**, se tiene el enfoque matemático del DEA según su orientación.

Modelo con orientación-input	Modelo con orientación-output
$\text{Max } h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s U_r \cdot Y_{r0}}{\sum_{i=1}^m V_i \cdot X_{i0}} \quad (1.3)$ <p>Sujeto a:</p> $\frac{\sum_{r=1}^s U_r \cdot Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m V_i \cdot X_{ij}} \leq 1$ $U_r, V_i \geq 0 ; r = 1 \dots s ; i = 1 \dots m$	$\text{Min } f_0 = \frac{\sum_{i=1}^m V_i \cdot X_{i0}}{\sum_{r=1}^s U_r \cdot Y_{r0}} \quad (1.4)$ <p>Sujeto a:</p> $\frac{\sum_{i=1}^m V_i \cdot X_{ij}}{\sum_{r=1}^s U_r \cdot Y_{rj}} \geq 1$ $U_r, V_i \geq 0 ; r = 1 \dots s ; i = 1 \dots m$

**Tabla 1.3** Orientaciones del modelo DEA

Fuente: T. Joro, P. Korhonen. "Extension of Data Envelopment Analysis with Preference Information: Value Efficiency" [25].

Donde:

$h_0$ =Relación ponderada entre la cantidad de output y de input

$f_0$ =Relación ponderada entre la cantidad de output y de input

$Y_{r0}$ =Cantidad de output  $r$  producido por la unidad evaluada

$X_{i0}$ =Cantidad de input  $i$  consumido por la unidad evaluada

$Y_{rj}$ =Cantidad de output  $r$  producido por la unidad  $j$

$X_{rj}$ =Cantidad de input  $i$  consumido por la unidad  $j$

$U_r$ =Ponderación asignada al output  $r$

$V_i$ =Ponderación asignada al input  $i$

### 1.3.2 Los datos

Como regla general del análisis DEA, es preferible no analizar demasiadas variables para un determinado número de empresas, ya que un excesivo número de variables podría resultar en que todas las empresas son eficientes, perdiendo el objetivo del análisis, por consiguiente, se tiene la siguiente relación para evitar este problema [26]:

$$n \geq 3(m + s) \quad (1.5)$$

Por lo tanto, es necesario seleccionar solo unas cuantas variables para el estudio de las empresas. Entre todas las variables se deben seleccionar aquellas que mejor puedan representar el manejo de recursos del DMU (empresa).

En el Anexo 4, se presentan las todas las variables reconocidas por Osinergmin sobre la fijación tarifaria, para seleccionar los inputs ( $m$ ) y los outputs ( $s$ ) para el determinado número de empresas ( $n$ ).

### 1.4 Yardstick competition

Traducido como competencia por comparación, es un modelo de regulación donde el regulador simula competencia entre empresas similares, cuando en realidad no compiten en el mismo mercado por razones ineludibles, ya que, por ejemplo, para el caso de los mercados

de electricidad, de telecomunicaciones o del agua es prácticamente imposible que exista competencia debido a que solo participa la empresa dueña de la infraestructura de su respectivo servicio de conexión eléctrica, de fibra óptica o de provisión de agua, respectivamente.

Este modelo utiliza la información obtenida de las empresas que operan en el mismo ambiente de operación para establecer los niveles de costos que reconocerá como razonables en términos de eficiencia [27]. Aunque cabe señalar que el regulador tiene permitido realizar ajustes para tener en cuenta las diferentes condiciones de operación de las empresas; una de ellas puede ser la diferencia que implica una determinada zona geográfica con respecto a la probabilidad de descargas eléctricas y lluvias, la altura sobre el nivel del mar, entre otros.

El principal aporte del Yardstick competition, como se puede inferir, es que incentiva a las empresas a reducir sus niveles de costos para tener un excedente sobre los costos que reconoce el regulador. Asimismo, esto motiva a que la información sobre los costos de la distribución sea más transparentes y más fáciles de obtener, reduciendo de esta forma el problema de la información asimétrica.

Es aplicable en aquellas industrias donde es posible la segmentación horizontal, lo cual si bien puede generar que se pierdan economías de escala, se gana en la información que se obtendrá de la diversidad de empresas reguladas. Esta situación puede ser considerada por los estados para diseñar sus procesos de privatización de los monopolios estatales, como sucedió en el Perú con las empresas de distribución de electricidad, donde se crearon empresas regionales y en algunos casos hasta municipales, incluso en la ciudad de Lima se entregó el servicio a dos empresas distintas, a efectos de posibilitar la comparación en costos y calidad de servicio [27], [28].

Sin embargo, para la aplicación del yardstick competition, es necesario tener cuenta la siguiente **Tabla 1.4** con la problemática identificada del modelo en cuestión:

Problemática	Descripción	Medida de solución
Posibilidad de distorsión	Existe el riesgo que la regulación no remunere las inversiones efectuadas aun cuando estas, objetivamente, sí resulten eficientes.	Se requiere reestructurar los grupos de empresas a regular y utilizar otros criterios para la determinación de costos.
Asimetría de costos entre empresas	El servicio eléctrico para cada empresa varía de acuerdo a las circunstancias como la topología de redes, clima, demografía, entre otros factores, por lo que es necesario identificar factores diferenciadores entre las empresas sujetas a competencia comparativa, lo cual puede requerir un juicio subjetivo probablemente errado.	Existen metodologías econométricas que pueden corregir las diferencias de los factores en consideración y hacerlas comparables.
Riesgo de colusión	Existe el riesgo que las empresas podrían ponerse de acuerdo en presentar su información de costos a un nivel pre fijado que les otorgue beneficios esperados.	Auditorías y penalidades en los informes de costos de las empresas.
Riesgo regulatorio	Un error del regulador en la aplicación de la metodología influiría de manera determinante en la viabilidad económica de la empresa.	Se puede aumentar en cierta medida la relación entre los costos reales de la empresa con el precio del servicio impuesto por el regulador.

**Tabla 1.4** Características de la problemática del yardstick competition  
Fuente: Okumura, P. Mecanismos de regulación tarifaria [27].

Últimamente, la remuneración por yardstick competition se establece aplicando un modelo de empresa eficiente, como la regulación por empresa eficiente de Chile, Perú o Brasil; o bien por comparación relativa de las eficiencias de las empresas que están siendo

reguladas, como los casos de Holanda o Colombia; u otra empresa foránea utilizada como referencia, como en el caso de Panamá en relación a empresas estadounidenses [5].

#### **1.4.1 Modelo de empresa eficiente**

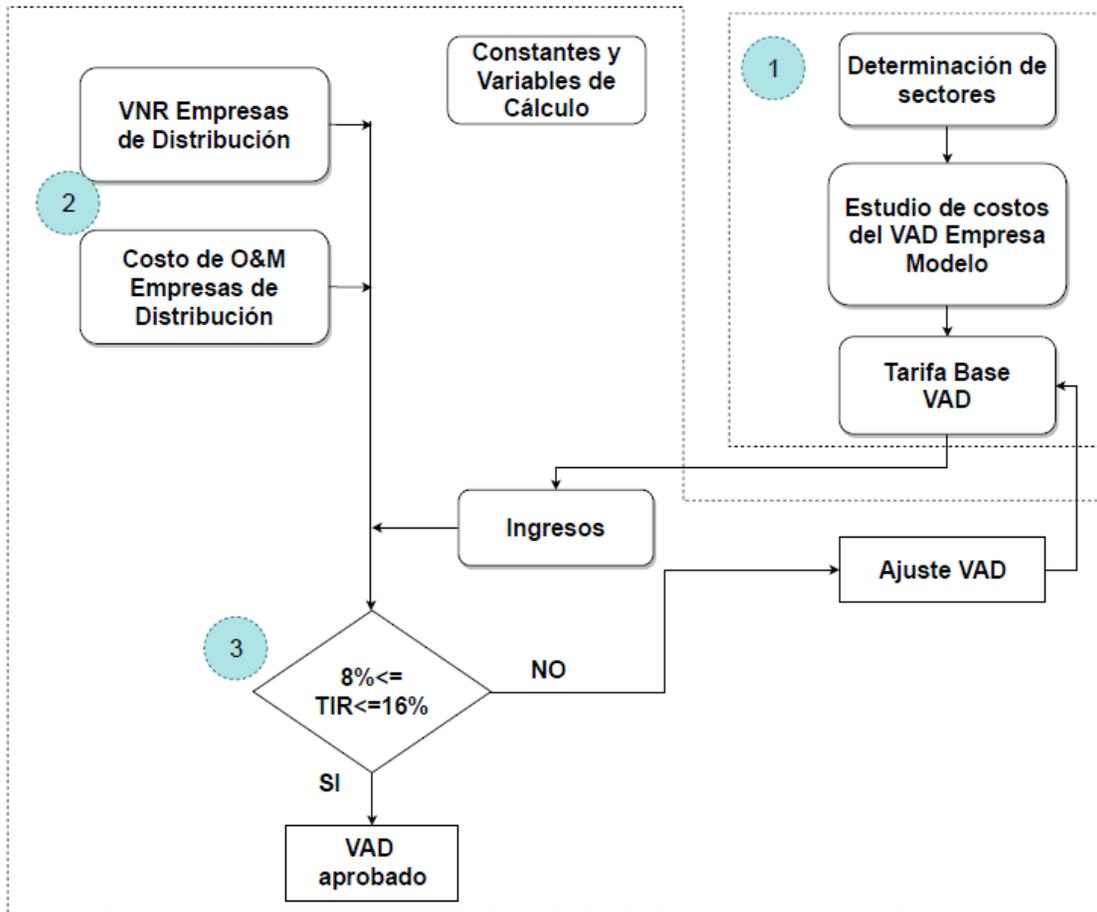
Como se ha mencionado, este modelo es una variante del yardstick competition, donde el regulador crea una empresa modelo inexistente que opera de manera eficiente, es decir que utiliza los recursos disponibles un servicio en condiciones óptimos respetando los estándares de calidad respectivo. De esta forma, las empresas reales tienen el incentivo de competir contra esta empresa teórica reduciendo sus costos y así obtener excedentes con respecto a la tarifa fijada por el regulador.

La empresa modelo se determina para distintas zonas geográficas o áreas tarifarias. Se considera que en el interior de estas áreas las tarifas son equivalentes para todas las empresas, debido al supuesto de que los costes son similares. En consecuencia, es importante definir apropiadamente estas áreas tarifarias, ya que existe el riesgo de perjudicar a las empresas cuya realidad no esté representada en las condiciones del área.

Es necesario ajustar periódicamente las tarifas, porque se debe tener en cuenta que el mercado está cambiando continuamente, debido a diversos factores como inflación, el progreso tecnológico, la mejora en la gestión de recursos por parte de las empresas.

#### **1.4.2 Cálculo del VAD en Perú**

Las bases de la metodología planteada por Osinergmin para determinar el VAD en el Perú son de acceso universal y está publicada en su página web. En la **Figura 1.5**, se muestra un resumen del procedimiento realizado.



**Figura 1.5** Metodología para el cálculo del VAD

Fuente: CEPA&NEGLI. Revisión del marco regulatorio del sector eléctrico peruano [12].

Como se observa, el primer paso es determinar los sectores de distribución típicos y realizar un estudio de costos de las concesionarias para la creación de la empresa modelo y determinar una tarifa base VAD.

Después, la empresa presenta su VNR<sup>17</sup> que representa las inversiones eléctricas y no eléctricas de nuevas instalaciones y equipos prestar el mismo servicio con las condiciones de tecnología y precio vigentes, en el formato indicado en el Anexo 4. Y las tarifas se establecen mediante el ajuste del VAD para cumplir una rentabilidad.

<sup>17</sup> Valor Nuevo de Reemplazo

Según Osinergmin, en los términos de referencia para la fijación del VAD 2018-2022 [2], para obtener el VAD mensual para baja tensión (BT), media tensión (MT) o para las subestaciones de distribución de MT/BT, se aplica la siguiente fórmula:

$$VAD = \frac{aVNR + O\&M}{MW} \quad (1.6)$$

Donde:

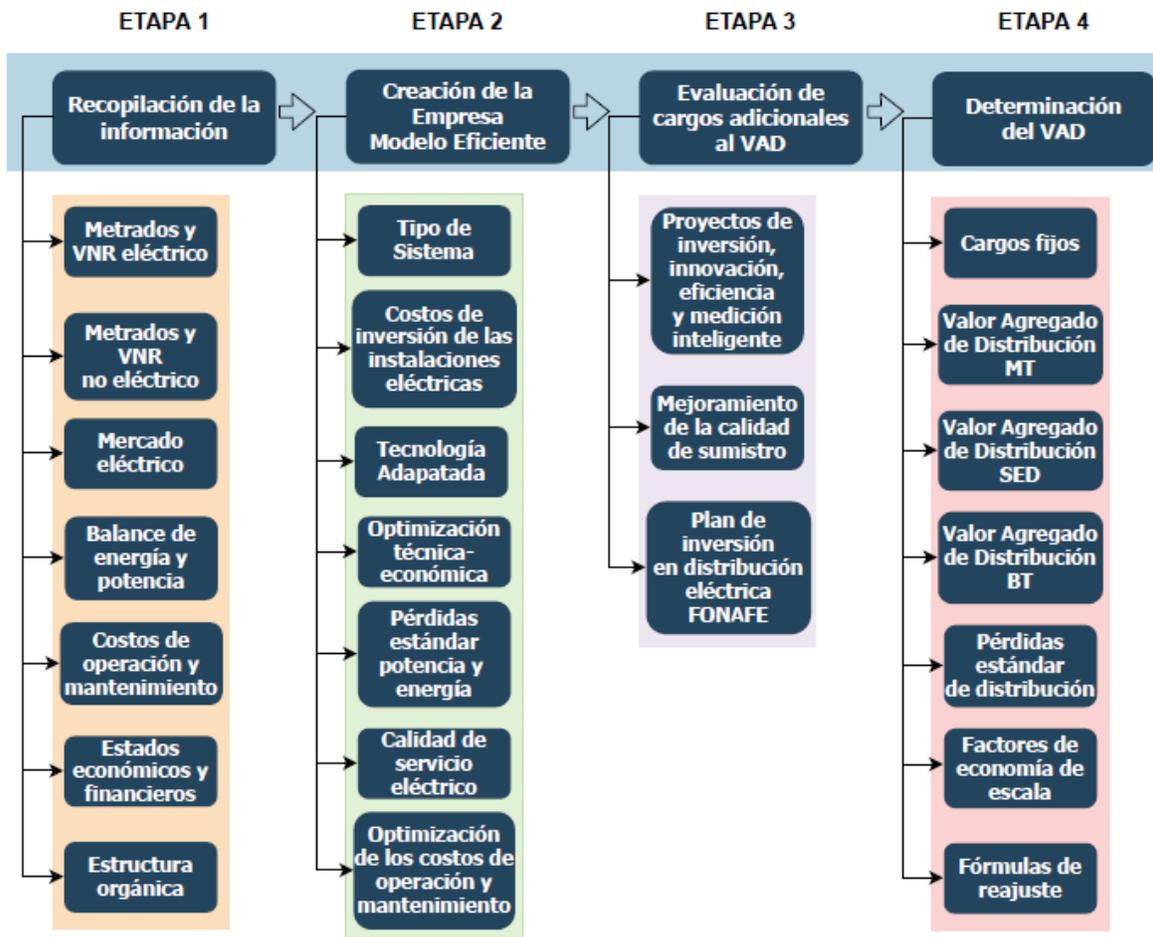
*aVNR*: Anualidad correspondiente a las inversiones

*O&M*: Costos de operación y mantenimiento de la red

*MW*: Potencia máxima demandada excluyendo las pérdidas de la red

Y se sigue el siguiente procedimiento: primero, para la anualidad del Valor Nuevo de Reemplazo (*aVNR*), se considera los flujos mensuales a las inversiones para la red de BT, MT o las subestaciones de distribución MT/BT económicamente adaptadas a la empresa modelo; así para una tasa de actualización de 12% anual para una vida útil de 30 años; segundo, los costos de O&M mensual se obtiene dividiendo el O&M anual entre 12; tercero, se toma la potencia máxima demandada en el nivel correspondiente de BT o MT para las horas punta, excluyendo las pérdidas estándar (técnicas y comerciales).

Por otra parte, se un enfoque para las etapas del estudio para la determinación del VAD que realiza la empresa real y el regulador, en la siguiente **Figura 1.6**. Cabe resaltar que en el caso de Perú, el estudio va de acuerdo con las disposiciones de la LCE, LGER y sus Reglamentos, así como las normas técnicas, de calidad, de regulación, de supervisión de fiscalización y de seguridad que correspondan independientemente del acuerdo que se haya realizado con los usuarios libres, y demás normas aplicables. Finalmente los ajustes y las evaluaciones de los cargos adicionales al VAD están especificados en los Términos de Referencia para la Elaboración del Estudio de Costos del VAD para el periodo de fijación de tarifas 2018-2022 en la página web de Osinergmin [2].



**Figura 1.6** Etapas del estudio de costos del VAD

Fuente: Osinermin. Términos de referencia para la Elaboración del Estudio de Costos del Valor Agregado de Distribución (VAD) [2].

## 1.5 Estado de arte

A continuación, se presentará una revisión de las metodologías de remuneración de las actividades de distribución de energía eléctrica en diferentes países, donde se infiere que su esquema regulatorio depende en buena medida de la integración entre el sector distribución y el comercializador [29]. Esta aseveración se basa en las oportunidades que se producen cuando se integran los dos sectores mencionados, porque en otras palabras, esto conlleva a un proceso de liberalización del mercado eléctrico donde los consumidores tienen libertad de elegir la tarifa y la empresa que le comercialice la electricidad.

Por consiguiente, si los negocios de distribución y comercialización están separados en estos países probablemente se apliquen esquemas de ingreso máximo, en cambio si es la misma empresa que se ocupa de estos negocios, como Perú, entonces le correspondería un esquema de precio máximo. Así que, se va a revisar algunas de las características de estos esquemas en los diferentes países donde se aplican.

En Chile, el esquema regulatorio general es de yardstick competition (o competencia referencial) por sectores típicos con precio techo. A partir de la creación de una empresa modelo que produce una cantidad demandada al mínimo costo técnico posible; decir el mismo modelo que aplica Perú, pero con algunas diferencias como, en el caso de Chile, el cálculo del VAD obtenido por cada empresa y el regulador se determina como una media ponderada de ambos, con pesos de  $2/3$  y  $1/3$ , respectivamente; mientras que en Perú el cálculo del VAD lo realiza solamente la empresa y el regulador se ocupa de revisarlo [8].

En Noruega, se utiliza un esquema regulatorio general por ingresos máximos determinados anualmente donde se basan parcialmente en los costos reales de las empresas (40%) y parcialmente en los costos que resultan de un análisis de eficiencia - benchmarking (60%). El estudio de benchmarking es un análisis no paramétrico de fronteras eficientes (DEA) orientado a los insumos. Para definir los insumos se consideran los costos totales para prestar el servicio, incluyendo los costos de AOM<sup>18</sup>, los costos de capital, el costo de la energía no suministrada, y el costo de las pérdidas de energía. La metodología DEA identifica la empresa eficiente como aquella que se encuentra posicionada sobre la frontera de eficiencia. Esta empresa resulta ser luego la empresa de referencia que denota el accionar eficiente del mercado [29].

En Brasil, el método para establecer los costes de la distribución están basados en los costes incrementales que se derivan de un algoritmo agregado de planificación de la expansión de una empresa concreta, denominada empresa modelo. La empresa modelo fue obtenida por comparaciones entre las empresas distribuidoras reales, siguiendo los fundamentos de la yardstick competition. Se utilizan técnicas estadísticas y de análisis cluster

---

<sup>18</sup> Administración, operación & mantenimiento

para representar la red de distribución y para evaluar sus principales parámetros, tales como caídas de tensión, pérdidas de la red e indicadores de calidad de suministro. Finalmente, las tarifas se calculan considerando la responsabilidad de cada usuario de la red de distribución en las inversiones del sistema [5].

Además, en las siguientes **Tablas 1.5 y 1.6**, se muestran algunos de los trabajos más recientes en países con un modelo regulatorio similar al peruano como en Chile, Brasil y otros donde aplicaron la metodología DEA para la determinación de la eficiencia de sus muestras en el sector de distribución eléctrica.

Autor	Título del Estudio	Inputs	Outputs	Número de DMU
Sanhueza (2003)	“Fronteras de eficiencia, metodología para la determinación del valor agregado de distribución”	Costos de operación y mantenimiento, costos de capital, número de trabajadores, remuneraciones, energía no vendida	Ventas de energía (kWh), Máxima demanda (kW), Número de clientes, longitud de red de distribución (km)	35
Motta (2004)	“Comparando el desempeño de la distribución de energía eléctrica en Brasil y EE.UU.: ¿Cuál fue el impacto de la privatización?”	Costos operacionales, costos operacionales totales (incluidos costos de capital)	Ventas totales (MWh), número de clientes y longitud de la red de distribución (km)	86
Abbot (2006)	“La productividad y la eficiencia de la industria de suministro de electricidad de Australia”	Capital físico (líneas de distribución, capacidades de las líneas de transmisión y de generación, y capacidad de las subestaciones de transmisión, energía usada)	Consumo de energía (MWh)	7

**Tabla 1.5** Estudios relacionados a la determinación de la eficiencia por DEA (parte a).  
Elaboración propia

Autor	Título del Estudio	Inputs	Outputs	Número de DMU
Estache et. al. (2008)	“¿Son las empresas de distribución de electricidad de África del Sur eficientes? La evidencia de los países de África del Sur”	Capacidad instalada (MW) y número de trabajadores	Generación (GWh), Número de clientes y Ventas (GWh)	12
Shu, Zhong and Zhang (2011)	“Electricity consumption efficiency and influencing factor analysis based on DEA method”	Consumo de energía, Número de empleados, Capital social	Producto bruto interno (PIB)	29
Yuzhi and Zhanga (2012)	“Study of the input-output overall performance evaluation of electricity distribution based on DEA method”	Longitud de líneas bajo 110kV (km), Capacidad de subestaciones bajo 110kV	Número de consumidores, Ventas de energía, Pérdidas	5
Pinheiro (2012)	“Regulação por incentivo à qualidade: comparação de eficiência entre distribuidoras de energia elétrica no Brasil”	Costos operacionales, costos totales, DEC <sup>19</sup> , FEC <sup>20</sup>	Número de consumidores, energía total distribuída, longitud de red (km)	48
Tschaffon and Meza (2014)	“Assessing the Efficiency of the Electric Energy Distribution using Data Envelopment Analysis with undesirable Outputs”	Costos de operación, DEC, DEF	Consumo de energía, Número de consumidores, Índice de satisfacción de consumidor (Aneel <sup>21</sup> )	20
Peña (2016)	“Comparación de la eficiencia de las empresas de distribución de electricidad del estado peruano: considerando el parámetro calidad de suministro del servicio”	OPEX, Compensaciones por calidad de suministro, TOTEX, SAIFI, SAIDI	Número de usuarios, ventas de energía, longitud de redes,	10

**Tabla 1.6** Estudios relacionados a la determinación de la eficiencia por DEA (parte b).  
Elaboración propia

<sup>19</sup> Duración equivalente de interrupción por unidad consumidora

<sup>20</sup> Frecuencia equivalente de interrupción por unidad consumidora

<sup>21</sup> Agência Nacional de Energia Elétrica

De estos trabajos realizados, se cuenta que los inputs más evaluados han sido los relacionados a costos operacionales, número de trabajadores, capacidad eléctrica e indicadores de calidad de servicio eléctrico, mientras que los outputs fueron principalmente los números de clientes y las ventas de energía eléctrica. Por otra parte, dependiendo del número de empresas a evaluar se puede determinar el número de variables input y output, según la fórmula (1.6) de Pahwa et. al. [26].

## CONCLUSIONES

En síntesis, se ha explicado la teoría existente detrás del modelo de empresa eficiente aplicado para la regulación de la distribución eléctrica como también los conceptos necesarios para comprender qué es la eficiencia y cómo es determinada por la metodología DEA. Asimismo, se recalca en la motivación que tiene este trabajo para la evaluación del modelo debido a la disconformidad de los agentes del sector eléctrico y por la elevada transcendencia del marco regulatorio sobre la mejora de la calidad del servicio eléctrico a nivel nacional.

1. Se verifica de la encuesta realizada por la consultora Cambridge Economic Policy Associates Ltd (CEPA) y Negocios Globales Inteligentes (NEGLI) el alto porcentaje de disconformidad con respecto al modelo de empresa eficiente, así que es importante profundizar en las razones detrás del supuesto fallo de la regulación o el modelo, por medio de entrevistas directas con algunos de estos agentes, como un representante de una empresa distribuidora, por ejemplo, Luz del Sur; o incluso preguntar por su opinión a Osinergmin.
2. Se resalta que el fin ideal de una regulación óptima en el sector eléctrico es que los usuarios reciban un servicio continuo correspondiente a su demanda, ya sea un usuario residencial o industrial, y asimismo que las distribuidoras a cargo de brindar este servicio reciban por medio de la tarifa VAD un retorno coherente con sus inversiones respectivas.
3. Se plantea utilizar la metodología DEA para la creación de la frontera de empresa eficiente para la evaluación de las eficiencias de las empresas reales a nivel nacional desde las públicas hasta las privadas. Y revisar el efecto que se tiene por en la aplicación del DEA si se toman de variables de entrada, costos de operación o capital de trabajo; y variables de salida, indicadores de calidad (SAIFI y SAIDI).

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la universidad UTEC por estos maravillosos años de aprendizaje, a mis profesores por su alta dedicación, a mi asesor David Vilca por su apoyo en el desarrollo del presente trabajo, y un gran agradecimiento a mis padres y hermanos por estar siempre a mi lado en los momentos difíciles y darme ánimos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Osinergmin, “Evolución del coeficiente de electrificación rural y nacional.” [En línea]. Disponible: <http://observatorio.osinergmin.gob.pe/evolucion-coeficiente-electrificacion>. [Accedido: 16-Sep-2019].
- [2] Gerencia de Regulación de Tarifas and Eléctrica División de Distribución, “Términos de Referencia para la Elaboración del Estudio de Costos del Valor Agregado de Distribución (VAD),” Lima, 2017.
- [3] Osinergmin, “Resolución Directoral N° 0292-2017-MEM/DGE,” *El Peruano*, Lima, 27-Oct-2017.
- [4] A. Mardani, E. K. Zavadskas, D. Streimikiene, A. Jusoh, and M. Khoshnoudi, “A comprehensive review of data envelopment analysis (DEA) approach in energy efficiency,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 70, no. December, pp. 1298–1322, 2017.
- [5] R. Núñez, “Evaluación de la actividad de distribución eléctrica en España mediante fronteras de eficiencia”, tesis de master, Universidad Pontificia Comillas, 2004.
- [6] H. Rudnick and J. A. Donoso, “Discussion of ‘integration of price cap and yardstick competition schemes in electrical distribution regulation,’” *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 16, no. 4, pp. 1428–1433, 2001.
- [7] G. Castro, “Determinación Del Vad Para Una Empresa Eficiente. Paso De Una

- Red Real a Una Red Eficiente”, tesis de master, Universidad Pontificia Comillas, 2003.
- [8] R. Sanhueza, “Fronteras De Eficiencia, Metodología Para La Determinación Del Valor Agregado De Distribución”, tesis doctoral, Pontificia Universidad Católica de Chile, 2003.
- [9] E. S. Peña García, “Comparación de la eficiencia de las empresas de distribución de electricidad del Estado peruano: considerando el parámetro calidad de suministro del servicio”, tesis de master, Pontificia Universidad Católica del Perú, 2017.
- [10] Banco Mundial, “Acceso a la electricidad (% de población).” [En línea]. Disponible: <https://datos.bancomundial.org/indicador/EG.ELC.ACCS.ZS>. [Accedido: 20-Sep-2019].
- [11] L. Sayas, “Monitoreo de sistemas eléctricos de Transmisión en alerta (SETA)”, Osinergmin, Magdalena del Mar, Informe técnico N° 31, marzo del 2018.
- [12] CEPA & NELGI, “Revisión del marco regulatorio del sector eléctrico peruano”, PROSEMER-OSINERGMIN, Informe 4 (versión final), diciembre del 2016.
- [13] M. Farrell, “The measurement of productive efficiency,” *J. R. Stat. Soc. A*, vol. 120, pp. 253–290, 1957.
- [14] V. Coll and O. Blasco, *Evaluación de la eficiencia mediante el Análisis Envolvente de Datos*. Universidad de Valencia, 2006.
- [15] B. Guzman and A. Muñoz, “Análisis de la eficiencia relativa del sistema bancario en Colombia en el periodo 1993-2003 y propuesta estratégica de fortalecimiento,” *Pensam. Gestión*, vol. 18, pp. 1–36, 2005.
- [16] J. K. Sengupta, “Quality and efficiency,” *Econ. Model.*, vol. 17, pp. 195–207, 2000.
- [17] W. W. Cooper, L. M. Seiford, and K. Tone, *Data envelopment analysis: A comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software: Second edition*. Estados Unidos: Springer, 2007.
- [18] D. Aigner, C. Lovell, and P. Schimdt, “Formulation and estimation of stochastic

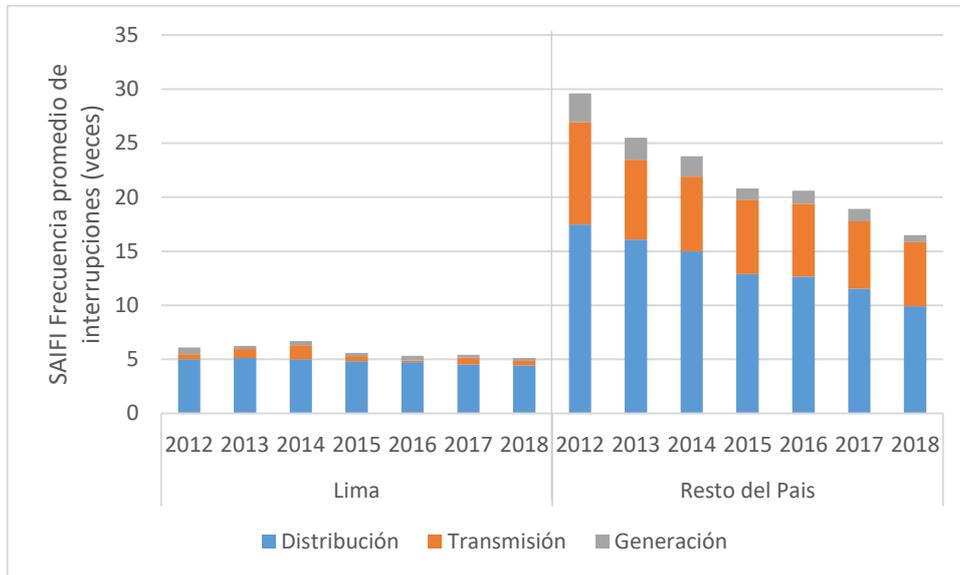
- frontier production models,” *J. Econom.*, vol. 6, pp. 21–37, 1977.
- [19] W. Meeusen and J. Van den Broeck, “Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error,” *Int. Econ. Rev. (Philadelphia)*, vol. 18, no. 2, pp. 435–444, 1977.
- [20] S. J. Rey, *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*, 2nd ed. Orlando: University of Central Florida, 2015.
- [21] B. Efron and R. Tibshirani, *An Introduction to the Bootstrap*. Boca Raton, 1993.
- [22] J. L. Bonifaz F. and D. Santin, “Eficiencia relativa de las empresas distribuidoras de energía eléctrica en el Perú: una aplicación del análisis envolvente de datos (DEA),” *Apunt. Rev. Ciencias Soc.*, no. 47, pp. 111–138, 2000.
- [23] G. Debreau, “The coefficient of resource utilization,” *Econometría*, vol. 19, pp. 273–292, 1951.
- [24] R. Shepard, *Cost and production functions*. New Jersey: Princeton University Press, 1953.
- [25] T. Joro and P. J. Korhonen, *Extension of Data Envelopment Analysis with Preference Information: Value Efficiency*, Internatio., vol. 218. 2015.
- [26] D. Pahwa, X. Feng, and D. Lubkeman, “Performance evaluation of electric distribution utilities based on Data Envelopment Análisis,” *IEEE PES Trans. Power Syst.*, vol. 18, pp. 400–405, 2003.
- [27] R. Abanto, O. Gutiérrez, and A. Okumura, “Regulación tarifaria en la Bolsa de Valores de Lima,” *Ser. Publicaciones en Finanz. y Derecho Corp.*, vol. 1, p. 104, 2008.
- [28] M. Lasheras, *La regulación económica de los servicios públicos*. 1999.
- [29] Mercados Energéticos Consultores, “Revision de las Metodologías de Remuneracion de las Actividades de Distribucion y Transmision de Energía Electrica,” 2014.
- [30] Osinergmin, “Memoria Anual 2018”, [En línea]. Disponible: [http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/acerca\\_osinergmin/memoria-institucional#](http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/acerca_osinergmin/memoria-institucional#). [Accedido: 22-Nov-2019].
- [31] Osinergmin, “Fijación tarifaria del VAD y cargos fijos”. [En línea]. Disponible:

<http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/regulacion-tarifaria/procesos-regulatorios/electricidad/vad>. [Accedido: 28-Oct-2019].

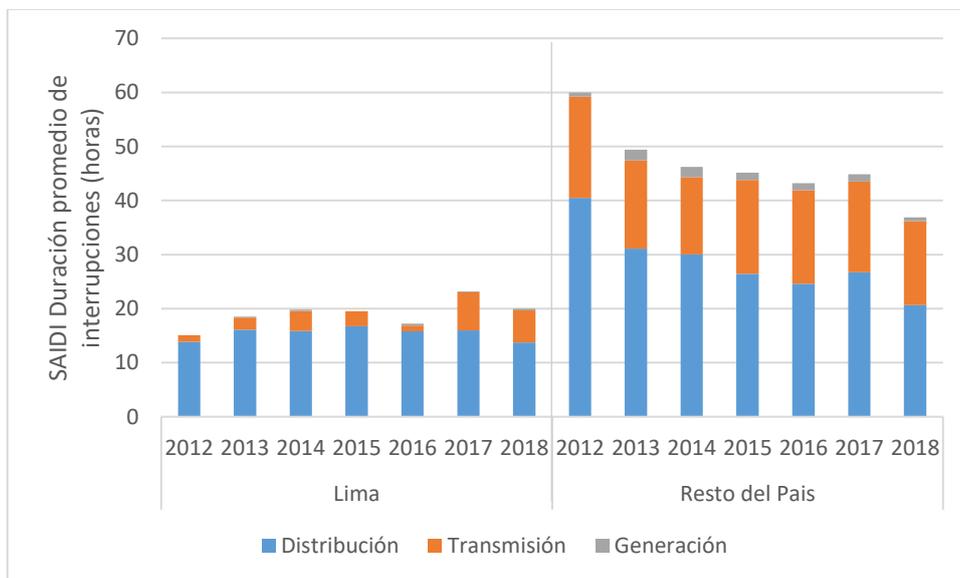
## **ANEXOS**

## ANEXO 1: Evolución del indicador SAIFI y SAIDI a nivel nacional (2012-2018 - total de interrupciones)

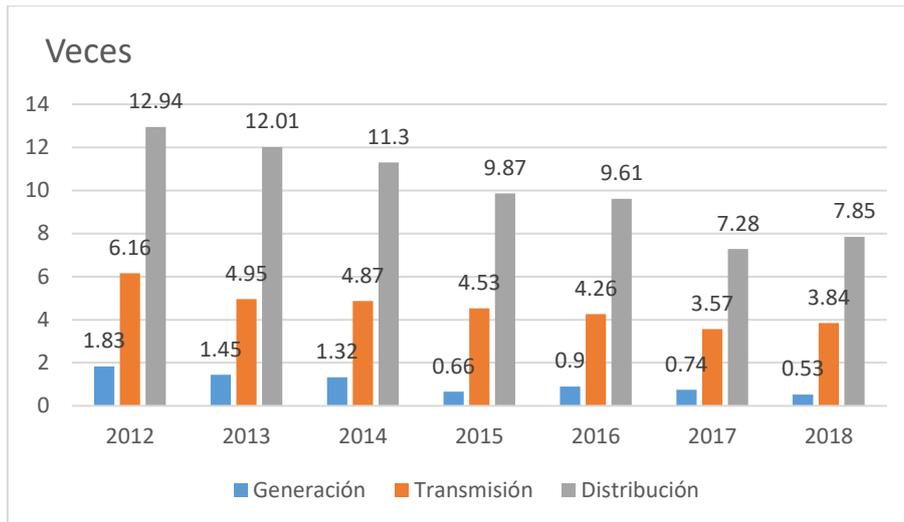
Se excluyeron las interrupciones originadas por el “Niño costero” (DS-007-2017-EM)



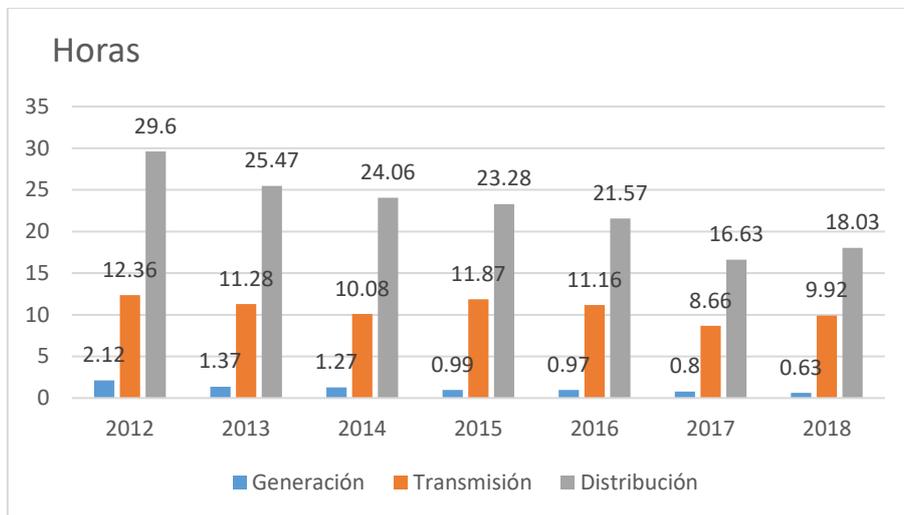
**Figura A.1** Evolución del indicador SAIFI a nivel nacional  
Fuente: Osinermin. “Memoria anual 2018” [30].



**Figura A.2** Evolución del indicador SAIDI a nivel nacional  
Fuente: Osinermin. “Memoria anual 2018” [30].



**Figura A.3** Evolución del SAIFI en el sector típico de distribución n° 1  
Fuente: Osinergmin. “Memoria anual 2018” [30].



**Figura A.4** Evolución del SAIDI en el sector típico de distribución n° 1  
Fuente: Osinergmin. “Memoria anual 2018” [30].

$$SAIDI = \frac{\sum_{i=1}^n t_i \cdot u_i}{N} \quad SAIFI = \frac{\sum_{i=1}^n u_i}{N}$$

Donde:

$t_i$ : Duración de cada interrupción (horas)

$u_i$ : Número de usuarios afectados en cada interrupción

$n$ : Número de interrupciones del periodo

$N$ : Número de usuarios del sistema eléctrico o concesionario al final del periodo, según corresponda

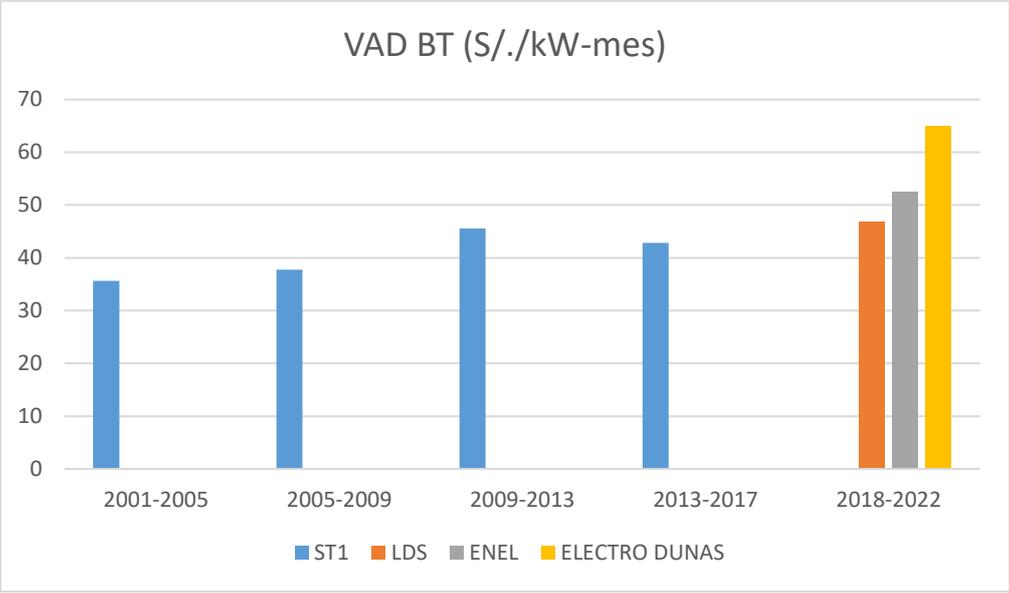
## ANEXO 2: Empresas sobre la fijación tarifaria VAD 2018-2022 y 2019-2023

Fijación tarifaria	Empresa	Suministros a diciembre de 2016			Tipo de estudio
		Regulados	Libres	Total	
2018-2022	Enel Distribución Perú	1379254	229	1379483	Un estudio por cada empresa
	Luz del Sur	1077628	31	1077659	
	Electro Dunas	227922	7	227929	
	Electro Tocache	21693		21693	Un estudio por cada sector de distribución típico para el conjunto de empresas
	Emseusa	10140		10140	
	Proyecto Especial Chavimochic	8971		8971	
	Emsemsa	8038		8038	
	Sersa	7085		7085	
	Eilhicha	5381		5381	
	Coelvisac	3498	10	3508	
	Egepsa	2086		2086	
	Electro Pangoa	1937		1937	
	Esempat	1480		1480	
	Edelsa	1320		1320	
2019-2023	Hidroandina	797116	10	797126	Un estudio por cada empresa
	Electrocentro	739064	2	739066	
	Electro Sur Este	492031	2	492033	
	Electronoroeste	469955	40	469995	
	Electro Oriente	419107	1	419108	
	Seal	400210	26	400236	
	Electronorte	340548	6	340554	
	Electro Puno	276739	1	276740	
	Electrosur	153135		153135	
	Electro Ucayali	86278		86278	
	Adinelsa	62774		62774	
Total		6993390	365	6993755	

**Tabla A.1** Tipo de estudio tarifario de las empresas distribuidoras.

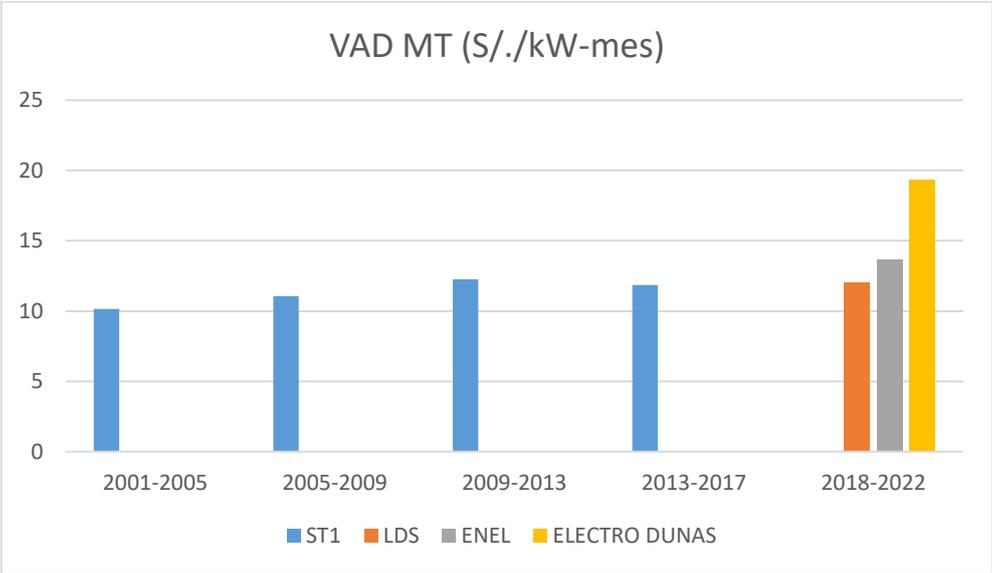
Fuente: Osinergmin. Términos de referencia para la Elaboración del Estudio de Costos del Valor Agregado de Distribución (VAD) [2].

### ANEXO 3: Evolución del VAD en baja tensión y media tensión de las empresas del sector típico n° 1



**Figura A.5** Evolución del VAD para conexión en Baja Tensión.

Fuente: Osinergmin. “Fijación tarifaria del Valor Agregado de Distribución y cargos fijos” [31].



**Figura A.6** Evolución del VAD para conexión en Media Tensión

Fuente: Osinergmin. “Fijación tarifaria del Valor Agregado de Distribución y cargos fijos” [31].

## ANEXO 4: Formatos de la Información Técnica, Comercial y Económica de la Empresa de Distribución Eléctrica

Componente	Metrados			VNR (Miles US\$)	
	Unidad	Total Empresa	Sistema Eléctrico Modelo	Total Empresa	Sistema Eléctrico Modelo
<b>Media Tensión</b>					
Red Aérea	km				
Red Subterránea	km				
Equipos de Protección y Seccionamiento	unidad				
Sub Total Red Media Tensión					
<b>Subestaciones</b>					
<b>Subestaciones de Distribución MT/BT</b>	unidad				
Monoposte	unidad				
Biposte	unidad				
Convencional	unidad				
Compacta Pedestal	unidad				
Compacta Bóveda	unidad				
<b>Otras Subestaciones</b>					
Elevadora/Reductora	unidad				
De Seccionamiento	unidad				
<b>Baja Tensión</b>					
<b>Red Aérea</b>					
Servicio Particular	km				
Números estructuras compartidas BT y MT	unidad				
Alumbrado Público	km				
Luminarias	unidad				
Equipos de Control	unidad				
<b>Red Subterránea</b>					
Servicio Particular	km				
Alumbrado Público	km				
Luminarias	unidad				
Equipos de Control	unidad				
<b>Sub Total Red Baja Tensión</b>					
Servicio Particular	km				
Alumbrado Público	km				
Luminarias	unidad				
Equipos de Control	unidad				
<b>Instalaciones No Eléctricas</b>					
<b>TOTAL</b>					

**Tabla A.2** Resumen del Valor Nuevo de Reemplazo de las instalaciones de Distribución Eléctrica.  
Fuente. Osinergmin. Términos de referencia para la Elaboración del Estudio de Costos del Valor Agregado de Distribución (VAD) [2].

Código	Actividad	VNR (Miles US\$)		Documento de Respaldo
		Total Empresa	Sistema Eléctrico Modelo	
A1	Compra de Energía			
A2	Generación			
A3	Transmisión			
A4	Distribución Media Tensión			
A5	Distribución Baja Tensión			
A6	Alumbrado Público			
A7	Comercialización			
A8	Conexión a la Red de Distribución Eléctrica			
A9	Corte y Reconexión			
A10	Gestión de Inversión en Distribución Eléctrica			
A11	Gestión de Inversión en Otras Áreas			
A12	Apoyo en Postes			
A13	Otros Servicios			
A14	Negocios Financieros			
A15	Otras			
A16 = A1 + ... + A15	Total Actividades			
A4 + A5 + A6 + A7	Total Distribución			

**Tabla A.3** Resumen del Valor Nuevo de Reemplazo por Actividad

Fuente. Osinergmin. Términos de referencia para la Elaboración del Estudio de Costos del Valor Agregado de Distribución (VAD) [2].