

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Escuela de Ingeniería Eléctrica**

**IE0499 – Proyecto Eléctrico**

**Análisis metodológico para la comparación de precios de  
la electricidad entre Costa Rica y sus principales socios  
comerciales americanos.**

por

**Luis Daniel García Zúñiga**

**Ciudad Universitaria Rodrigo Facio**

Diciembre de 2017



**Análisis metodológico para la comparación de precios de  
la electricidad entre Costa Rica y sus principales socios  
comerciales americanos.**

por

**Luis Daniel García Zúñiga**

A42219

**IE0499 – Proyecto Eléctrico**

Aprobado por

---

Ing. Raúl Fernández, Msc.

*Profesor guía*

---

Ing. Arturo Molina Soto  
*Profesor lector*

---

Ing. Giovanni Castillo  
*Profesor lector*

Diciembre de 2017



Resumen

# **Análisis metodológico para la comparación de precios de la electricidad entre Costa Rica y sus principales socios comerciales americanos.**

por

**Luis Daniel García Zúñiga**

Universidad de Costa Rica  
Escuela de Ingeniería Eléctrica  
Profesor guía: Ing. Raúl Fernández, Msc.  
Diciembre de 2017

El análisis comparativo de los precios de la electricidad es un tema central en las discusiones sobre competitividad y el Sistema Eléctrico Costarricense. Este trabajo se propone aportar elementos de análisis para tales discusiones así como poner a disposición del público dos metodologías esquematizadas para la reproducción y profundización de dichos elementos (análisis metodológico global y aplicación tarifaria de la muestra). El trabajo incluye un análisis comparativo de los nueve países americanos más importantes para la balanza comercial costarricense, para los cuales se recopilan datos ambientales, sociales, económicos y técnicos; mientras el análisis de precios de la electricidad se realiza mediante el método de factura típica, aplicado a cada empresa de la muestra y tomando en cuenta la curva de carga típica costarricense. Para finalizar se presentan resultados de dos ejercicios simples de correlación lineal con objetivo ilustrativo.

**Palabras claves:** *Tarifas eléctricas, precio, consumo, generación, empresas eléctricas, análisis comparativo, curva de carga.*

---

## **Acerca de IE0499 – Proyecto Eléctrico**

El Proyecto Eléctrico es un curso semestral bajo la modalidad de trabajo individual supervisado, con el propósito de aplicar estrategias de diseño y análisis a un problema de temática abierta de la ingeniería eléctrica. Es un requisito de graduación para el grado de bachiller en Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Costa Rica.



**Abstract**

**Análisis metodológico para la comparación de precios de la electricidad entre Costa Rica y sus principales socios comerciales americanos.**

Original in Spanish. Translated as: “Methodological Analysis Regarding Electricity Prices Comparison Between Costa Rica and Its Trading Partner American Countries”

by

**Luis Daniel García Zúñiga**

University of Costa Rica  
Department of Electrical Engineering  
Tutor: Ing. Raúl Fernández, Msc.  
December of 2017

The comparative analysis of electricity prices is a central issue in the discussions on competitiveness and the Costa Rican Electricity System. This work aims to provide elements of analysis for such discussions and make available to the public two methodologies for the reproduction and deepening of these elements (global methodological analysis and rates application of the sample). The work includes a comparative analysis of the nine most important American countries for the Costa Rican trade balance, for which environmental, social, economic and technical data are collected; while the analysis of electricity prices is carried out using the typical invoice method, applied to each company in the sample and taking into account the typical Costa Rican load curve. To finalize, results of two simple linear correlation exercises with illustrative objective are presented

**Keywords:** *Rates, Electricity price, Utilities .*

---

**About IE0499 – Proyecto Eléctrico (“Electrical Project”)**

The “Electrical Project” is a course of supervised individual work of one semester, with the purpose of applying design and analysis strategies to a problem in an open topic in electrical engineering. It is a requisite of graduation for the Bachelor of Science in Electrical Engineering, granted by the University of Costa Rica.



*Dedicado a mi familia y a mi país.*

**Agradecimientos** Primero a mi fabulosa familia que me ha sostenido cuando han flaqueado las fuerzas y han gozado conmigo las primaveras. No tengo palabras para expresar mi agradecimiento por tal bendición.  
A la Universidad y al País que me han dado la oportunidad de realizar estos estudios.  
Al Tribunal del Proyecto, su guía y apoyo han sido invaluableles.  
A los amigos que han caminado conmigo y a todas las personas que me he topado en el camino.  
Agradezco a todos los y las funcionarias que me ayudaron en esta investigación y por medio de ellos a las Instituciones y Organismos que representan.  
Finalmente, le agradezco a usted lector por hacer un uso responsable de esta información.



# Índice general

<b>Índice general</b>	<b>xi</b>
<b>Índice de figuras</b>	<b>xiii</b>
<b>Índice de tablas</b>	<b>xiv</b>
<b>Nomenclatura</b>	<b>xvii</b>
<b>1 Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Alcance . . . . .	2
1.1.1. Objetivo General . . . . .	2
1.1.2. Objetivos Específicos . . . . .	2
1.2. Antecedentes . . . . .	3
1.3. Estructura del documento . . . . .	5
1.4. Metodología . . . . .	5
<b>2 Aplicación Metodológica</b>	<b>7</b>
2.1. Selección de países . . . . .	7
2.2. Mes de aplicación . . . . .	8
2.3. Perfil País . . . . .	9
2.3.1. Costa Rica . . . . .	9
2.3.2. Estados Unidos . . . . .	11
2.3.3. Guatemala . . . . .	14
2.3.4. Panamá . . . . .	15
2.3.5. Nicaragua . . . . .	17
2.3.6. El Salvador . . . . .	18
2.3.7. Honduras . . . . .	20
2.3.8. México . . . . .	21
2.3.9. Colombia . . . . .	23
2.3.10. Chile . . . . .	25
2.4. Selección de empresas . . . . .	26
2.5. Perfiles de consumo modelo . . . . .	30

2.5.1.	Sector Residencial . . . . .	31
2.5.2.	Sector Comercial . . . . .	31
2.5.3.	Sector Industrial . . . . .	32
<b>3</b>	<b>Aplicación Tarifaria</b>	<b>35</b>
3.1.	Costa Rica . . . . .	36
3.1.1.	Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) . . . . .	36
3.1.2.	Compañía Nacional de Fuerza y Luz . . . . .	37
3.2.	Estados Unidos . . . . .	39
3.2.1.	Allele Minnesota Power Co. . . . .	39
3.2.2.	Xcel Energy . . . . .	40
3.3.	Guatemala . . . . .	43
3.3.1.	Empresa Eléctrica de Guatemala S.A. . . . .	43
3.4.	Honduras . . . . .	44
3.4.1.	ENNE . . . . .	44
3.5.	Panamá . . . . .	46
3.5.1.	Elektra Noreste S.A. . . . .	46
3.6.	Nicaragua . . . . .	47
3.6.1.	Dissnorte-Dissur . . . . .	47
3.7.	México . . . . .	49
3.7.1.	Comisión Federal de Electricidad . . . . .	50
3.8.	El Salvador . . . . .	51
3.8.1.	AES El Salvador . . . . .	51
3.9.	Colombia . . . . .	54
3.9.1.	CODENSA (Grupo ENEL) . . . . .	54
3.10.	Chile . . . . .	56
3.10.1.	CHILQUINTA . . . . .	56
<b>4</b>	<b>Resultados</b>	<b>59</b>
4.1.	Precios por Consumo . . . . .	60
4.2.	Precios por Sector . . . . .	63
4.3.	Validación de resultados . . . . .	66
4.4.	Comparación por País . . . . .	68
4.4.1.	Comparación por Matriz Eléctrica . . . . .	68
4.4.2.	Comparación por Macro-Indicadores . . . . .	71
4.5.	Análisis de correlación . . . . .	75
4.6.	Comparación con datos de CEPAL . . . . .	76
4.7.	Relación Renovables/Costo en EE.UU. . . . .	79
<b>5</b>	<b>Conclusiones y recomendaciones</b>	<b>81</b>
5.1.	Conclusiones . . . . .	81
5.2.	Recomendaciones . . . . .	83

<b>A Infogramas datos Macro</b>	<b>85</b>
<b>B Estructura del S.E.N. Costa Rica</b>	<b>89</b>
<b>C Cálculos Tarifarios</b>	<b>91</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>93</b>

## Índice de figuras

1.1. Metodología. Elaboración propia . . . . .	6
2.1. Selección de países . . . . .	7
2.2. Flujo Comercial Costa Rica 2015 . . . . .	8
2.3. Capacidad instalada por fuente, Costa Rica 2015 . . . . .	10
2.4. Generación por fuente, Costa Rica 2015 . . . . .	10
2.5. Entidades de balance del Sistema . . . . .	12
2.6. Generación eléctrica por fuente, EE.UU. 2014 . . . . .	13
2.7. Capacidad instalada por fuente, Guatemala 2015 . . . . .	15
2.8. Generación por fuente, Guatemala 2015 . . . . .	15
2.9. Capacidad instalada por fuente, Panamá 2015 . . . . .	16
2.10. Generación por fuente, Panamá 2015 . . . . .	16
2.11. Capacidad instalada por fuente, Nicaragua 2015 . . . . .	18
2.12. Generación por fuente, Nicaragua 2015 . . . . .	18
2.13. Capacidad instalada por fuente, El Salvador 2015 . . . . .	19
2.14. Generación por fuente, El Salvador 2015 . . . . .	19
2.15. Capacidad instalada por fuente, Honduras 2015 . . . . .	21
2.16. Generación por fuente, Honduras 2015 . . . . .	21
2.17. Capacidad instalada por fuente, México 2015 . . . . .	22
2.18. Capacidad instalada por fuente, Colombia 2015 . . . . .	24
2.19. Capacidad instalada por fuente, Chile 2015 . . . . .	24
2.20. Estructura de consumo ICE, 2015 . . . . .	28
2.21. Capacidad Instalada por fuente ICE, 2015 . . . . .	28
2.22. Rangos de selección . . . . .	28
2.23. Capacidad Instalada por fuente Allete Inc., 2015 . . . . .	29
2.24. Estructura de consumo por cliente Allete Inc., 2015 . . . . .	29

2.25. Capacidad Instalada por fuente NSPC, 2015 . . . . .	30
2.26. Estructura de consumo por cliente NSPC, 2015 . . . . .	30
2.27. Curva de demanda unitaria promedio, sector Residencial 2015 . . . . .	32
2.28. Curva de demanda unitaria promedio, sector Comercial 2015 . . . . .	33
2.29. Curva de demanda unitaria promedio, sector Industrial 2015 . . . . .	34
4.1. Precio consumo Residencial Enero 2017 . . . . .	60
4.2. Precio consumo Comercial Enero 2017 . . . . .	61
4.3. Precio consumo Industrial Enero 2017 . . . . .	62
4.4. Precio Promedio Residencial Enero 2017 . . . . .	63
4.5. Precio Promedio Comercial Enero 2017 . . . . .	64
4.6. Precio Promedio Industrial Enero 2017 . . . . .	65
4.7. Comparación con Calculadora Oficial. Precio Promedio Residencial Enero 2017 . . . . .	66
4.8. Comparación con Calculadora Oficial. Precio Promedio Comercial Enero 2017 . . . . .	67
4.9. Comparación con Calculadora Oficial. Precio Promedio Industrial Enero 2017 . . . . .	67
4.10. Capacidad Instalada - Precio . . . . .	69
4.11. Capacidad Instalada Renovable - Precio . . . . .	69
4.12. Generación Eléctrica - Precio . . . . .	70
4.13. Generación Renovable - Precio . . . . .	70
4.14. Población - Precio . . . . .	72
4.15. Superficie terrestre - Precio . . . . .	72
4.16. Pobreza - Precio . . . . .	73
4.17. PIB per cápita / Precio . . . . .	73
4.18. Emisiones tCO2/persona / Precio . . . . .	74
4.19. Consumo kWh/persona - Precio . . . . .	74
4.20. Comparación con datos CEPAL. Precio Promedio Residencial Enero 2017 . . . . .	77
4.21. Comparación con datos CEPAL. Precio Promedio Comercial Enero 2017 . . . . .	77
4.22. Comparación con datos CEPAL. Precio Promedio Industrial Enero 2017 . . . . .	78
B.1. Estructura S.E.N. Costa Rica . . . . .	89

## Índice de tablas

2.1. Tipo de cambio USD a moneda país. . . . .	9
2.2. Datos Costa Rica 2015 . . . . .	10

2.3. Datos Estados Unidos 2015 . . . . .	11
2.4. Datos Guatemala 2015 . . . . .	14
2.5. Datos Panamá 2015 . . . . .	16
2.6. Datos Nicaragua 2015 . . . . .	17
2.7. Datos El Salvador 2015 . . . . .	19
2.8. Datos Honduras 2015 . . . . .	20
2.9. Datos México 2015 . . . . .	22
2.10. Datos Colombia 2015 . . . . .	23
2.11. Datos Chile . . . . .	25
2.12. Participación de empresas en el SEN Costa Rica . . . . .	26
2.13. Selección de empresas Latinoamericanas . . . . .	27
2.14. Empresas ( <i>Utilities</i> ) seleccionadas EE.UU. . . . .	29
2.15. Consumo promedio Residencial 2012 . . . . .	31
2.16. Consumo promedio Comercial 2014 . . . . .	32
2.17. Consumo promedio Industrial 2012 . . . . .	33
3.1. Rango horario Costa Rica . . . . .	37
3.2. Tarifa aplicada ICE Residencial . . . . .	37
3.3. Tarifa aplicada ICE Comercial . . . . .	37
3.4. Tarifas aplicadas ICE Industrial . . . . .	37
3.5. Tarifas aplicadas CNFL Residencial . . . . .	38
3.6. Tarifa aplicada CNFL Comercial . . . . .	38
3.7. Tarifas aplicadas CNFL Industrial . . . . .	38
3.8. Tarifas aplicadas ALLETE Residencial . . . . .	39
3.9. Tarifas aplicadas ALLETE Comercial . . . . .	40
3.10. Tarifas aplicadas ALLETE Industrial . . . . .	40
3.11. Rango horario Xcel Energy . . . . .	41
3.12. Tarifas aplicadas XCEL Residencial . . . . .	41
3.13. Tarifas aplicadas XCEL Comercial . . . . .	42
3.14. Tarifas aplicadas XCEL Industrial . . . . .	42
3.15. Rango horario Guatemala . . . . .	43
3.16. Tarifas aplicadas EEGSA Residencial . . . . .	43
3.17. Tarifas aplicadas EEGSA Comercial . . . . .	44
3.18. Tarifas aplicadas EEGSA Industrial . . . . .	44
3.19. Rango horario Honduras . . . . .	45
3.20. Tarifas aplicadas ENEE Residencial . . . . .	45
3.21. Tarifas aplicadas ENEE Comercial . . . . .	45
3.22. Tarifas aplicadas ENEE Industrial . . . . .	45
3.23. Rango horario Panamá . . . . .	46
3.24. Tarifas aplicadas ENSA Residencial . . . . .	46
3.25. Tarifas aplicadas ENSA Comercial . . . . .	47
3.26. Tarifas aplicadas ENSA Industrial . . . . .	47

3.27. Rango horario Nicaragua . . . . .	48
3.28. Tarifas aplicadas Dissnorte-Dissur Residencial . . . . .	48
3.29. Tarifas aplicadas Dissnorte-Dissur Comercial . . . . .	48
3.30. Tarifas aplicadas Dissnorte-Dissur Industrial . . . . .	49
3.31. Tarifas aplicadas Dissnorte-Dissur Industrial . . . . .	49
3.32. Rango horario México . . . . .	50
3.33. Tarifas aplicadas CFE Residencial . . . . .	50
3.34. Tarifas aplicadas CFE Comercial . . . . .	51
3.35. Tarifas aplicadas CFE Industrial . . . . .	51
3.36. Tarifas aplicadas CFE Industrial . . . . .	52
3.37. Rango horario El Salvador . . . . .	52
3.38. Tarifas aplicadas CAESS Residencial . . . . .	52
3.39. Tarifas aplicadas CAESS Comercial . . . . .	53
3.40. Tarifas aplicadas CAESS Industrial . . . . .	53
3.41. Rango horario CODENSA Nivel 1 . . . . .	54
3.42. Rango horario CODENSA Nivel 3 . . . . .	55
3.43. Tarifas aplicadas CODENSA Residencial . . . . .	55
3.44. Tarifas aplicadas CODENSA Comercial/Industrial con contribución . . . . .	55
3.45. Tarifas aplicadas CODENSA Comercial/Industrial sin contribución . . . . .	55
3.46. Tarifas aplicadas CHILQUINTA Residencial . . . . .	57
3.47. Tarifas aplicadas CHILQUINTA Comercial . . . . .	57
3.48. Tarifas aplicadas CHILQUINTA Industrial . . . . .	57
4.1. Tabla resumen de Correlación Lineal . . . . .	75
4.2. Precio promedio en EE.UU. según mix de generación . . . . .	79

# Nomenclatura

*ARESEP* Autoridad Reguladora de Servicios Públicos (Costa Rica)

*ASEP* Autoridad Reguladora de Servicios Públicos (Panamá)

*BCCR* Banco Central de Costa Rica

*BID* Banco Interamericano de Desarrollo.

*CAESS* AES El Salvador

*CEPAL* Comisión Económica para América Latina

*CFE* Comisión Federal de Electricidad (México)

*CIER* Comisión de Integración Energética Regional

*CNFL* Compañía Nacional de Fuerza y Luz

*CVC* Cobro Variable de Combustible

*EE.UU.* Estados Unidos de América

*EEGSA* Empresa Eléctrica de Guatemala S.A.

*ENEE* Empresa Nacional de Energía Eléctrica, Honduras

*ENSA* Elektra Noreste S.A., Panamá

*ICE* Instituto Costarricense de Electricidad

*IEA* Agencia Internacional de Energía (del inglés *International Energy Agency*)

*INE* Instituto Nicaragüense de Energía

*NSPC* Northern States Power Company

*OLADE* Organización Latinoamericana de Energía

*PROCOMER* Promotora de Comercio Exterior

*Rider* Cargo propio de una actividad (utilizado en el caso estadounidense)

*S.E.N.* Sistema Eléctrico Nacional, Costa Rica

*SEPSE* Secretaría de Planificación del Subsector Energía.

*SIEPAC* Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central.

*SIGET* Superintendencia General de Electricidad y Comunicaciones, El Salvador

*UCR* Universidad de Costa Rica

*USEIA* Oficina de Administración de Información Energética de Estados Unidos (del inglés: *U.S. Energy Information Administration*)

*WEC* Consejo Mundial de Energía (del inglés *World Energy Council*)

# Introducción

La electricidad se ha vuelto parte fundamental de nuestra cotidianidad, es facilitadora y proveedora de elementos básicos sin los cuales no podríamos subsistir hoy en día y moldea cada vez más las sociedades actuales. Desde la alimentación básica hasta el entretenimiento, pasando por el aprendizaje, proveeduría de servicios, fabricación de bienes, iluminación, comunicaciones, etc. Nuestra sociedad ha desarrollado un modelo en base a la utilización de la energía y en particular la energía eléctrica. Este modelo si bien procura facilitarnos las tareas y es fundamental en el mejoramiento de la calidad de vida; ha significado una presión cada vez mayor sobre los recursos naturales, sobre todo aquellos de alto grado energético como los hidrocarburos que además resultan finitos. La adecuada y responsable utilización de los recursos es fundamental para un desarrollo sostenible en el tiempo y como se menciona en el VII Plan Nacional de Energía del MINAE "...procure la mejora de la calidad de vida de la población actual sin sacrificar las nuevas y venideras generaciones." [58], las cuales ya enfrentan retos mayúsculos como el cambio climático y el cambio de era tecnológica e industrial.

Ante los retos actuales de variación climática, globalización consolidada, comercio internacional agresivo y deterioro del tejido social, se hace cada vez más necesario un diálogo permanente y honesto entre los sectores sociales y productivos, con comunicación e información veraz así como un deseo de crecer en conjunto como sociedad mediante un desarrollo sostenible.

Este trabajo se presenta como un aporte puntual en la línea de mejora técnica para la toma de decisiones. La alta complejidad de las conexiones entre los factores, así como la gran gama de actores que se involucran en el consumo y producción de la electricidad, hace necesario un acercamiento cuidadoso y amplio al tema. El debate sobre los precios de la electricidad se mantiene como un tema constante en el quehacer costarricense y debido a la complejidad mencionada muchas veces se parte de información parcial e incompleta. A esto se deben de sumar distintos procesos y compromisos en el ámbito internacional como la *COP21* o la candidatura del país para la incorporación a la OCDE; además de compromisos internos como el aumento de la competitividad y la búsqueda de un desarrollo sostenible en armonía con la naturaleza. La correcta conjunción de factores e intereses solo es posible bajo una visión país basada en consenso, diálogo e información de calidad que permita alcanzar el objetivo de bienestar común.

Los datos y la información consignada se obtuvo por medio de la colaboración de distintas instituciones y organizaciones, de particular ayuda fueron las colaboraciones de: Secretaría Planificación del Subsector Energía (SEPSE), Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), Comisión Económica para América Latina y Caribe de Naciones Unidas (CEPAL), Autoridad Reguladora de Servicios Públicos (ARESEP), Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), Universidad de Costa Rica (Sistema de Bibliotecas Documentación e Información y Escuela de Ingeniería Eléctrica), y los sitios web oficiales de World Energy Council (WEC), U.S. Energy Information Administration (USEIA), Banco Mundial (BM), International Energy Agency (IEA) y PROCOMER así como de las Empresas Eléctricas y Entes de Regulación Nacionales. Los datos corresponden a cifras oficiales reportadas y a tarifarios oficiales.

## 1.1. Alcance

Este trabajo busca establecer un esquema metodológico para la comparación de precios de la electricidad y otras variables asociadas, utilizando para ello los nueve países americanos más importantes para la balanza comercial costarricense y una lista limitada de variables país. También se busca establecer una guía metodológica para la aplicación tarifaria de acuerdo al tipo de cliente y grado de consumo típico costarricense, para lo cual se parte de una muestra de doce empresas pertenecientes a los países del estudio, así como doce clientes típicos.

Aunque las metodologías descritas se aplican generalmente en el sector, estas se realizan de manera “*ad hoc*” y no se encontraron fuentes que establecieran metodológicamente los pasos para realizar un estudio comparativo de este tipo.

La aplicación metodológica parte de una muestra de diez países y doce empresas, con lo cual no pretende arrojar resultados concluyentes en lo que a precios promedio por país respecta, sin embargo dicho análisis se toma en cuenta a modo de ejemplo de la aplicación metodológica. Estos resultados se pueden ampliar al incorporar un mayor número de empresas en la muestra volviendo los resultados cada vez más representativos.

Se pretende plantear la información de una manera accesible a la sociedad civil y en particular a los tomadores de decisión.

### 1.1.1. Objetivo General

Elaborar un análisis que compare los precios de la electricidad, matrices eléctricas y penetración de energía renovable entre otros elementos que contribuyen a las diferencias entre Costa Rica y sus principales socios comerciales.

### 1.1.2. Objetivos Específicos

- Investigar, clasificar y comparar las tarifas y precios de electricidad para los distintos sectores de consumo.

- Investigar y analizar la matriz eléctrica y el grado de penetración de energías renovables en Costa Rica y los países seleccionados, así como otras variables influyentes en la generación y consumo de energía eléctrica.
- Investigar posibles correlaciones entre variables en el comportamiento de precios de la electricidad.

## 1.2. Antecedentes

Algunos estudios sobre el precio de la electricidad se han llevado a cabo tanto por entes Regionales como por algunos países en específico (Colombia, Guatemala), sin embargo dichos estudios no se encuentran actualizados y se hacen de manera general con consumos distintos a los característicos costarricenses, además de mostrarse solo los resultados y no una metodología de cálculo y análisis para la reproducción de la comparación.

Se han desarrollado dos tipos de análisis comparativo, uno utiliza las ganancias por venta de energía y lo divide entre la energía vendida para obtener un precio promedio global, mientras otro utiliza clientes modelo a los cuales se les aplica los tarifarios particulares de cada empresa estudiada. El primer método lo utilizan la *IEA* y *EUROSTAT* y el segundo es utilizado por *CEPAL* y *CIER*. Dichos métodos se caracterizan a continuación.

**Comisión Económica para América Latina (CEPAL).** Como parte de un trabajo periódico realizado por la CEPAL, se pone a disposición del público general el documento denominado “*Estadísticas del subsector eléctrico de los países del Sistema de Integración Centroamericana (SICA)*” [65], con información y datos relevantes sobre la industria eléctrica de los países centroamericanos<sup>1</sup>.

El estudio utiliza los tarifarios vigentes (al 2016) de diversas empresas eléctricas de distribución de cada país, además de presentar información de mercado (mayorista y regulado), información de producción y distribución de electricidad con datos actualizados al 2015 y 2016 e información sobre las transacciones regionales (SIEPAC).

Presenta además notas relevantes en la aplicación de los tarifarios y forma parte de la base principal de este trabajo.

Algunas características relevantes del estudio de CEPAL [65] son las siguientes:

- Se utiliza un factor de carga del 50 % para los consumos de todos los sectores.
- No se incluyen los impuestos locales ni tasas municipales.
- Se incluyen los subsidios en el sector Residencial.
- Los niveles de consumo en energía y potencia máxima para los usuarios modelo, son considerablemente más bajos que los establecidos en Costa Rica.

---

<sup>1</sup>Costa Rica, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Panamá, Guatemala, Belice y República Dominicana

- El estudio incluye un cuadro resumen con los precios promedio para cada país, representado por una empresa eléctrica (normalmente la de mayor tamaño).

Es importante recalcar que el presente Proyecto toma en cuenta otros países, además de los centroamericanos, que no forman parte del estudio elaborado por CEPAL.

**Comisión de Integración Energética Regional (CIER)** Esta organización reúne a empresas eléctricas latinoamericanas que gestionen su incorporación. Los informes de dicho ente son privados y no se encuentran disponibles al público en general en su versión más reciente. Trabaja con información recabada mediante una encuesta realizada a cada empresa (Encuesta de Tarifas Eléctricas de la CIER). Se utilizan “clientes típicos” definidos a través de energía, potencia y nivel de tensión. No se incluyen tasas por servicios como alumbrado público, aseo y otros.

**International Energy Agency (IEA) y EUROSTAT** El EUROSTAT corresponde a países europeos y la IEA corresponde a países miembro de la OCDE, entre los que se encuentran Estados Unidos, México y Chile.

Los precios presentados por estos entes provienen de un cálculo mediante las ganancias obtenidas de la venta de energía entre la energía despachada (por sector). Este cálculo no hace referencia a los tarifarios y al ser producto de valores globales no se puede establecer una relación veraz entre precio final y consumo.

**VII Plan Nacional de Energía 2015-2030.** Como insumo fundamental en cualquier estudio energético y su impacto en las distintas esferas sociales, se debe de tomar en cuenta la línea de gestión política en la que se encuentra el país.

En el 2015 el Ministerio de Ambiente y Energía mediante un proceso complejo de participación ciudadana e intersectorial desarrolló y publicó el VII Plan Nacional de Energía 2015-2030, el cual busca *“dar un salto cualitativo hacia un horizonte caracterizado por la predominancia de un bajo nivel de emisiones en la economía nacional, el desarrollo de procesos de generación y uso de energía más respetuosos de los límites del entorno natural, la construcción de una matriz energética más capaz de sostener la competitividad de las industrias nacionales y una mayor contribución del sector de energía a la calidad de vida de la población.”* [58]. Entre los objetivos del Plan se establece:

*“Suplir la demanda de energía del país mediante una matriz energética que asegure el suministro óptimo y continuo de electricidad... promoviendo el uso eficiente de energía para mantener y mejorar la competitividad del país.”* [58].

Este plan pretende generar resultados tales como:

*“Una economía nacional con un nivel de emisiones de gases de efecto invernadero significativamente menor al actual, debido a la reducción de la dependencia de los hidrocarburos para generar electricidad...”* [58].

*“Un sector de electricidad en condiciones de aprovechar y adaptar los cambios tecnológicos mundiales para mantener y aumentar la participación de las fuentes de energía renovables en la matriz eléctrica nacional y para ofrecer precios de la electricidad que sean lo más competitivos posibles en el contexto internacional.” [58].*

Tomando en cuenta que “... los precios de la electricidad fueron uno de los puntos de mayor debate durante el diálogo nacional de energía.” (MINAE, 2015) y que “... los sectores empresariales son los que más han expresado su preocupación por este tema, ya que consideran que estos precios están afectando su competitividad.” [58]. Se parte del interés general en clarificar cada vez más y de mejor forma el tema de precios de la electricidad. Se plantea como desafío: “Mejorar la información disponible para ejercer la rectoría en esta materia” [58].

Para lo cual este trabajo pretende ser un insumo que colabore en esta materia.

Además de los métodos de análisis anteriores se toman como antecedentes el trabajo realizado por el Instituto Costarricense de Electricidad denominado “ICE – Sector Electricidad y Empresas Eléctricas Internacionales: Datos comparativos sobre precios y otras variables” [11].

### **1.3. Estructura del documento**

El Proyecto consta de cinco secciones, en la primera se introduce el tema y se plantea la metodología global del análisis comparativo.

La segunda sección muestra la aplicación de la metodología antes descrita con la elaboración del perfil país (variables macro y contexto), selección de empresas y asignación de clientes modelo.

En la tercer sección se presenta una metodología detallada de la aplicación tarifaria de cada empresa de la muestra, permitiendo la reproducción y ampliación del estudio.

Los resultados obtenidos de la aplicación a la muestra se presentan en la cuarta sección, recordando que estos resultados no son representativos de los países aunque si de las empresas. También se presentan un análisis básico de correlación lineal y un estudio simple del precio de renovables en Estados Unidos.

Por último en la quinta sección se resumen las conclusiones y recomendaciones del trabajo.

### **1.4. Metodología**

La metodología aplicada parte de una aplicación tarifaria de acuerdo a las normas y reglas de los tarifarios correspondientes así como de los países a los cuales pertenecen las empresas seleccionadas. Se añaden elementos de análisis como las variables país y se insta a ampliar tanto los elementos como los

análisis correspondientes.

En la figura 1.1 se muestra un esquema del proceso. Como punto inicial del desarrollo metodológico, se establece el periodo de tiempo de la aplicación tarifaria<sup>2</sup>, con lo que los resultados no deben de generalizarse ya que corresponden al análisis puntual de dicho periodo.



Figura 1.1: Metodología. Elaboración propia.

Se debe de tomar en cuenta que la aplicación tarifaria es un cobro mensual, que varía entre empresas, puede variar entre meses y que tiene comportamientos estacionales (verano-invierno), además está sujeto a impuestos y subsidios que en algunas ocasiones no son claros y pueden modificar sustancialmente el cobro final.

Una vez que se aplicaron debidamente los tarifarios, se obtienen los precios de la electricidad para cada uno de los clientes modelo, permitiendo elaborar una comparación entre los precios a pagar en cada país (empresa) para dichos clientes. Se debe de tomar en cuenta que los consumos de dichos clientes corresponden a un comportamiento de la población propia de Costa Rica y que dicho comportamiento puede variar entre sociedades (países).

Luego de una validación de resultados al compararlos con los obtenidos de calculadoras oficiales (instrumentos de cálculo de precios *online* que ponen a disposición del público algunas de las empresas seleccionadas), se busca una correlación con las variables macro establecidas que podrían influir en dichos precios en aras de un mejor entendimiento del origen de las diferencias.

La obtención de los datos macro económicos y de matriz eléctrica se hace con base en organismos internacionales buscando la mayor comparabilidad posible entre los datos. Los tarifarios aplicados corresponden a cada empresa o al ente regulador (sitio web).

<sup>2</sup>En este trabajo se asigna tal periodo al mes de enero del 2017.

## Aplicación Metodológica

### 2.1. Selección de países

Para este Proyecto se consideran los países con los que se mantiene el mayor flujo comercial. La Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER) es la oficina encargada de facilitar las exportaciones costarricenses, con los datos obtenidos de esta institución se elabora el perfil de flujo comercial de acuerdo a la figura 2.1

Figura 2.1: Selección de países



Fuente: Elaboración propia.

Una vez establecidos los países seleccionados, se elabora una ficha técnica de cada país con elementos que permitan una contextualización de la información, muchos de los cuales se pueden utilizar luego para el análisis de correlación.

De los diez países con mayor flujo de exportación en el 2015 ocho son americanos; y de los diez países con mayor flujo de importación, cinco pertenecen a este continente, juntos representan el 63 % del flujo comercial total (exportación / importación) sin contar a Brasil (1 %) y Trinidad y Tobago (0.5 %).

El presente estudio se limita a la comparación con países del continente Americano. Los nueve países americanos con mayor flujo comercial son Estados Unidos, México, Guatemala, Panamá, Nicaragua, El Salvador, Honduras, Colombia y Chile como se muestra en el gráfico 2.2. Siendo Estados Unidos el mayor socio comercial con un 39 % seguido de México con un 5 %.

Figura 2.2: Flujo Comercial Costa Rica 2015



Fuente: Elaboración propia. Datos PROCOMER [71].

## 2.2. Mes de aplicación

Se debe de establecer el mes de comparación para la aplicación del tarifario vigente a dicho mes. Existen países que mantienen un cobro constante para un periodo de tiempo dado (pueden ser varios meses o incluso años). En el caso de Costa Rica el periodo de variación es de cada tres meses. El periodo de tiempo también puede indicar una serie histórica mensual o anual que permita la identificación de patrones de comportamiento en los precios. Una vez definido el periodo de tiempo, o mes de aplicación, se debe de consignar una variable comparativa, en este caso se utiliza el dólar estadounidense (USD), por lo que se establece el tipo de cambio para cada país correspondiente al periodo de tiempo (mes) de aplicación del estudio<sup>1</sup>.

Se define el mes de Enero del 2017 para la aplicación de los tarifarios vigentes a esa fecha. El tipo de cambio utilizado se muestra en el cuadro 2.1. Panamá y El Salvador son los únicos dos casos con economías dolarizadas.

<sup>1</sup>Aunque existen varias fuentes pertinentes, es preferible obtener la información directamente de los Bancos Centrales de cada país.

Tabla 2.1: Tipo de cambio USD a moneda país.

País	Moneda Nacional	Dólar
Costa Rica	CRC - Colón	551.63
EEUU	USD - Dólar	1.00
Guatemala	GTQ - Quetzal	7.46
Honduras	HNL - Lempira	23.61
Panamá	PAB - Balboa	1.00
México	MXN - Peso	20.34
El Salvador	SVC - Colón	1.00
Nicaragua	NIO - Córdoba	29.47
Colombia	COP - Peso	2855.8
Chile	CLP - Peso	641.8

Fuente: Elaboración propia. Al 4 de febrero del 2017. Datos [9] [38] [39] [42] [43] [41] [7].

## 2.3. Perfil País

En esta sección se presentan los datos generales de cada país. Esta información permite contextualizar el análisis tarifario y sus conexiones con características únicas como los recursos disponibles, tamaño geográfico, población, consumo eléctrico y otros. Se toma en consideración la matriz eléctrica así como una breve reseña del mercado eléctrico de cada país seleccionado.

### 2.3.1. Costa Rica



Con una población de poco menos de 5 millones de personas y poco más de una quinta parte de ellas en pobreza, el consumo eléctrico ronda los 2000 kWh per cápita y la cobertura eléctrica es del 99.4 %, la segunda más alta de Latinoamérica [53]. Costa Rica se ha destacado por tener desde hace décadas una matriz de generación renovable dominada por la hidroeléctrica.<sup>2</sup> En la tabla 2.2 se presentan los datos país.

**Mercado Eléctrico** Costa Rica presenta una estructura de mercado verticalmente integrado tipo oligopolio en generación, monopolio en transmisión y oligopolio regional en distribución<sup>3</sup>. El Sector eléctrico se encuentra conformado por distintos actores con funciones en definición de políticas, regulación, generación, transporte, distribución y comercialización, entre los que se encuentra el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), la Autoridad Reguladora de Servicios Públicos (ARESEP) y como actor principal el Instituto Costarricense

<sup>2</sup>La primera planta de generación eléctrica se estableció en 1884 y fue hidroeléctrica [48].

<sup>3</sup>Ver Anexo: Diagrama S.E.N. Costa Rica.

Tabla 2.2: Datos Costa Rica 2015

Población:	4 810 000 habitantes.
Área terrestre:	51 100 km <sup>2</sup> .
Porcentaje de pobreza:	21.70 %
PIB per cápita:	\$14 880 (PPP).
Emisiones CO <sub>2</sub> per cápita:	1.62
Consumo energía eléctrica:	1 955 kWh/persona
Porcentaje de electrificación	99.94 %

Fuente: Elaboración propia. Datos de Banco Mundial [70]

de Electricidad (ICE), institución autónoma que se encarga de generación, transmisión (único actor) y distribución [11].

En generación eléctrica posee una estructura parcialmente abierta, con la posibilidad de participación de actores privados que puede llegar a alcanzar hasta un 30 % de la capacidad instalada, siempre y cuando se conforme de plantas de energía renovable [11]. En distribución y comercialización se mantiene una estructura cerrada con ocho empresas brindadoras del servicio, las cuales compran la mayor parte de la energía comercializada al ICE, aunque pueden también poseer plantas de generación propias (energía renovable).

### Matriz Eléctrica

Los recursos energéticos con que dispone Costa Rica son: Hidroenergía, geotermia, energía solar y eólica. La capacidad instalada costarricense se compone fundamentalmente de hidroelectricidad (figura 2.3), seguido de capacidad térmica, geotérmica y eólica. La matriz de generación eléctrica para el 2015 se compuso de recursos renovables en un 99 % siendo el hidroeléctrico y geotérmico los más utilizados (figura 2.4).

Figura 2.3: Capacidad instalada por fuente, Costa Rica 2015

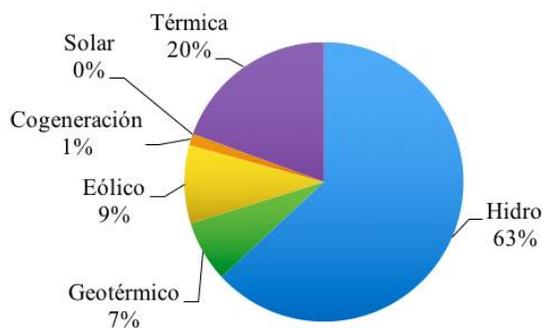
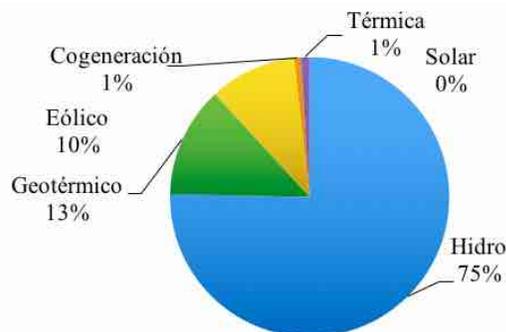


Figura 2.4: Generación por fuente, Costa Rica 2015

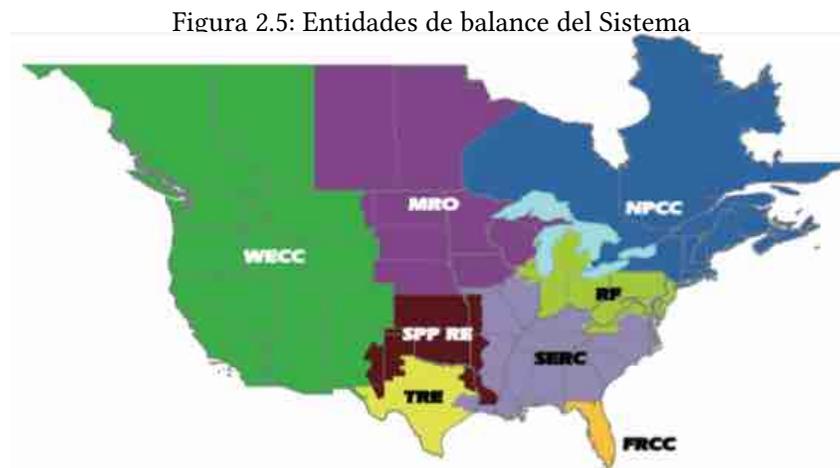


Fuente: Elaboración propia. Datos BID [47].



La Comisión Federal Reguladora de Energía (FERC) es una agencia independiente que regula la transmisión de electricidad interestatal, así como asegurarse de que las tarifas, términos y condiciones de la transmisión y venta de electricidad al por mayor sean razonables, además de responsabilidades como el monitoreo e investigación de mercados de energía, otorgar permisos e inspeccionar los proyectos hidroeléctricos privados, municipales y estatales, smart grids, respuesta a la demanda, integración de energías renovables, vigilar fusiones y adquisición de compañías eléctricas, entre otros [54].

Las Comisiones Estatales de Compañías Públicas regulan las actividades que salen de la jurisdicción de la FERC [54].



Fuente: Tomado de IEA [54]

La industria eléctrica estadounidense se compone de más de 3 000 compañías (denominados *utilities*, generalmente involucradas en generación, transmisión y distribución) públicos, privados y mixtos, incluyendo más de 1 000 generadores independientes (*IIPs*), tres redes de transmisión regionales sincronizadas, ocho concejos de viabilidad eléctrica, más de 150 operadores de área y miles de autoridades reguladoras separadas (ingenieriles, económicas, ambientales y uso del suelo) [54].

### Matriz Eléctrica

El 4 de septiembre de 1882 dio inicio la primera planta de generación eléctrica comercial y permanente en la calle Pearl de New York, veintiséis días después lo hizo la primera planta de generación renovable (hidroeléctrica) en el Estado de Winsconsin [60].

Estados Unidos posee un potencial hidroeléctrico considerable, luego de un gran esfuerzo por explotarlo, sobre todo en la década de los 30's, su importancia ha venido en declive conforme se iban agotando los emplazamientos potenciales y el incremento del rendimiento de otras fuentes mejoraba,

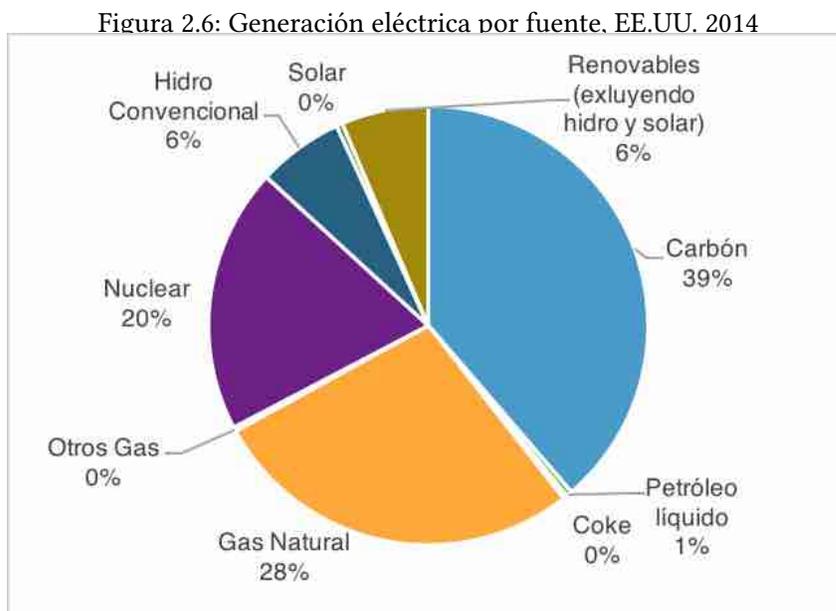
aunado a una sociedad cada vez más preocupada por los impactos medioambientales de los proyectos hidroeléctricos [60].

El país ha experimentado un aumento significativo en el uso de gas natural para la generación eléctrica producto de fuentes no convencionales así como un aumento en energías renovables, eficiencia energética y programas de respuesta al consumo provenientes de avances tecnológicos y políticas tanto a nivel estatal como federal [54].

El carbón y el gas natural son las mayores fuentes de generación eléctrica con un 39 % y 28 % respectivamente para el 2014. Tan solo una década atrás estas fuentes producían un 51.4 % y 16.5 % respectivamente y se espera que para el 2040 las cuotas sean de un 35.5 % y 30.5 % respectivamente [54]. La energía nuclear es la tercer mayor fuente con un 20 % y poco más del 12 % corresponde a energías renovables donde un 6 % proviene de hidroenergía.

En la década que va de 2003 a 2013, la generación eléctrica con base en energía geotérmica aumentó un 22.3 %, los biocombustibles y desechos un 6.3 % y la energía hidroeléctrica disminuyó en un 2.6 %. Se espera que la producción eléctrica con energías renovables llegue a un 16 % para el 2040 con una expansión de todas las fuentes mencionadas a excepción del hidro [54].

En la figura 2.6 se presenta el mix de generación para el 2014. No se tiene datos disponibles de capacidad instalada.



Fuente: Elaboración propia. Datos IEA [2]

### 2.3.3. Guatemala



Con dos veces el tamaño terrestre de Costa Rica y más de tres veces su población, Guatemala presenta casi un 60 % de pobreza. En la tabla 2.4 se muestran los datos país.

#### Mercado Eléctrico

Guatemala abre el mercado eléctrico en 1998 clasificando los usuarios en: Usuarios regulados (demanda de potencia menor a 100 kW) y Usuarios no regulados (demanda de potencia mayor a 100 kW y debidamente registrado en el Ministerio de Energía y Minas). Las tarifas dependen del nivel de tensión (BT, MT), consumo en punta o fuera de punta y cobro monómico/binómico y no dependen del sector de consumo [30].

Tabla 2.4: Datos Guatemala 2015

Población:	16 340 000 habitantes.
Área terrestre:	108 900 km <sup>2</sup> .
Porcentaje de pobreza:	59.30 %
PIB por persona:	\$7 510 (PPP).
Emisiones CO <sub>2</sub> por persona:	0.87
Consumo energía eléctrica:	555 kWh/persona
Cobertura eléctrica	91.96 %

Fuente: Elaboración propia. Datos Banco Mundial y OLADE [70] [63].

#### Matriz Eléctrica

Guatemala posee reservas de petróleo, hidroenergía, geotermia, energía solar y eólica [6]. La capacidad instalada y la generación por fuente para el 2015 se presentan en las figuras 2.7 y 2.8, con capacidades importantes de hidroeléctrica y energía térmica.

Figura 2.7: Capacidad instalada por fuente, Guatemala 2015

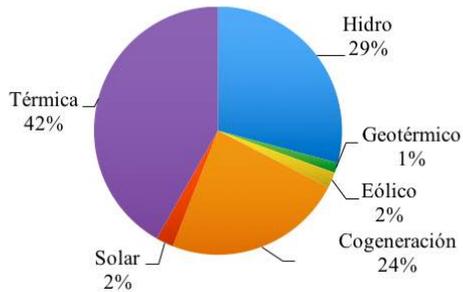
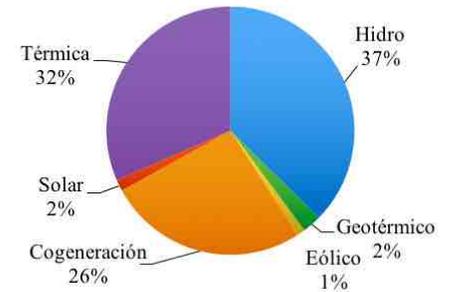


Figura 2.8: Generación por fuente, Guatemala 2015



Fuente: Elaboración propia. Datos BID [47].

### 2.3.4. Panamá

País fronterizo con el Sur costarricense, Panamá posee una población y consumo eléctrico similar al costarricense, mientras el porcentaje de población en pobreza es del 23%. Los datos correspondientes se muestran en la tabla 2.5.



#### Mercado Eléctrico.

En 1998 se da la privatización del sector eléctrico, se presentan las licitaciones para la venta de entre el 49% y 51% de las acciones de las empresas eléctricas de generación y distribución, manteniendo participación estatal y se establece el Mercado Mayorista de Electricidad donde generadores y consumidores (distribuidores y grandes usuarios<sup>4</sup>) tranzan la compra y venta de energía y potencia.

<sup>4</sup>Se catalogan como aquellos usuarios con consumo mayor a 100 kW

Tabla 2.5: Datos Panamá 2015

Población:	3 930 000 habitantes.
Área terrestre:	75 400 km <sup>2</sup> .
Porcentaje de pobreza:	23 %
PIB por persona:	\$20 710 (PPP).
Emisiones CO <sub>2</sub> por persona:	2.72
Consumo energía eléctrica:	2 038 kWh/persona
Cobertura eléctrica	93.90 %

Fuente: Elaboración propia. Datos Banco Mundial y OLADE [70] [63].

### Matriz Eléctrica.

Panamá posee recursos en hidroenergía, energía solar y energía eólica [6]. Aunque no posee reservas de hidrocarburos esta fuente representa el 34 % en capacidad instalada y el 32 % en la generación eléctrica para el 2015, siendo esta la segunda fuente por debajo de la hidroeléctrica (58 % capacidad instalada, 66 % generación) tal cual se muestra en las figuras 2.9 y 2.10.

Figura 2.9: Capacidad instalada por fuente, Panamá 2015

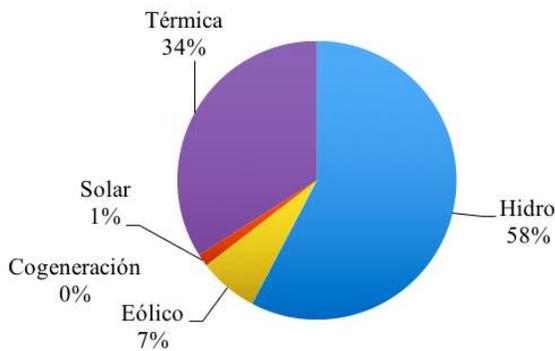
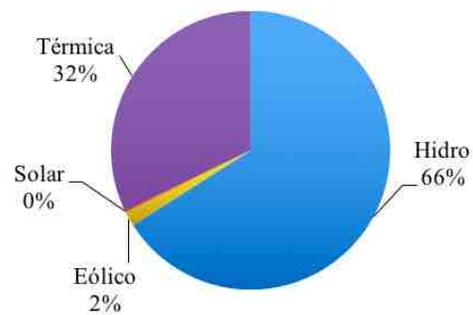


Figura 2.10: Generación por fuente, Panamá 2015



Fuente: Elaboración propia. Datos BID [47].

### 2.3.5. Nicaragua

País fronterizo por el Norte costarricense, Nicaragua presenta casi una sexta parte del consumo eléctrico costarricense, su población es un 26 % mayor y su área terrestre es 2.5 veces la costarricense. Los datos correspondientes se muestran en la tabla 2.6.

#### Mercado Eléctrico.



En los 90's se inició con la apertura y privatización del mercado eléctrico nicaragüense. En la actualidad dicho mercado presenta una estructura de generación abierta a la competencia incluyendo generadores públicos, privados y mixtos. La transmisión se mantiene como monopolio natural de la estatal ENATREL y la mayor parte de la distribución corresponde a dos empresas con concesiones territoriales (DISNORTE y DISSUR) ambas de control privado español con un 16 % de participación estatal, además se presentan pequeños distribuidores con generación propia o compra a generadores u otros distribuidores. Los grandes consumidores corresponden a usuarios con consumo mayor o igual a 1000kW y conectados al menos a 13,8kV [3].

Tabla 2.6: Datos Nicaragua 2015

Población:	6 080 000 habitantes.
Área terrestre:	130 400 km <sup>2</sup> .
Porcentaje de pobreza:	29.60 %
PIB por persona:	\$5 050 (PPP).
Emisiones CO <sub>2</sub> por persona:	0.77
Consumo energía eléctrica:	598 kWh/persona
Cobertura eléctrica	85.30 %

Fuente: Elaboración propia. Datos Banco Mundial y OLADE [70] [63].

#### Matriz Eléctrica

Nicaragua posee recursos hidroeléctricos, geotérmicos, solar y eólico [6]. Una capacidad instalada y generación predominantemente térmica (58 % y 52 % respectivamente), con un fuerte componente eólico (15 % capacidad instalada y 20 % de generación) tal cual se muestra en los gráficos 2.11 y 2.12.

Figura 2.11: Capacidad instalada por fuente, Nicaragua 2015

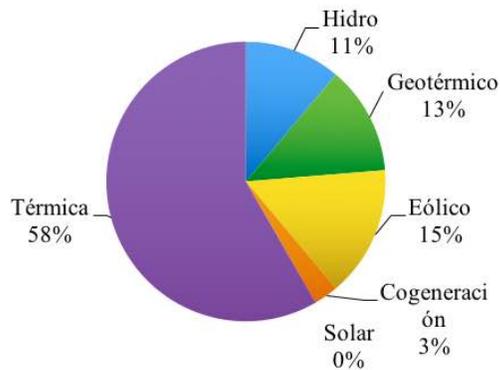
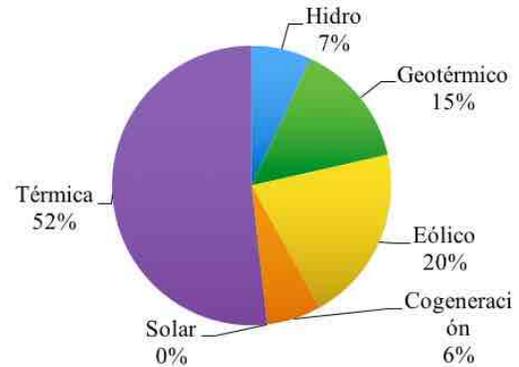


Figura 2.12: Generación por fuente, Nicaragua 2015



Fuente: Elaboración propia. Datos BID [47].

### 2.3.6. El Salvador

Con un 41 % del área terrestre costarricense y un 27 % más de población, El Salvador presenta casi la mitad del consumo eléctrico costarricense. Los datos correspondientes se muestran en la tabla 2.7.



#### Mercado Eléctrico.

Entre los años 1996 y 1997 se promulgan la Ley General de Electricidad y su legislación secundaria así como la Ley de Creación de la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET) el cual se constituye como ente controlador, con funciones de regulación y supervisión del sector. Seguidamente se privatizan los generadores térmicos y empresas distribuidoras de energía eléctrica. Luego de varias reformas al sector, se crea el ente rector en política energética (CNE) así como la Empresa Transmisora de El Salvador (ETESAL) y la Unidad de Transacciones (UT). En

el 2011 entra en operación el Mercado Mayorista Basado en Costos de Producción (ROBCP) el cual se encuentra vigente hasta la fecha [23].

Tabla 2.7: Datos El Salvador 2015

Población:	6 130 000 habitantes.
Área terrestre:	21 000 km <sup>2</sup> .
Porcentaje de pobreza:	31.80 %
PIB por persona:	\$8 220 (PPP).
Emisiones CO <sub>2</sub> por persona:	1.04
Consumo energía eléctrica:	915 kWh/persona
Cobertura eléctrica	95.40 %

Fuente: Elaboración propia. Datos Banco Mundial y OLADE [70] [63].

### Matriz Eléctrica

El Salvador posee recursos hidro-energéticos, geotérmicos y solar [6]. Su capacidad instalada es predominantemente térmica así como su generación (46 % y 43 % respectivamente) seguido de hidroelectricidad (30 % y 25 % respectivamente) tal cual se muestra en las figuras 2.13 y 2.14.

Figura 2.13: Capacidad instalada por fuente, El Salvador 2015

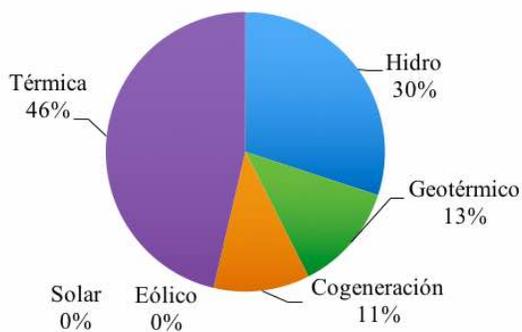
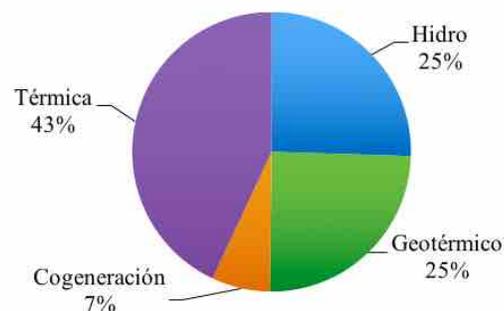


Figura 2.14: Generación por fuente, El Salvador 2015



Fuente: Elaboración propia. Datos BID [47].

### 2.3.7. Honduras

Los datos correspondientes se muestran en la tabla 2.8.



#### Mercado Eléctrico.

La Ley General de la Industria Eléctrica (Decreto 404-2013), vigente a partir de Junio del 2014 reforma el sector eléctrico. Se crea la CREE que sustituye a la anterior CNE y es la entidad encargada de regular y aprobar los ajustes tarifarios, los cuales se harán cada tres meses por generación y cada año por transmisión. Esta transformación del subsector eléctrico liberaliza el sector y permite las figuras de comercializador y transmisor, posibilita también que un

ente privado, público o mixto sea el operador del sistema eléctrico. En el 2013 el Estado de Honduras firmó cuatro fideicomisos con la banca nacional de ese país para la recuperación de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) por sus pérdidas técnicas y financieras, de esta forma el despacho, la transmisión, distribución e iluminación pública y el flujo financiero de la ENEE es ahora manejado por dichos fideicomisos, lo que lleva a una transformación de la otrora empresa estatal a sociedad anónima y se divide en tres empresas. Cabe señalar que existe un ambiente de incertidumbre no solo en los consumidores pero también en los empleados debido sobre el actuar de dicha empresa en el mercado ahora liberalizado [50].

Tabla 2.8: Datos Honduras 2015

Población:	8 080 000 habitantes.
Área terrestre:	112 500 km <sup>2</sup> .
Porcentaje de pobreza:	62.80 %
PIB por persona:	\$4 740 (PPP).
Emisiones CO <sub>2</sub> por persona:	1.15
Consumo energía eléctrica:	721 kWh/persona
Cobertura eléctrica	73.96 %

Fuente: Elaboración propia. Datos Banco Mundial y OLADE [70] [63].

#### Matriz Eléctrica.

Los recursos energéticos de Honduras son: hidroenergía, geotermia, solar y eólico. El recurso térmico es el principal tanto en capacidad instalada como en la matriz de generación con un 41 % y 56 % respectivamente, seguido del hidroeléctrico que representa un 27 % en generación y un 28 % en capacidad instalada (figuras 2.15 y 2.16).

Figura 2.15: Capacidad instalada por fuente, Honduras 2015

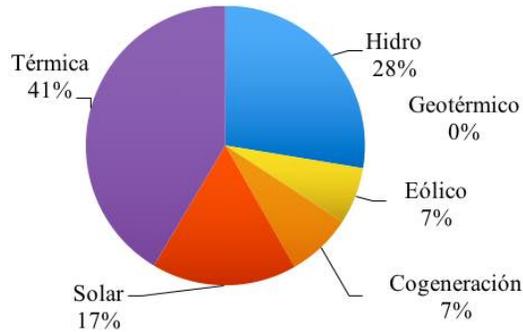
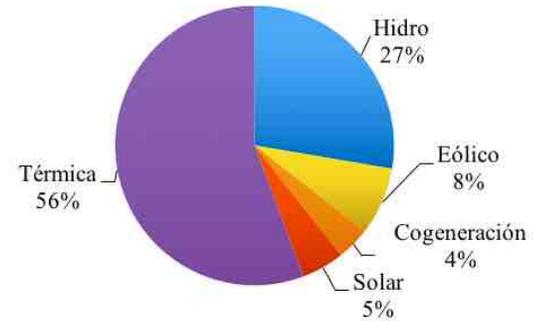


Figura 2.16: Generación por fuente, Honduras 2015



Fuente: Elaboración propia. Datos BID [47].

### 2.3.8. México

Los datos correspondientes se muestran en la tabla 2.9.



#### Mercado Eléctrico

México mantenía un subsector eléctrico compuesto por una empresa estatal (CFE) integrada verticalmente y responsable de todas las actividades desde la generación hasta la entrega de energía al usuario final, esto cambia con la aprobación de la llamada Reforma Energética en el 2014<sup>5</sup>. La reforma establece la liberalización del mercado en la generación y suministro de electricidad, mientras la transmisión y distribución se mantiene en manos del Estado aunque abre la posibilidad a la incorporación de entidades privadas para un control mixto (mercado regulado). En enero del 2016 se

publican los términos para llevar a cabo la completa segregación de la CFE en compañías separadas para cada una de las actividades (Generación, Transmisión, Distribución, Suministro básico, Suministro distinto al básico y proveeduría de insumos primarios) y permitir así la entrada de entes privados en competencia [56].

<sup>5</sup>Para más información: <https://home.kpmg.com/content/dam/kpmg/mx/pdf/2016/10/DEmx-opportunidades-sector-electrico.pdf>

Tabla 2.9: Datos México 2015

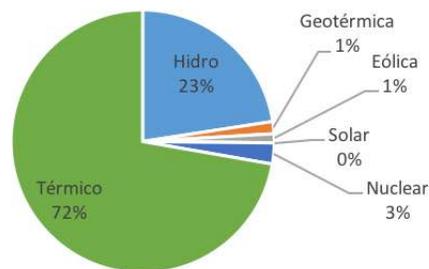
Población:	127 020 000 habitantes.
Área terrestre:	1 964 400 km <sup>2</sup> .
Porcentaje de pobreza:	53.20 %
PIB por persona:	\$17 150 (PPP).
Emisiones CO <sub>2</sub> por persona:	3.95
Consumo energía eléctrica:	2 057 kWh/persona
Cobertura eléctrica	98.53 %

Fuente: Elaboración propia. Datos Banco Mundial y OLADE [70] [63].

### Matriz Eléctrica.

México posee energía nuclear, carbón, petróleo, gas, hidroenergía, geotermia, solar y eólico [6]. Debido a sus grandes reservas de petróleo no es de extrañar que el recurso térmico sea la principal fuente en capacidad instalada con un 72 %, seguida del hidro con un 23 % tal cual se muestra en la figura 2.17. No se consignan datos de generación.

Figura 2.17: Capacidad instalada por fuente, México 2015



Fuente: Elaboración propia. Datos OLADE [63].

### 2.3.9. Colombia

Los datos correspondientes se muestran en la tabla 2.10.



#### Mercado Eléctrico

Colombia al igual que muchos de los otros países, abre el mercado en los años 90. La reforma surgió como respuesta a una crisis continua y profunda en el funcionamiento y financiamiento del sector [57]. El marco regulatorio se compone de la libre competencia en la generación y comercialización y en monopolio en transmisión y distribución. La regulación queda en manos de la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG)<sup>6</sup>.

#### Matriz Eléctrica.

Colombia cuenta con carbón, petróleo, gas, hidroeléctrico, geotérmico y eólico [6]. En la figura 2.18 se muestre la capacidad instalada por fuente. No se tienen datos de generación.

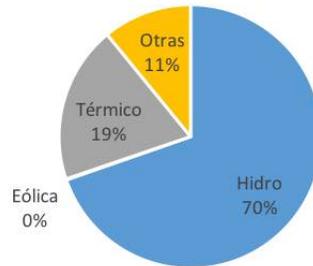
Tabla 2.10: Datos Colombia 2015

Población:	48 230 000 habitantes.
Área terrestre:	1 141 700 km <sup>2</sup> .
Porcentaje de pobreza:	27.80 %
PIB per capita:	\$13 520 (PPP).
Emisiones CO <sub>2</sub> per capita:	1.89
Consumo energía eléctrica:	1 177 kWh/persona
Cobertura eléctrica	96.96 %

Fuente: Elaboración propia. Datos Banco Mundial y OLADE [70] [63].

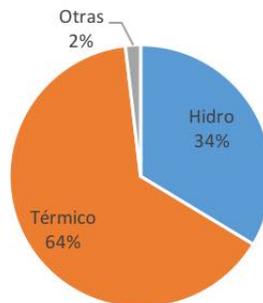
<sup>6</sup>Para más información: <http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/383/17.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Figura 2.18: Capacidad instalada por fuente, Colombia 2015



Fuente: Elaboración propia. Datos OLADE [63].

Figura 2.19: Capacidad instalada por fuente, Chile 2015



Fuente: Elaboración propia. Datos OLADE [63].

### 2.3.10. Chile



Chile posee un Sistema Eléctrico compuesto de cuatro sistemas interconectados, el SIC (Sistema Ingerconectado Central), SING (Sistema Interconectado del Norte Grande) y los Sistemas Aisén y de Magallanes. El primero se encarga de un 76.8 % de la demanda y atiende el 92.2 % de los clientes, los cuales en su mayoría son clientes regulados, mientras el SING se encarga del 22.4 % de la demanda y un 6.3 % de los clientes que son en su gran mayoría clientes libres (minería e industria). Los dos últimos sistemas cubren las necesidades de las Regiones más alejadas del Sur [46]. Los datos correspondientes se muestran en la tabla 2.11.

#### Mercado Eléctrico

A partir de la década de los 80's se inicia la privatización del Sector Eléctrico Chileno, pasando a manos privadas las tres actividades principales (generación, transmisión y distribución), mientras el Estado cumple funciones de regulación, fiscalización y planificación. Los clientes libres deben de tener un consumo mayor a los  $2000kWh$  [46].

#### Matriz Eléctrica

Chile posee petróleo, gas, hidroeléctrico, geotérmico, solar y eólico (cuenta con reservas de uranio pero no es una fuente explotada) [6]. En la figura 2.19 se muestra la capacidad instalada por fuente. No se tienen datos de generación.

Tabla 2.11: Datos Chile

Población:	17 950 000 habitantes.
Área terrestre:	756 100 km <sup>2</sup> .
Porcentaje de pobreza:	14.40 %
PIB per capita:	\$21 740 (PPP).
Emisiones CO <sub>2</sub> per capita:	4.73
Consumo energía eléctrica:	3 879 kWh/persona
Cobertura eléctrica	99.65 %

Fuente: Elaboración propia. Datos Banco Mundial y OLADE [70] [63].

## 2.4. Selección de empresas

Al buscar la mayor uniformidad posible de las variables, se busca que las empresas sean lo más similares posible a las empresas costarricenses más importantes como lo son el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) y la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL). Siempre en el marco del sector regulado, se buscan empresas distribuidoras que además pueden tener capacidad de generación<sup>7</sup>.

Los datos base para la selección de empresas en este estudio son:

- Ventas monetarias de energía.
- Ventas físicas de energía.
- Cantidad de clientes.
- Distribución sectorial de clientes.

Para el caso específico de Estados Unidos la selección de empresas presenta una dificultad mayor, al componerse este por 51 Estados soberanos y más de 3000 empresas o *utilities* reguladas. Debido a esto se establecen algunos criterios adicionales de selección como:

- Capacidad instalada (*MW* instalados).
- Porcentaje de hidroelectricidad instalado.

El ICE es el actor principal del Sistema Eléctrico Nacional (S.E.N.) Costarricense, única empresa (institución) con participación en toda la estructura del S.E.N., mientras la CNFL es el segundo actor en importancia en distribución, juntos representan aproximadamente el 77 % de los abonados y el 78 % de las ventas de energía en el S.E.N.<sup>8</sup>. Para la selección de las empresas latinoamericanas se toman como variables comparativas las ventas de energía (*MWh*) y la cantidad de clientes tal cual se muestra en la tabla 2.13.

Tabla 2.12: Participación de empresas en el SEN Costa Rica

	Abonados		Ventas ( <i>MWh</i> )	
Costa Rica	1 646 700	100 %	9 343 700	100 %
ICE	734 116	45 %	3 802 050	41 %
CNFL	532 399	32 %	3 459 490	37 %

Fuente: CEPAL [65].

<sup>7</sup>La variación de costos entre las empresas que sirven en las capitales o ciudades grandes en comparación con las empresas que sirven en áreas rurales no se toma en consideración en este estudio, pero se insta a tomar en cuenta en siguientes estudios ya que las primeras presentan una ventaja por economía de escala, pérdidas técnicas menores en distribución y consumos concentrados, además de otras diferencias.

<sup>8</sup>En esta sección se utilizan datos del 2015 debido a que es el último año para el cual se encuentran disponibles datos para todos los países.

De los informes de CEPAL [65] y los sitios web de Codensa [68] y Chilquinta [67], se obtienen los datos para las empresas latinoamericanas al 2015, de las cuales se seleccionan las que se presentan en la tabla 2.13 por su importancia en los mercados respectivos.

Tabla 2.13: Selección de empresas Latinoamericanas

País	Empresa	Ventas de energía ( <i>GWh</i> )	Clientes
Costa Rica	ICE	3 802.05	734 116
Costa Rica	CNFL	3 459.49	532 399
Guatemala	EEGSA	3 085.32	1 148 806
Honduras	ENEE	5 811.70	1 645 612
Panamá	ENSA	3 209.02	420 128
Nicaragua	Disnorte-Dissur	3 059.80	982 469
El Salvador	CAESS	2 166.28	582 748
Chile	Chilquinta	2 546.90	560 108
Colombia	Codensa	9 524.00	2 865 135

Fuente: Elaboración propia. Datos CEPAL [65], Codensa [68], Chilquinta [67]

Para poder hacer la selección de las empresas estadounidenses se realizó un estudio particular a la base de datos de ese país (EIA [2]) donde se utilizan datos adicionales de las empresas costarricenses como la capacidad instalada (figura 2.20) y la estructura de consumo (figura 2.21).

De la base de datos de la *U.S. Energy Information Administration* (EIA [2]) se obtienen los datos de potencia instalada por fuente, la estructura de clientes y las ventas de energía y monetarias. Estos datos provienen de dos encuestas obligatorias distintas con lo que, como último filtro se hacen converger las bases de datos y así obtener las empresas que posean mayor cantidad de parámetros.

Los criterios de selección se definen de acuerdo a las características de las empresas costarricenses que se muestran en la figura 2.22:

Figura 2.20: Estructura de consumo ICE, 2015

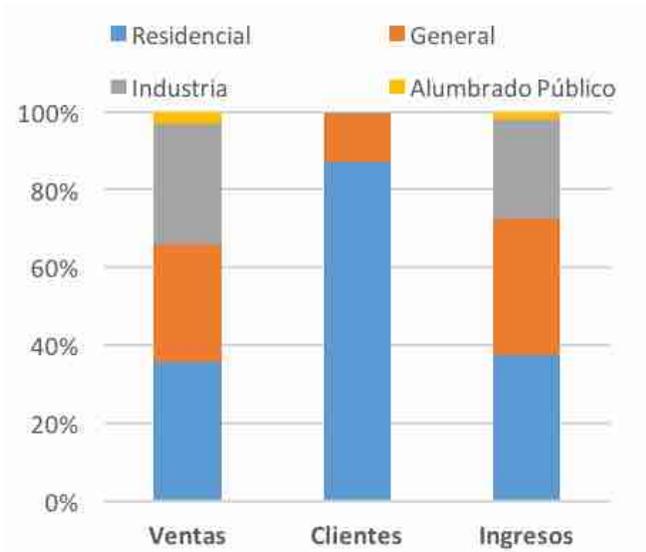
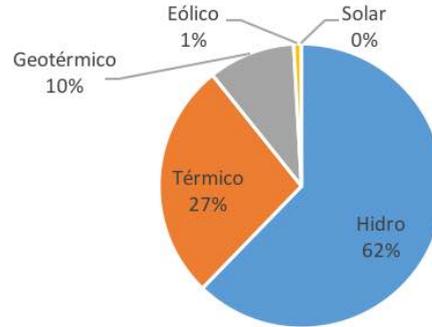
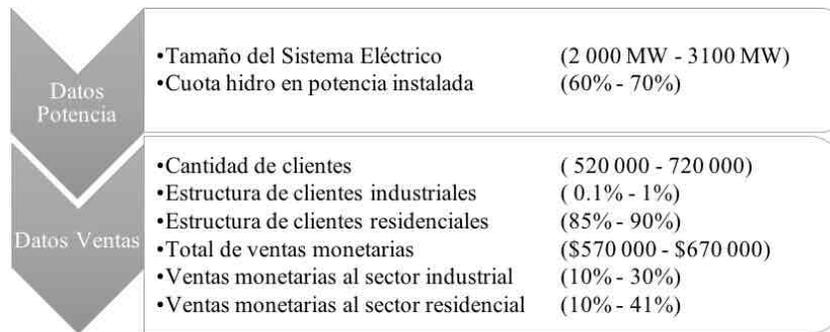


Figura 2.21: Capacidad Instalada por fuente ICE, 2015



Fuente: Elaboración propia. Datos ARESEP [45].

Figura 2.22: Rangos de selección



Fuente: Elaboración propia.

Bajo los criterios de selección antes mencionados<sup>9</sup> se llega a dos empresas, *ALLETE, Inc.* del Estado de Minnesota y de propiedad privada y la empresa *Nothern States Power Co.*<sup>10</sup> en el Estado de Wisconsin y también de propiedad privada. Las estructuras de ventas y capacidad instalada se muestran en las

<sup>9</sup>Los rangos de selección se establecen bajo el criterio de selección por similitud y además que permita un número manejable para la elaboración de este estudio.

<sup>10</sup>NSPC es subsidiaria de XCEL Energy. Para efectos del tarifario se utiliza el de XCEL Energy (Wisconsin)

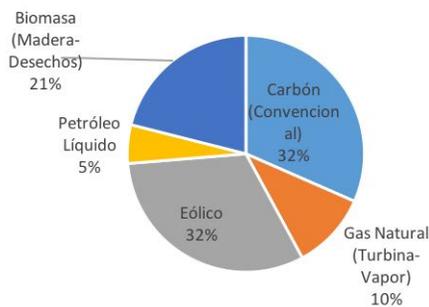
figuras 2.23, 2.24, 2.25 y 2.26. En la tabla 2.14 se muestra la participación de estas empresas en el Sistema global estadounidense. Al comparar los datos de las empresas seleccionadas con los datos país, se evidencia el tamaño y capacidad del Sistema Eléctrico Estadounidense, se debe de recordar que muchas empresas que participan en este mercado forman parte de consorcios que se extienden inter e intra estatalmente, aún así, en aras de incorporar a este país en el análisis se tomarán estas dos empresas como representativas, recordando que existe una alta variabilidad en cuanto a matriz eléctrica y recursos de generación, así como tamaños de empresas y poder de mercado. No debe de pasar desapercibido que ambas empresas forman parte del Noreste estadounidense rico en recursos hídricos y por ende más propenso a formar parte de las empresas seleccionadas bajo los criterios antes señalados.

Tabla 2.14: Empresas (*Utilities*) seleccionadas EE.UU.

	Abonados		Ventas ( <i>MWh</i> )	
Estados Unidos	1 783 594 260	100 %	4 077 601 000	100 %
ALLETE,Inc.	145 033	0.01 %	1 026 454	0.03 %
Northern States Power Co.	206 991	0.01 %	1 809 008	0.04 %

Fuente: Elaboración propia. Datos EIA [2].

Figura 2.23: Capacidad Instalada por fuente Allete Inc., 2015



Fuente: Elaboración propia. Datos Allete, 2017 [78].

Figura 2.24: Estructura de consumo por cliente Allete Inc., 2015

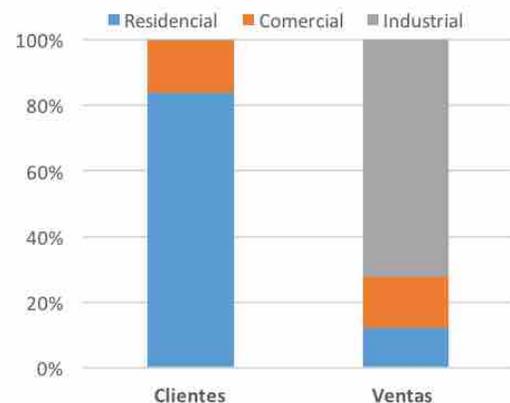


Figura 2.25: Capacidad Instalada por fuente NSPC, 2015

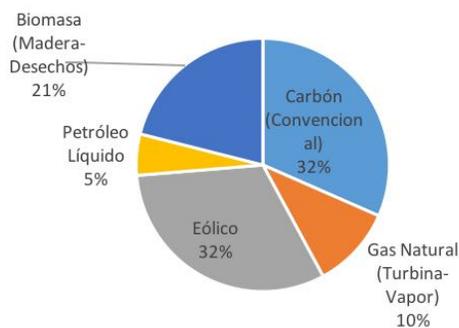
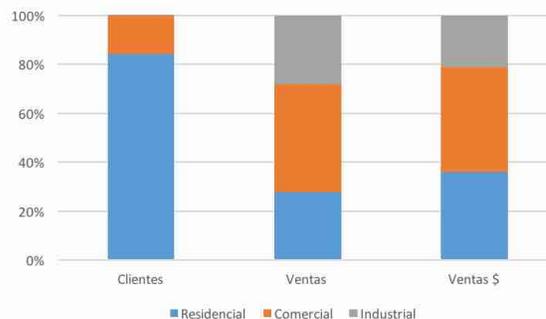


Figura 2.26: Estructura de consumo por cliente NSPC, 2015



Fuente: Elaboración propia. Datos NSPC, 2017 [79].

## 2.5. Perfiles de consumo modelo

La elaboración de los clientes modelo se hace con base en las curvas de carga de cada sector [40] y los consumos promedio obtenidos de las encuestas aplicadas por la DSE [24], [80], [5], [25] y [4] a cada sector consumidor. Se toman 30 días para el cálculo del precio residencial y 26 días para el cálculo del precio comercial e industrial (eliminando los domingos).

La elaboración de los clientes modelo corresponde primero a los distintos sectores de consumo y luego a la cantidad de energía consumida y se usan las curvas de carga para la asignación del consumo de energía y potencia máxima en las 24 horas diarias, con el fin de poder realizar los cálculos en las tarifas que utilizan horarios diferenciados.

Se asignan clientes modelo de acuerdo al percentil de consumo (menores y mayores consumos) y al sector de consumo (industrial, comercial, residencial). El consumo promedio detectado en las encuestas antes mencionadas, se multiplica por los valores dados en la curva con lo que se establecen los consumo modelo y su respectiva distribución en la franjas horarias. Se elaboran de esta forma cinco consumos modelo en el sector residencial, tres casos para el sector comercial y cinco para la industria.

Las curvas de demanda típica se muestran en las figuras 2.27, 2.28 y 2.29. Dichos gráficos se elaboran en *por unidad* (p.u.) donde la suma de todos los máximos es  $1kW$ . El área bajo la curva corresponde a la energía ( $kWh$ ) utilizada. Estas curvas son fundamentales para distribuir el consumo eléctrico y poder realizar los cálculos en tarifas horarias.

La elaboración de estos perfiles de consumo responden a una caracterización costarricense, con sus características establecidas de consumo, demanda máxima y comportamiento de la población e industria. Con esto se logra establecer una comparación en los países seleccionados del precio que pagarían los consumidores típicos costarricenses si mantienen un consumo igual al que realizan en Costa Rica. Se debe tener presente que aunque de esta forma se obtiene un aproximado del precio por nivel de consumo típico costarricense, dicho nivel responde a condiciones propias del país y varía de acuerdo

a cada país y las características propias tanto de los comportamientos de las personas e industrias así como de la intensidad eléctrica desarrollada.

El factor de carga se define como el cociente entre la demanda máxima diaria y la demanda promedio, o expuesto de otra forma, es la relación entre la energía demanda y la energía que demandaría la carga si se conecta siempre a su potencia máxima (en este caso el factor de carga sería 1), estableciendo un parámetro de la utilización de la energía, siendo que a un mayor factor de carga corresponde un mejor uso de la energía [62].

### 2.5.1. Sector Residencial

El factor de carga en el sector residencial es de 0,7215 [26], aunque se debe de recordar que en este sector no se cobra la potencia máxima ( $kW$ )<sup>11</sup>. En la tabla 2.15 se muestran los casos correspondientes al sector residencial pasando del bajo consumo (168,42  $kWh/mes$ ) hasta el alto consumo (958,33  $kWh$ ).

Tabla 2.15: Consumo promedio Residencial 2012

Caso modelo	Promedio/día ( $kWh$ )	Promedio/mes ( $kWh$ )	Potencia Máxima ( $kW$ )
CR1	5.61	168.4	0.32
CR2	10.63	318.9	0.61
CR3	16.13	484	0.93
CR4	18.33	550	1.06
CR5	31.94	958.3	1.84

Fuente: Elaboración propia. Datos Encuesta de consumo Residencial, DSE [24].

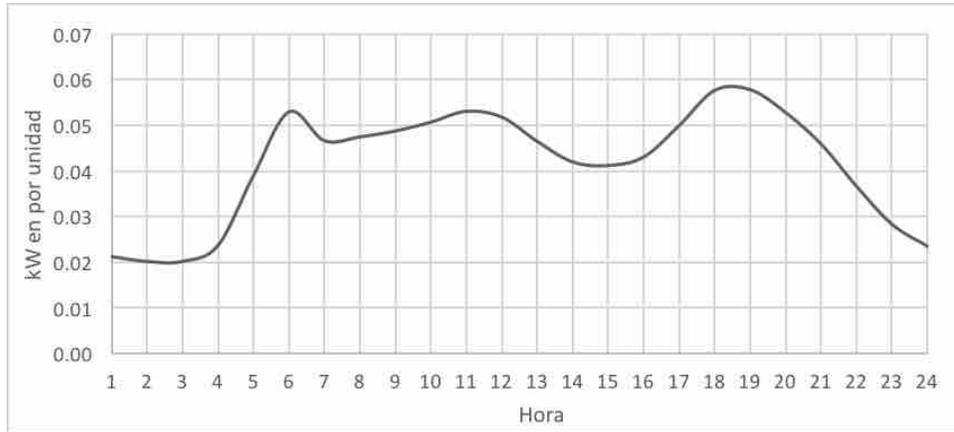
El comportamiento del sector residencial muestra dos picos de consumo (6:00 y 18:30) así como un tercero aunque menor a las 11:00, lo cual corresponde al comportamiento típico de las actividades residenciales de cocimiento así como la salida y llegada a casa de la población laboral.

### 2.5.2. Sector Comercial

El factor de carga en el sector comercial es de 0,3648 [40] y es en baja tensión. El pico de consumo se da a las 9:00 y luego tiende a la baja con mayor intensidad después de las 14:00 hasta caer a mínimos a partir de las 17:00, cuando cierran la mayoría de estos consumidores. Para el sector comercial se obtienen tres consumos modelo, siendo el menor de 2,500  $kWh/mes$  y el mayor de 33,118,70  $kWh/mes$  (2.16). En este sector se da el cobro de potencia máxima (por lo general para consumos mayores a 3,000  $kWh$ ).

<sup>11</sup>Debido a la naturaleza de las cargas.

Figura 2.27: Curva de demanda unitaria promedio, sector Residencial 2015



Fuente: Elaboración propia. Datos DSE [26].

Tabla 2.16: Consumo promedio Comercial 2014

Caso modelo	Promedio/día (kWh)	Promedio/mes (kWh)	Potencia Máxima (kW)
CC1	96.2	2 500.0	10.98
CC2	514.4	13 374.9	58.76
CC3	1 273.8	33 118.7	145.51

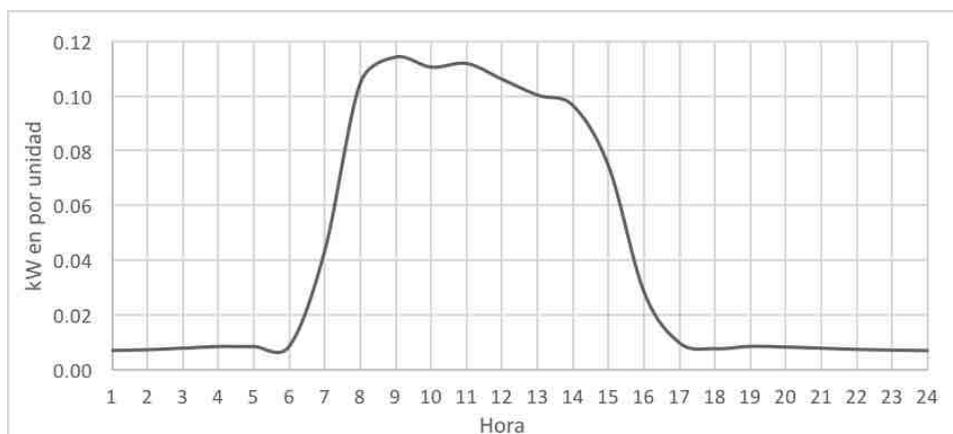
Fuente: Elaboración propia. Datos Encuesta de consumo en Comercio, DSE [80].

### 2.5.3. Sector Industrial

El sector industrial se analiza mediante cinco consumos típicos diferentes correspondientes a los percentiles de consumo y al promedio total del sector.

El factor de carga en el sector industrial es de 0,7358 [40] y los valores de consumo de energía van desde 11,712,14kWh/mes hasta 4,890,228,82kWh/mes. Los casos de estudio se muestran en la tabla 2.17

Figura 2.28: Curva de demanda unitaria promedio, sector Comercial 2015



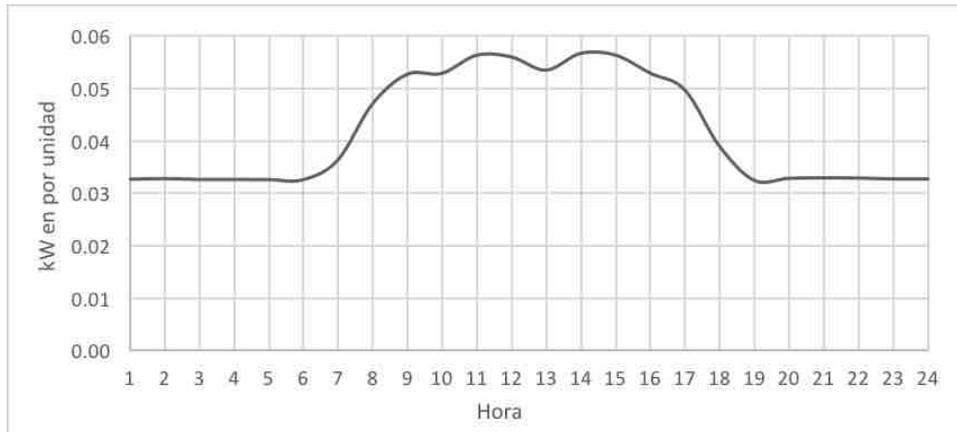
Fuente: Elaboración propia. Datos UCR [40].

Tabla 2.17: Consumo promedio Industrial 2012

Caso modelo	Promedio/día (kWh)	Promedio/mes (kWh)	Potencia Máxima (kW)
CI1	450.47	11 712.14	25.51
CI2	10 870.73	282 639.03	615.6
CI3	30 076.73	781 995.02	1 703.23
CI4	61 460.95	1 597 984.73	3 480.50
CI5	188 085.72	4 890 228.82	10 651.20

Fuente: Elaboración propia. Datos Encuesta de consumo Industrial, DSE [5].

Figura 2.29: Curva de demanda unitaria promedio, sector Industrial 2015



Fuente: Elaboración propia. Datos UCR [40].

## Aplicación Tarifaria

El tarifario aplicado (segmento regulado) varía entre países y entre empresas. Existen tarifarios con estructuras por sector de consumo (como el costarricense que diferencia entre consumo residencial-comercial-industrial) y otros que diferencian el consumo de acuerdo a la tensión de servicio, cantidad de energía y/o potencia (como el caso de Guatemala).

Los horarios de los periodos diferenciados, varían entre país y país. Dichos periodos se pueden establecer como punta-valle-noche o punta-fuera de punta.

Los cargos varían entre tarifarios y también entre tarifas propias de cada tarifario. Para el caso específico de este estudio se establecen los cargos a tomar en cuenta como:

- Cargo único por usuario: Corresponde a cargos fijos.
- Cargo por energía consumida ( $kWh$ ): Estos cargos pueden ser en tarifa plana (todos los  $kWh$  cuestan igual) u horaria (diferenciación horaria: punta-valle-noche o punta-fuera de punta). Se cobran todos los  $kWh$  consumidos en el mes.
- Cargo por potencia máxima ( $kW$ ): Corresponde a la potencia máxima del mes, medida en periodos de 15 minutos. Se aplica dependiendo del consumo (el sector residencial así como una parte del sector comercial no pagan este cargo) y se cobra una sola vez.
- Subsidios y *riders*: Los subsidios aplicados corresponden al primer segmento de consumo residencial, el cual en la mayoría de los países se subsidia y puede significar un cambio importante en el precio final. Los *riders* se refieren a los cobros diferenciados que existen en los tarifarios estadounidenses, dichos cobros corresponden a una asignación específica de los costos.

Se toman en consideración las tarifas de los sectores residencial y comercial en Baja Tensión (BT) e industrial en Media Tensión (MT). Se dejan por fuera las tarifas para Alta Tensión así como las tarifas especiales o preferenciales.

El cobro de energía ( $kWh$ ) se hace sobre el total de  $kWh$  consumidos en un mes<sup>1</sup> (se suman los  $kWh$  consumidos cada día) mientras el cobro por potencia máxima ( $kW$ ), cuando este aplica (cobro

---

<sup>1</sup>30 días para residencial y 26 días para comercial e industrial.

binómico<sup>2</sup>) se hace sobre el consumo máximo absoluto de potencia registrado en el mes.

Para el caso de tarifas horarias se utiliza la distribución de consumo establecida en la sección anterior (perfiles de consumo modelo), para facilitar el cálculo se toman horas completas, completando el rango a la hora siguiente (por ejemplo: 12:30 -> 13:00).

La mayoría de los países cuenta con las mismas categorías y horarios para todas las empresas, aunque en algunos casos se puede llegar a tener diferencias en los horarios entre las tarifas de una misma empresa (ie. Codensa). De acuerdo a lo consignado en secciones anteriores, se aplica el tarifario regulado incluso a consumos mayores del límite de regulación, tomando en cuenta que dichos consumos pueden obtener condiciones distintas de acuerdo a las negociaciones individuales con la empresa dadora del servicio, en el caso del sector residencial estadounidense esto también se cumple (para el resto de países el sector residencial se encuentra completamente regulado).

Se utiliza el tarifario vigente en cada empresa a enero del 2017. Se excluyen impuestos (en algunos casos vienen implícitos por lo que se deben de calcular y excluir del precio final), tasas municipales así como alumbrado público, tampoco se incluyen penalidades de ningún tipo (ie. bajo factor de potencia) ni bonificaciones o descuentos. El cobro por el uso de combustibles fósiles, denominado CVC en algunos países, viene implícito en la mayoría de los tarifarios donde se aplica y en los casos en que se consigna independientemente de las tarifas este se incluye para darle uniformidad a la muestra.

Por la cantidad de datos y tarifas, se presentan las especificaciones solo de aquellas que corresponden a la asignación hecha (en algunos casos es la única tarifa disponible mientras en otros se debe de seleccionar de acuerdo a las pautas de cada tarifario). En la mayoría de los casos en que se cuenta con la tarifa horaria en el sector residencial esta es opcional, mientras en el sector comercial e industrial por lo general su aplicación es obligatoria una vez se pasa un consumo límite.

### 3.1. Costa Rica

Costa Rica presenta tres categorías horarias (Punta, Valle y Noche) con dos rangos (tabla 3.1), las cuales se aplican a las dos empresas seleccionadas.

#### 3.1.1. Instituto Costarricense de Electricidad (ICE)

Se encuentra implícito el CVC.

**El sector residencial** presenta una tarifa (T-RE) con diferenciación de bloques de consumo (tabla 3.2), se aplica solo cobro por energía ( $kWh$ ) y los bloques son acumulativos con un bloque de cobro mínimo.

---

<sup>2</sup>El cobro monómico solo contempla la energía consumida ( $kWh$ ), mientras el cobro binómico se compone de la energía consumida ( $kWh$ ) y la potencia máxima consumida ( $kW$ ).

**El sector comercial** presenta una tarifa (T-CO) con diferenciación de cobro a partir de los 3000kWh donde se agrega el cobro por potencia máxima (cobro binómico) (tabla 3.3).

**El sector industrial** presenta las tarifas T-MT y T-MTb<sup>3</sup>. Para este análisis se aplicará la tarifa T-MTb aunque el factor de potencia promedio industrial es del 74 %. Los cobros se especifican en la tabla 3.4, las tarifas T-MT y T-MTb<sup>4</sup> presentan cobro por banda horaria (tabla 3.4).

Tabla 3.1: Rango horario Costa Rica

Horario	Rango 1	Rango 2
<b>Punta</b>	10:00 – 12:30	17:30 – 20:00
<b>Valle</b>	6:00 – 10:00	12:30 – 20:00
<b>Noche</b>	20:00 – 6:00	NA

Fuente: Elaboración propia. Datos ARESEP [44]

Tabla 3.2: Tarifa aplicada ICE Residencial

<b>T - RE</b> Baja Tensión
a. Bloque 0-40 kWh (cobro mínimo).
b. Bloque 41-200 kWh.
c. Bloque mayor a 200 kWh.

Fuente: Elaboración propia. Datos ARESEP [44]

Tabla 3.3: Tarifa aplicada ICE Comercial

<b>T - CO</b> Baja Tensión
a. Consumo de Energía $\leq 3000$ kWh
b. Consumo de Energía $>3000$ kWh.
c. Consumo de Potencia (kW máx.).

Fuente: Elaboración propia. Datos ARESEP [44]

Tabla 3.4: Tarifas aplicadas ICE Industrial

<b>T - MT</b> Media Tensión	<b>T - MTb</b>
a. Energía Punta.	a. Energía Punta.
b. Energía Valle.	b. Energía Valle.
c. Energía Noche.	c. Energía Noche.

Fuente: Elaboración propia. Datos ARESEP [44]

### 3.1.2. Compañía Nacional de Fuerza y Luz

Se encuentra implícito el CVC y un tributo a los Bomberos del 1,75 %

**En el sector residencial** se presentan dos tarifas, la T-RE que tiene cobros por bloque de consumo y la de mayor incidencia y la T-REH que realiza el cobro por bloque horario y donde se debe tener consumos mayores a 200kWh (tabla 3.5).

**En el sector comercial** se aplica la tarifa T-CO. Para consumos mayores de 3000kWh se aplican cargos por potencia máxima (binómico), tal cual se muestra en la tabla 3.6.

<sup>3</sup>Se debe de tener un consumo mínimo de 120000kWh/año para estas categorías, además en la T-MTb se debe tener un factor de carga mínimo del 90 %

<sup>4</sup>La tarifa T-IN es para consumos menores o iguales a 3000kWh y presenta precios más altos, por lo que se excluye.

**El sector industrial** presenta dos tarifas (tabla 3.7), donde la T-MT se tiene para consumos mínimos de 120000 kWh/año.

Tabla 3.5: Tarifas aplicadas CNFL Residencial

<b>T - RE</b> Baja Tensión	<b>T - REH</b>
a. Bloque 0-30 kWh.	a. Bloque 0-300 kWh Punta.
b. Bloque 31-200 kWh .	b. Bloque 0-300 kWh Valle.
c. Bloque 201-300 kWh.	c. Bloque 0-300 kWh Noche.
d. Bloque mayor a 300 kWh	d. Bloque 301-500 kWh Punta.
	e. Bloque 301-500 kWh Valle.
	f. Bloque 301-500 kWh Noche.
	g. Bloque mayor a 500 kWh Punta.
	h. Bloque mayor a 500 kWh Valle.
	i. Bloque mayor a 500 kWh Valle.

Fuente: Elaboración propia. Datos CNFL [37]

Tabla 3.6: Tarifa aplicada CNFL Comercial

<b>T - CO</b> Baja Tensión
<b>Solo Energía.</b>
a. Consumo de Energía $\leq$ 3000 kWh.
<b>Energía y Potencia</b> consumo > 3 000 kWh)
a. Bloque 0-3000 kWh (cargo fijo).
b. Bloque mayor a 3000 kWh.
c. Bloque 0-8 kW (cargo fijo).
d. Bloque mayor a 8 kW.

Fuente: Elaboración propia. Datos CNFL [37]

Tabla 3.7: Tarifas aplicadas CNFL Industrial

<b>T - IN</b> Media Tensión	<b>T - MT</b>
a. Bloque 0-3000 kWh.	a. Energía Punta.
b. Bloque mayor a 3000 kWh.	b. Energía Valle.
c. Bloque 0-8 kW.	c. Energía Noche.
d. Bloque mayor a 8 kW	d. Potencia Punta.
	e. Potencia Valle.
	f. Potencia Noche

Fuente: Elaboración propia. Datos CNFL [37]

## 3.2. Estados Unidos

En los casos de empresas estadounidenses se presentan cobros diferenciados por periodos de varios meses donde se escoge el bloque correspondiente (en este caso al mes de enero 2017). Además se diferencia por tarifas estacionales y no estacionales, donde la estacional es por general para cabañas y casas de campo (para este ejercicio se escoge la no estacional). La estructura de cobro en las empresas seleccionadas es de un cobro base (cargo aplicado) más ajustes (*riders*), los cuales pueden variar entre tarifas así como en precio y se consideran parte del precio final. El mercado regulado se establece para consumos menores de 50MW en las empresas seleccionadas.

### 3.2.1. Allete Minnesota Power Co.

**En el sector residencial** la estructura de cobro no estacional se presenta en la tabla 3.8.

Tabla 3.8: Tarifas aplicadas ALLETE Residencial

<b>Tarifa Residencial no estacional</b>	
Baja Tensión	
<b>Cargos aplicados</b>	<b>Ajustes aplicados (riders)</b>
a. Cargos por servicio (cargo fijo).	a. Ajuste por compra de energía y combustible.
b. Cargo por energía ( <i>kWh</i> ). (Varía por rango de consumo).	b. Tasa de ajuste intermedia.
c. Ajuste provisional.	c. Recursos renovables.
d. Ajustes ( <i>riders</i> ).	d. Recuperación de costos en transmisión.
	e. Cambios en el promedio de costo de combustible.
	f. Ajuste por Programa de Conservación.
	g. Asequibilidad del consumidor para electricidad residencial.

Fuente: Elaboración propia. Datos ALLETE [78]

**En el sector comercial** se aplica la tarifa General en BT (tabla 3.9), donde se cobran cargos por potencia máxima (binómico) para consumos mayores a 10MW.

Tabla 3.9: Tarifas aplicadas ALLETE Comercial

<b>Tarifa General</b>	
Baja Tensión	
<b>Cargos aplicados</b>	<b>Ajustes aplicados (<i>riders</i>)</b>
<b>Consumo menor a 10MW:</b>	a. Ajuste por compra de energía y combustible.
a. Cargo por servicio (cargo fijo).	b. Tasa de ajuste intermedia.
b. Cargo por energía ( <i>kWh</i> ). Constante.	c. Recuperación de costos en transmisión.
<b>Consumo mayor a 10MW.</b>	d. Cambios en el promedio de costo de combustible.
a. Cargo por servicio (cargo fijo).	e. Ajuste por Programa de Conservación.
b. Cargo por energía ( <i>kWh</i> ). Constante.	f. Asequibilidad del consumidor para electricidad residencial.
c. Cargo por potencia (kW). Constante.	
d. Ajuste provisional.	
e. Ajustes ( <i>riders</i> ).	

Fuente: Elaboración propia. Datos ALLETE [78]

**Para el sector industrial** se aplica la tarifa de Alto Consumo que van entre (10y50)MW en MT (tabla 3.10).

Tabla 3.10: Tarifas aplicadas ALLETE Industrial

<b>Tarifa General</b>	
Media Tensión	
<b>Cargos aplicados</b>	<b>Ajustes aplicados (<i>riders</i>)</b>
1. Cargos por potencia hasta 100kW.	a. Ajuste por compra de energía y combustible.
2. Cargos por potencia consumida adicional a 100kW.	b. Recuperación de costos en transmisión.
3. Cargo por energía ( <i>kWh</i> ).	c. Ajuste por Programa de Conservación.
4. Ajustes ( <i>riders</i> ).	d. Asequibilidad del consumidor para electricidad residencial.
	e. Recursos renovables.

Fuente: Elaboración propia. Datos ALLETE [78]

### 3.2.2. Xcel Energy

Se aplica la tarifa estándar (sin calefacción) con tendido aéreo<sup>5</sup>. Se utiliza la tarifa para “Otros meses” que corresponde a los meses de octubre a mayo y en caso de las tarifas horarias se tiene el rango mostrado en la tabla 3.11.

En la tabla 3.12 se muestran los cobros en el sector residencial. Las tarifas A02 – A04 son horarias y resultan con un precio final mayor.

<sup>5</sup>Existe un cobro mayor en caso de tendido subterráneo

Las tarifas aplicadas en el sector comercial se muestran en la tabla 3.13. Para el Servicio General Pequeño se necesita una potencia instalada mayor o igual a  $20kW$  y un consumo menor a  $3500kWh/mes$  (se aplica para Com1). Para la tarifa de Servicio General Pequeño Horario se debe tener un consumo mayor a los  $25kW$  de potencia máxima (se aplica a Com2 y Com3). En Servicio General Pequeño se tienen las tarifas A09 (No medidor), A10 (medidor), A11 (calentamiento de agua) y A13 (corriente directa). Se escoge la A10 suponiendo el uso de medidores. En Servicio General Pequeño Horario se tienen las tarifas A12 (medidor horario), A16 ( $kWh$  medido), A18 (no medido), A22 (baja potencia). Se escoge la A12 suponiendo medidores horarios.

En la tabla 3.14 se muestran las tarifas aplicadas en el sector industrial. Para el Servicio General se requiere un consumo de potencia máxima mayor a  $25kW$  en MT, mientras en el Servicio General Horario el consumo debe ser mayor a  $1000kW$  de potencia máxima y se tienen las tarifas A15 (Medidor horario), A17 ( $kWh$  medido) y A19 (no medido), se utiliza la A15.

Tabla 3.11: Rango horario Xcel Energy

Horario	Rango
<b>Punta</b>	9:00 – 21:00
<b>Fuera de Punta</b>	21:00 – 9:00

Fuente: Elaboración propia. Datos XCEL Energy [79]

Tabla 3.12: Tarifas aplicadas XCEL Residencial

<b>Tarifas Residenciales A00-A01-A03 / A02-A04</b>	
Baja Tensión	
<b>Cargos aplicados</b>	<b>Ajustes aplicados (riders)</b>
<b>A00-A01-A03</b>	a. Tasa de ajuste intermedia.
1. Cargo por tendido aéreo	b. Ajuste por combustible.
2. Cargo por Energía $kWh$	c. Programa de Mejoramiento de la Conservación.
3. Recargo provisional	d. Fondo para el desarrollo de Renovables.
4. <i>Riders</i>	e. Recuperación de costos en Transmisión.
<b>A02-A04</b>	
1. Cargo por tendido aéreo	
2. Cargo por Energía $kWh$	
3. Horario Pico	
4. Horario fuera de Pico	
5. Recargo provisional	
6. <i>Riders</i>	

Fuente: Elaboración propia. Datos XCEL [79]

Tabla 3.13: Tarifas aplicadas XCEL Comercial

<b>Tarifas Comerciales A10 / A12</b>	
Baja Tensión	
<b>Cargos aplicados</b>	<b>Ajustes aplicados (riders)</b>
<b>Servicio General Pequeño A10</b>	a. Tasa de ajuste intermedia.
1. Cargo fijo A10	b. Ajuste por combustible.
2. Cargo por Energía $kWh$	c. Programa de Mejoramiento de la Conservación (no se aplica a A12).
3. Recargo provisional	d. Fondo para el desarrollo de Renovables.
4. <i>Riders</i>	e. Recuperación de costos en Transmisión ( $kWh$ ).
<b>Servicio General Pequeño Horario A12</b>	
1. Cargo fijo A12	
2. Cargo por Energía $kWh$	
3. Horario Pico	
4. Horario fuera de Pico	
5. Recargo provisional	
6. <i>Riders</i>	

Fuente: Elaboración propia. Datos XCEL [79]

Tabla 3.14: Tarifas aplicadas XCEL Industrial

<b>Tarifas Industriales A14 / A15</b>	
Media Tensión	
<b>Cargos aplicados</b>	<b>Ajustes aplicados (riders)</b>
<b>Servicio General A14</b>	a. Tasa de ajuste intermedia.
1. Cargo fijo.	b. Ajuste por combustible.
2. Cargo por Energía $kWh$	c. Ajuste por recurso utilizado.
3. Cargo por potencia máxima $kW$ .	d. Fondo para el desarrollo de Renovables.
4. <i>Riders</i>	e. Recuperación de costos en Transmisión ( $kW$ )
<b>Servicio General Horario A15</b>	
1. Cargo fijo A15	
2. Cargo por Energía $kWh$	
3. Horario Pico	
4. Horario fuera de Pico	
5. Recargo provisional	
6. <i>Riders</i>	

Fuente: Elaboración propia. Datos XCEL [79]

### 3.3. Guatemala

En Guatemala el mercado regulado se establece para consumos menores o iguales a  $100k\ W$ , y las tarifas se presentan en función de la potencia consumida, tensión de servicio y rango horario. Para los cálculos necesarios se toma la potencia contratada como la potencia máxima. Se presenta una estructura horaria de Punta-Valle-Noche con rango horario (tabla 3.15).

#### 3.3.1. Empresa Eléctrica de Guatemala S.A.

En el sector residencial (tabla 3.16) se aplican las tarifas de Baja Tensión Simple (Res2, Res3, Res4) y Baja Tensión Simple Social (Res1)<sup>6</sup>.

Las tarifas aplicadas en el sector comercial se muestran en la tabla 3.17. Para mantener consistencia con la aplicación tarifaria se elige aplicar las horas pico de consumo para la selección de la tarifa, obteniéndose la tarifa de Baja Tensión con Demanda Fuera de Punta<sup>7</sup>, la cual presenta un precio final menor que la tarifa de Baja Tensión Horaria (BTH).

En la tabla 3.18 se muestran las tarifas aplicadas al sector industrial, resultando con un precio final menor la MTdfp.

Tabla 3.15: Rango horario Guatemala

Horario	Rango
<b>Punta</b>	18:00 – 22:00
<b>Valle</b>	6:00 – 18:00
<b>Noche</b>	22:00 – 6:00

Fuente: Elaboración propia. Datos CNEE [29]

Tabla 3.16: Tarifas aplicadas EEGSA Residencial

Tarifas Residenciales BTSS / BTS	
Baja Tensión	
<b>Baja Tensión Simple Social (BTSS)</b>	<b>Baja Tensión Simple (BTS)</b>
a. Cargo por Consumidor (fijo).	a. Cargo por Consumidor (fijo).
b. Cargo por Energía.	b. Cargo por Energía.

Fuente: Elaboración propia. Datos CNEE [28]

<sup>6</sup>Las cuales se pueden aplicar hasta un consumo máximo de  $11k\ W$ .

<sup>7</sup>Se debe de recordar que las características propias del consumo costarricense puede influir en esta selección al aplicarse un tarifario estructurado para el consumo propio guatemalteco.

Tabla 3.17: Tarifas aplicadas EEGSA Comercial

<b>Tarifas Comerciales BTH / BTDFP</b>	
Baja Tensión	
<b>Baja Tensión con demanda fuera de punta (BTDFP)</b>	<b>Baja Tensión Horaria (BTH)</b>
a. Cargo por Consumidor (fijo).	a. Cargo por Consumidor (fijo)
b. Cargo Unitario por Energía	b. Cargo Unitario por Energía en Punta
c. Cargo Unitario por Potencia Máxima	c. Cargo Unitario por Energía Intermedia
d. Cargo Unitario por Potencia Contratada	d. Cargo Unitario por Energía en Valle
	e. Cargo Unitario por Potencia de Punta
	f. Cargo Unitario por Potencia Contratada

Fuente: Elaboración propia. Datos CNEE [28]

Tabla 3.18: Tarifas aplicadas EEGSA Industrial

<b>Tarifas Industriales MTDFP / MTH</b>	
Media Tensión	
<b>Media Tensión con demanda fuera de punta (MTDFP)</b>	<b>Media Tensión Horaria (MTH)</b>
a. Cargo por Consumidor	a. Cargo por Consumidor
b. Cargo Unitario por Energía	b. Cargo Unitario por Energía en Punta
c. Cargo Unitario por Potencia Máxima	c. Cargo Unitario por Energía Intermedia
d. Cargo Unitario por Potencia Contratada	d. Cargo Unitario por Energía en Valle
	e. Cargo Unitario por Potencia de Punta
	f. Cargo Unitario por Potencia Contratada.

Fuente: Elaboración propia. Datos CNEE [28]

### 3.4. Honduras

En Honduras se introdujo recientemente una estructura tarifaria nueva al aplicar la tarifa horaria a todo consumo mayor a  $500kWh$ . El cargo fijo se toma como el Cargo por Regulación más el Cargo por Comercialización. La estructura horaria se compone de Punta-Valle-Noche y posee tres rangos horarios, tal cual se muestra en la tabla 3.19.

La designación de Intermedio corresponde a Valle de Costa Rica y la de Valle corresponde a Noche de Costa Rica.

#### 3.4.1. ENNE

En el sector residencial (tabla 3.20) se aplica la tarifa horaria para consumos mayores a  $500kWh$  (Res3 y Res4) y esta presenta mejores precios que la tarifa residencial (mayor a  $50kWh$ ).

El sector comercial presenta una tarifa simple y una horaria siendo esta última aplicable cuando el consumo es mayor a  $500\text{kWh}$ , la tarifa horaria es la que presenta un mejor precio final (tabla 3.21).

Para el sector industrial se tienen también una tarifa simple y una horaria (tabla 3.22), siendo la simple la que presenta un mejor precio final.

Tabla 3.19: Rango horario Honduras

Horario	Rango 1	Rango 2	Rango 3
<b>Punta</b>	9:00 – 16:00	18:00 – 21:00	NA
<b>Intermedio</b>	5:00 – 9:00	16:00 – 18:00	21:00 – 24:00
<b>Valle</b>	00:00 – 5:00	NA	NA

Fuente: Elaboración propia. Datos ENEE [32]

Tabla 3.20: Tarifas aplicadas ENEE Residencial

<b>Tarifas Residencial</b> Baja Tensión	
<b>Mayor a 50 kWh</b>	<b>Horaria</b>
a. Cargo fijo	a. Cargo fijo
b. Primeros 50 kWh	b. Energía Punta
c. Siguietes kWh	c. Energía Intermedio
d. Mayor a 500 kWh	d. Energía Valle

Fuente: Elaboración propia. Datos ENEE [32]

Tabla 3.21: Tarifas aplicadas ENEE Comercial

<b>Tarifa General</b> Baja Tensión	
<b>Simple</b>	<b>Horaria</b>
a. Cargo fijo	a. Cargo fijo
b. Energía	b. Energía Punta
	c. Energía Intermedio
	d. Energía Valle
	e. Potencia

Fuente: Elaboración propia. Datos ENEE [32]

Tabla 3.22: Tarifas aplicadas ENEE Industrial

<b>Tarifa General</b> Media Tensión	
<b>Simple</b>	<b>Horaria</b>
a. Cargo fijo.	a. Cargo fijo.
b. Energía.	b. Energía Punta.
c. Potencia.	c. Energía Intermedio.
	d. Energía Valle.
	e. Potencia.

Fuente: Elaboración propia. Datos ENEE [32]

### 3.5. Panamá

Para las tarifas horarias se utiliza la asignación presentada en la tabla 3.23. La tarifa simple (BTS) se aplica para consumos menores o iguales a  $15kWh/mes$  mientras en los consumos mayores a  $15kWh$  se aplica cargo por potencia máxima (binómico). La tarifa en Baja Tensión Horaria se aplica bajo solicitud. Panamá es uno de los países donde el CVC se consigna aparte y en caso del sector residencial se presentan subsidios hacia ciertos grupos poblacionales como personas en condición de discapacidad, población mayor y otros, dichos subsidios no se toman en cuenta en este estudio (a excepción del CVC).

#### 3.5.1. Elektra Noreste S.A.

No se aplican subsidios a excepción del FET (Fondo de Estabilización Tarifaria), el cual se aplica en la tarifa residencial (Res1), dicho sector está sujeto a las tarifas mostradas en la tabla 3.24.

El sector comercial presenta las tarifas de Baja Tensión con Demanda Máxima (BTD) y la tarifa de Baja Tensión por Bloque Horario (BTH), tal cual se muestra en la tabla 3.25.

El sector industrial presenta también dos tarifas, Media Tensión con Demanda Máxima (MTD) y la Media Tensión por Bloque Horario (MTH) como se muestra en la tabla 3.26.

Tabla 3.23: Rango horario Panamá

Horario	Rango
<b>Punta</b>	9:00 – 17:00
<b>Fuera de punta</b>	17:00 – 9:00

Fuente: Elaboración propia. Datos ENSA [74]

Tabla 3.24: Tarifas aplicadas ENSA Residencial

Tarifas BTS1 / BTS2 / BTS3 Baja Tensión		
<b>Tarifa BTS 1</b> Consumo de 0 a $300kWh$ a. Cargo Fijo. Primeros $10kWh$ . b. Cargo por Energía c. CVC d. Fondo de estabilización tarifaria  (subsidio).	<b>Tarifa BTS 2</b> Consumo entre $(301y750)kWh$ a. Cargo Fijo. Primeros $10kWh$ . b. Cargo por Energía por los siguientes $kWh$ . c. CVC.	<b>Tarifa BTS 3</b> Consumo mayor a $750kWh$ a. Cargo Fijo. Primeros $10kWh$ . b. Cargo por Energía. c. CVC.

Fuente: Elaboración propia. Datos ENSA [76] [72] [69]

Tabla 3.25: Tarifas aplicadas ENSA Comercial

<b>Tarifas BTD / BTH</b>	
Baja Tensión	
<b>Tarifa BTD: Por Demanda Máxima</b>	<b>Tarifa BTH: Por Bloque Horario</b>
a. Cargo Fijo.	a. Cargo Fijo.
b. Cargo por Demanda Máxima.	b. Cargo por Demanda Máxima Fuera de Punta.
c. Cargo por Energía de los primeros 10kWh.	c. Cargo por Energía en Período de Punta.
d. Cargo por Energía entre (10y30)MWh.	d. Cargo por Energía Fuera de Punta.
e. Cargo por Energía entre (30y50)MWh.	e. CVC.
f. Cargo por Energía de 50MWh en adelante .	
g. CVC.	

Fuente: Elaboración propia. Datos ENSA [76] [69]

Tabla 3.26: Tarifas aplicadas ENSA Industrial

<b>Tarifas MTD / MTH</b>	
Media Tensión	
<b>Tarifa MTD: Tarifa Con Demanda Máxima</b>	<b>Tarifa MTH: Tarifa por Bloque Horario</b>
a. Cargo Fijo.	a. Cargo Fijo.
b. Cargo por Demanda Máxima.	b. Cargo por Demanda Máxima en Período de Punta.
c. Cargo por Energía.	c. Cargo por Demanda Máxima fuera de Punta.
d. CVC.	d. Cargo por Energía en Punta.
	e. Cargo por Energía Fuera de Punta.
	f. CVC.

Fuente: Elaboración propia. Datos ENSA [76] [69]

## 3.6. Nicaragua

El horario establecido se presenta en la tabla 3.27. Se aplica la tarifa estacional de verano que va del 1 de diciembre a 31 de mayo.

### 3.6.1. Dissnorte-Dissur

En el sector residencial se aplica la tarifa T-0 (tabla 3.28).

En el sector comercial se aplican las tarifas General Menor (T-1, T-1A) para consumos hasta de 25kW de potencia máxima y la General Mayor (T-2) para una potencia máxima mayor de 25kW. (tabla 3.29).

En el caso de la industria se utilizan las tarifas Industrial Mediana (T-4D, T-4E) para consumos entre (25y200)*kW* de potencia, para consumos mayores se aplican las tarifas Industrial Mayor (T-5D, T-5E) tal cual se muestra en las tablas 3.30 y 3.31.

Tabla 3.27: Rango horario Nicaragua

Horario	Rango
<b>Punta</b>	18:00 – 22:00
<b>Fuera de punta</b>	22:00 – 18:00

Fuente: Elaboración propia. Datos INE [33] [34] [35]

Tabla 3.28: Tarifas aplicadas Dissnorte-Dissur Residencial

<b>Tarifa T-0</b> Baja Tensión
a. Primeros 25 <i>kWh</i> .
b. Sigüientes 25 <i>kWh</i> .
c. Sigüientes 50 <i>kWh</i> .
d. Sigüientes 50 <i>kWh</i> .
e. Sigüientes 350 <i>kWh</i> .
f. Sigüientes 500 <i>kWh</i> .
g. Adicionales a 1000 <i>kWh</i> .

Fuente: Elaboración propia. Datos INE [33] [34] [35]

Tabla 3.29: Tarifas aplicadas Dissnorte-Dissur Comercial

<b>Tarifas T-1 / T-1A / T-2</b> Baja Tensión		
<b>General Menor</b>		<b>General Mayor</b>
<b>T - 1</b>	<b>T - 1A</b>	<b>T - 2</b>
a. Consumos entre (0 – 150) <i>kWh</i> .	a. Todos los <i>kWh</i> .	a. Todos los <i>kWh</i> .
b. Consumo mayor a 150 <i>kWh</i> .	b. <i>kW</i> de demanda máxima.	b. <i>kW</i> de demanda máxima.

Fuente: Elaboración propia. Datos INE [33] [34] [35]

Tabla 3.30: Tarifas aplicadas Dissnorte-Dissur Industrial

<b>Tarifas T-4D / T-4E / T-5D / T5E</b>	
Media Tensión	
<b>Industrial Mediana</b>	
<b>T – 4D</b>	<b>T – 4E</b>
a. Todos los <i>kWh</i> .	a. Verano Punta ( <i>kWh</i> ).
b. <i>kW</i> de demanda máxima.	b. Invierno Punta ( <i>kWh</i> ).
	c. Verano fuera de Punta ( <i>kWh</i> ).
	d. Invierno fuera de Punta ( <i>kWh</i> ).
	e. Verano Punta ( <i>kWm<sup>Λx</sup></i> ).
	f. Invierno Punta ( <i>kWm<sup>Λx</sup></i> ).
	g. Verano fuera de Punta ( <i>kWm<sup>Λx</sup></i> ).
	h. Invierno fuera de Punta ( <i>kWm<sup>Λx</sup></i> ).

Fuente: Elaboración propia. Datos INE [33] [34] [35]

Tabla 3.31: Tarifas aplicadas Dissnorte-Dissur Industrial

<b>Tarifas T-4D / T-4E / T-5D / T5E</b>	
Media Tensión	
<b>Industrial Mayor</b>	
<b>T – 5D</b>	<b>T- 5E</b>
a. Todos los <i>kWh</i> .	a. Verano Punta ( <i>kWh</i> ).
b. <i>kW</i> de demanda máxima	b. Invierno Punta ( <i>kWh</i> ).
	c. Verano fuera de Punta ( <i>kWh</i> ).
	d. Invierno fuera de Punta ( <i>kWh</i> ).
	e. Verano Punta ( <i>kWm<sup>Λx</sup></i> ).
	f. Invierno Punta ( <i>kWm<sup>Λx</sup></i> ).
	g. Verano fuera de Punta ( <i>kWm<sup>Λx</sup></i> ).
	h. Invierno fuera de Punta ( <i>kWm<sup>Λx</sup></i> ).

Fuente: Elaboración propia. Datos INE [33] [34] [35]

### 3.7. México

En México se tiene una única empresa dadora del servicio eléctrico, la Comisión Federal de Electricidad (CFE), con variaciones geográficas de los tarifarios. El aplicado en este caso corresponde a la Ciudad de México. El rango horario se muestra en la tabla 3.32.

### 3.7.1. Comisión Federal de Electricidad

En el sector residencial se aplican las tarifas Doméstica (Tarifa 1) y la tarifa Doméstica Alto Consumo (Tarifa 1 DAC) para consumos mayores a  $250kWh$ , tal cual se muestra en la tabla 3.33.

En el sector comercial se utiliza la tarifa General Baja Tensión con la Tarifa 2 para consumos menores o iguales a  $25kW$  de potencia máxima y la Tarifa 3 para consumos mayores a  $25kW$  de potencia máxima (tabla 3.34).

En el sector industrial se aplican las tarifas O-M y H-M para consumos menores o iguales a  $100kW$  de potencia máxima y para consumo mayores de potencia se aplican las tarifas O-MF y H-MF (tablas 3.35 y 3.36).

Tabla 3.32: Rango horario México

Horario	Rango 1	Rango 2
<b>Punta</b>	18:00 – 22:00	NA
<b>Intermedia</b>	6:00 – 18:00	22:00 – 24:00
<b>Base</b>	00:00 – 6:00	NA

Fuente: Elaboración propia. Datos CFE [19]

Tabla 3.33: Tarifas aplicadas CFE Residencial

<b>Tarifas 1 / 1 DAC</b> Baja Tensión	
<b>Doméstica</b> <b>Tarifa 1</b> a. Consumo Básico (primeros $75kWh$ ). b. Consumo Intermedio (siguientes $65kWh$ ). c. Consumo excedente (cada $kWh$ adicional).	<b>Doméstica alto consumo (Región Central) .</b> <b>Tarifa 1 DAC</b> a. Cargo fijo. b. Energía ( $kWh$ ).

Fuente: Elaboración propia. Datos CFE [19] [18] [20]

Tabla 3.34: Tarifas aplicadas CFE Comercial

<b>Tarifas 2 / 3</b> Baja Tensión	
<b>Tarifa 2</b> a. Cargo fijo (mensual). b. Energía (1 – 50)kWh (cada kWh) . c. Energía (51 – 100)kW (cada kWh) . d. Energía (cada kWh) adicional.	<b>Tarifa 3</b> a. Cargo por demanda (cada kW). b. Cargo por energía (cada kWh).

Fuente: Elaboración propia. Datos CFE [16] [17]

Tabla 3.35: Tarifas aplicadas CFE Industrial

<b>Tarifas O-M / H-M / O-MF / H-MF</b> Media Tensión	
<b>O-M</b> a. Cargo por demanda (kW). b. Cargo por energía (kWh).	<b>H-M</b> a. Demanda facturable (kW). b. Energía Punta (kWh). c. Energía Intermedia (kWh). d. Energía base (kWh).

Fuente: Elaboración propia. Datos CFE [21] [22]

### 3.8. El Salvador

El rango horario para El Salvador se muestra en la tabla 3.37. La designación de Resto corresponde a Valle de Costa Rica y la de Valle corresponde a Noche de Costa Rica.

#### 3.8.1. AES El Salvador

El sector residencial se da en Baja Tensión en Pequeñas Demandas de (0a10)kW de potencia máxima y se aplica en bloques diferenciados por consumo tal cual se muestra en la tabla 3.38.

En el sector comercial se aplican las tarifas BT con medición de potencia (Mediana Demanda de 10kW a 50kW de potencia máxima) y las tarifas de medición horaria de Mediana Demanda (entre 10kW y 50kW de potencia máxima) y de Grande Demanda (potencia máxima mayor a 50kW) (tabla 3.39).

En el sector industrial (tabla 3.40) también se tiene una tarifa con Medición de Potencia en Mediana Tensión (consumo máximos entre 10kW y 50kW) y dos tarifas con Medición Horaria de Mediana Demanda (consumos entre 10kW y 50kW) y Grande Demanda (consumo mayor a 50kW).

Tabla 3.36: Tarifas aplicadas CFE Industrial

<b>Tarifas O-M / H-M / O-MF / H-MF</b>	
Media Tensión	
<b>O-MF</b>	<b>H-MF</b>
Cargos Fijos	Cargos Fijos
a. Cargo fijo por energía comprometida.	a. Por $kWh$ de energía comprometida en punta.
Cargos Variables	b. Por $kWh$ de energía comprometida intermedia.
b. Por $kW$ máximo medio.	c. Por $kWh$ de energía comprometida en base.
c. Por $kWh$ de energía excedente.	Cargos Variables
	d. Por $kW$ de demanda facturable.
	e. Por $kWh$ de energía excedente de punta.
	f. Por $kWh$ de energía excedente intermedia.
	g. Por $kWh$ de energía excedente en base.

Fuente: Elaboración propia. Datos [21] [22]

Tabla 3.37: Rango horario El Salvador

<b>Horario</b>	<b>Rango</b>
<b>Punta</b>	18:00 – 23:00
<b>Resto</b>	5:00 – 18:00
<b>Valle</b>	23:00 – 5:00

Fuente: Elaboración propia. Datos SIGET [15]

Tabla 3.38: Tarifas aplicadas CAESS Residencial

<b>Tarifa por Bloque</b>		
Baja Tensión		
<b>Bloque 1</b>	<b>Bloque 2</b>	<b>Bloque 3</b>
<b>Primeros 99 kWh.</b>	<b>Entre (100y199) kWh</b>	<b>Mayor a 200 kWh.</b>
a. Cargo por comercialización (cargo fijo).	a. Cargo por comercialización (cargo fijo).	a. Cargo por comercialización (cargo fijo).
b. Cargo de Energía ( $kWh$ ).	b. Cargo de Energía ( $kWh$ ).	b. Cargo de Energía ( $kWh$ ).
c. Cargo de Distribución ( $kWh$ ).	c. Cargo de Distribución ( $kWh$ ).	c. Cargo de Distribución ( $kWh$ ).

Fuente: Elaboración propia. Datos SIGET [15]

Tabla 3.39: Tarifas aplicadas CAESS Comercial

<b>Tarifa</b>		
Baja Tensión		
<b>Con medición de potencia.</b> Consumo entre (10y50) <i>kW</i> .	<b>Con medidor Horario.</b> Consumo entre (10y50) <i>kW</i> .	<b>Con medidor Horario.</b> Consumo mayor a 50 <i>kW</i> .
a. Cargo por comercialización (cargo fijo).	a. Cargo por comercialización (cargo fijo).	a. Cargo por comercialización (cargo fijo).
b. Cargo de energía ( <i>kWh</i> ).	b. Energía en Punta ( <i>kWh</i> ).	b. Energía en Punta ( <i>kWh</i> ).
c. Cargo de Distribución ( <i>kW</i> ).	c. Energía en Resto ( <i>kWh</i> ).	c. Energía en Resto ( <i>kWh</i> ).
	d. Energía en Valle ( <i>kWh</i> ).	d. Energía en Valle ( <i>kWh</i> ).
	e. Potencia máxima ( <i>kW</i> ).	e. Potencia máxima( <i>kW</i> ).

Fuente: Elaboración propia. Datos SIGET [15]

Tabla 3.40: Tarifas aplicadas CAESS Industrial

<b>Tarifa por Bloque</b>		
Media Tensión		
<b>Con medición de potencia.</b> <b>Mediana Demanda.</b>	<b>Con medidor Horario.</b> <b>Mediana Demanda.</b>	<b>Con medidor Horario.</b> <b>Grande Demanda.</b>
a. Cargo por comercialización (cargo fijo).	a. Cargo por comercialización (cargo fijo).	a. Cargo por comercialización (cargo fijo).
b. Cargo de Energía ( <i>kWh</i> ).	b. Energía en Punta ( <i>kWh</i> ).	b. Energía en Punta ( <i>kWh</i> ).
c. Cargo de Distribución ( <i>kWm<sup>maximo</sup></i> ).	c. Energía en Resto ( <i>kWh</i> ).	c. Energía en Resto ( <i>kWh</i> ).
	d. Energía en Valle ( <i>kWh</i> ).	d. Energía en Valle ( <i>kWh</i> ).
	e. Potencia ( <i>kWm<sup>maximo</sup></i> ).	e. Potencia ( <i>kWm<sup>maximo</sup></i> ).

Fuente: Elaboración propia. Datos SIGET [15]

### 3.9. Colombia

En Colombia las tarifas de los servicios públicos están divididas por Estratos que a su vez se designan por medio de la vivienda. En el caso del servicio eléctrico los Estratos 1, 2 y 3 son subsidiados mientras el Estrato 4 es servicio al costo y los Estratos 5 y 6 contribuyen con un sobrepago. En el caso de los sectores comercial e industrial se encuentran disponibles Tarifas Con Contribución (la cual es de un 20 % sobre la factura final) y Tarifas Sin Contribución, para el caso de este estudio se toman las últimas y el Estrato 4.

Las tarifas también se dividen en Niveles, siendo el Nivel 1 hasta los  $11,4kV$  (utilizado en los sectores residencial y comercial), el Nivel 2 es entre  $(11,4y13,2)kV$ , el Nivel 3 corresponde a los  $34,5kV$  (utilizado en la industria) y el Nivel 4 para una tensión de  $115kV$ . Para ser Cliente Libre (fuera del Mercado Regulado) se debe tener una demanda máxima de potencia mayor a los  $100kW$ <sup>8</sup>

#### 3.9.1. CODENSA (Grupo ENEL)

El rango horario varía de acuerdo al Nivel de tensión utilizado, para el caso de este estudio corresponden a los Niveles 1 y 3 mostrados en las tablas 3.41 y 3.42. Las designaciones tarifarias también se dividen por propiedad del equipo, siendo que se aplica en este estudio las tarifas para servicios con equipo propiedad de la empresa (CODENSA).

En el sector residencial se utiliza el Nivel 1 de tensión y se presenta una variación tarifaria denominada Consumo de Subsistencia (tarifas E1, E2 y E3), mientras la E4 es un cobro único para todo el consumo, la que presenta un mejor precio final es la E4 (tabla 3.43).

En el sector comercial se presentan la tarifa Sencilla y tarifa Horaria, en el Nivel 3 de tensión (tabla 3.44) la que presenta menor precio final es la tarifa Horaria.

El Consumo de Subsistencia (CS) se define por altitud, para el caso de este estudio se escogió un CS =  $173kWh$  (altitud <  $1000m$ ).

El sector industrial se aplica en Nivel 3 de tensión con tarifa Sencilla y Horaria, cabe señalar que el cargo de potencia se encuentra implícito en las tarifas (3.26).

Tabla 3.41: Rango horario CODENSA Nivel 1

Horario	Rango 1	Rango 2
<b>Punta</b>	9:00 – 12:00	18:00 – 21:00
<b>Fuera de punta</b>	00:00 – 9:00	21:00 – 24:00

Fuente: Elaboración propia. Datos CODENSA [77]

<sup>8</sup>Como se ha mencionado, para los consumos mayores a  $100kW$  de potencia máxima se aplican igual los tarifarios del Mercado Regulado.

Tabla 3.42: Rango horario CODENSA Nivel 3

Horario	Rango 1	Rango 2
<b>Punta</b>	6:00 – 21:00	NA
<b>Fuera de punta</b>	00:00 – 6:00	21:00 – 24:00

Fuente: Elaboración propia. Datos CODENSA [77]

Tabla 3.43: Tarifas aplicadas CODENSA Residencial

---

**Tarifa Nivel 1 : E4**

Baja Tensión

---

**Tarifa E4**

a. Todo consumo (*kWh*).

---

Fuente: Elaboración propia. Datos CODENSA [77]

Tabla 3.44: Tarifas aplicadas CODENSA Comercial/Industrial con contribución

---

**Tarifa Industrial y Comercial  
Con Contribución (Nivel 3)**

---

Industrial y Comercial

Sencilla

a. Energía (todo *kWh*).

Horaria

a. Energía Punta (*kWh*).

b. Energía Fuera de Punta (*kWh*).

---

Fuente: Elaboración propia. Datos CODENSA [77]

Tabla 3.45: Tarifas aplicadas CODENSA Comercial/Industrial sin contribución

---

**Tarifa Industrial y Comercial  
Sin contribución (Nivel 3)**

---

Industrial y Comercial

Sencilla

a. Energía (todo *kWh*).

Horaria

a. Energía Punta (*kWh*).

b. Energía Fuera de Punta (*kWh*).

---

Fuente: Elaboración propia. Datos CODENSA [77]

## 3.10. Chile

### 3.10.1. CHILQUINTA

En el caso chileno los clientes sujetos a fijación de precios son aquellos con potencia menor o igual a  $2000kW$ , los clientes con consumo mayor a  $2000kW$  deben convenir con CHILQUINTA y los clientes con potencia mayor a  $500kW$  pueden optar también por tarifa libre. Se utiliza el tarifario correspondiente a invierno. El consumo adicional de invierno se aplica solo cuando se exceda los  $430kWh/mes$ . Las tarifas incluyen el IVA por lo que este se resta (19 %) del cálculo final. Las designaciones tarifarias se dividen en Baja (tensiones inferiores a  $400V$ , normalmente  $220V$  o  $380V$ ) y Alta Tensión (tensiones mayores a  $400V$ , normalmente  $12kV$ ) [73] las cuales se muestran a continuación:

- BT - 1: Potencia menor a  $10kW$ .
- BT - 2: Potencia contratada tope.
- BT - 3: Demanda máxima leída en el mes.
- BT - 4.1: Medición de la energía mensual total consumida, y contratación de la demanda máxima de potencia en horas de punta y de la demanda máxima de potencia.
- BT - 4.2: Medición de la energía mensual total consumida, y de la demanda máxima de potencia en horas de punta y contratación de la demanda máxima de potencia.
- BT - 4.3: Medición de la energía mensual total consumida, de la demanda máxima de potencia en horas de punta y de la demanda máxima suministrada.
- AT aplica la misma estructura que BT-2, BT-3 y BT-4.

Para el caso del sector residencial se aplica la tarifa BT-1 (tabla 3.46).

En el sector comercial se aplican las tarifas BT-2, BT-3, BT-4.1, BT-4.2 y BT-4.3, siendo la BT-4.3 la que se consigna<sup>9</sup> (tabla 3.47).

En el sector industrial se aplica el tarifario en Alta Tensión y se aplican las tarifas AT-2, AT-3, AT-4.1, AT-4.2 y AT-4.3, siendo la AT-4.3 la consignada, todas mantienen la misma estructura que la AT-2 mostrada en la tabla 3.48.

---

<sup>9</sup>Todas presentan la misma estructura y a excepción de BT-2 el mismo precio final.

Tabla 3.46: Tarifas aplicadas CHILQUINTA Residencial

---

**Tarifa BT-1**  
Baja Tensión

---

**BT – 1**

- a. Cargo fijo.
- b. Energía base (*kWh*).
- c. Energía adicional de invierno (*kWh*).
- d. Cargo único por uso del sistema troncal (*kWh*).
- e. Menos IVA.

---

Fuente: Elaboración propia. Datos Chilquinta [75]

Tabla 3.47: Tarifas aplicadas CHILQUINTA Comercial

---

**Tarifa BT-2**  
Baja Tensión

---

**BT – 2**

- a. Cargo fijo.
- b. Energía (*kWh*).
- c. Cargo mensual por potencia (*kWm<sup>max</sup>*).
- a) Parcialmente presente en punta.
- b) Presente en punta.
- d. Cargo único por uso del sistema troncal (*kWh*).
- e. Menos IVA.

---

Fuente: Elaboración propia. Datos Chilquinta [75]

Tabla 3.48: Tarifas aplicadas CHILQUINTA Industrial

---

**Tarifa AT-2**  
Alta Tensión

---

**AT – 2**

- a. Cargo fijo BT-2 (\$/mes).
- b. Energía (\$/kWh).
- c. Cargo mensual por potencia.
- a) Parcialmente presente en punta.
- b) Presente en punta.
- d. Cargo único por uso del sistema troncal (\$/kWh).
- e. Menos IVA.

---

Fuente: Elaboración propia. Datos Chilquinta [75]



# Resultados

Una correcta valoración de los resultados obtenidos es imprescindible en un tema tan delicado como el precio de la electricidad. Para poder hacer una generalización, se deben de tomar los resultados de la aplicación tarifaria a las distintas empresas distribuidoras de cada país y así obtener un precio promedio por país, el cual además está sujeto a distintas variaciones (como la tasa de cambio, el crecimiento económico, entre otras). También se hace necesario la aplicación a periodos históricos de tiempo que permitan establecer un comportamiento típico. En el caso específico de este estudio se presentan los precios de una empresa para la mayoría de países a excepción de Costa Rica y Estados Unidos donde se estudian dos empresas. Se insta a aumentar tanto el número de empresas como de meses para poder obtener resultados promedio país más certeros.

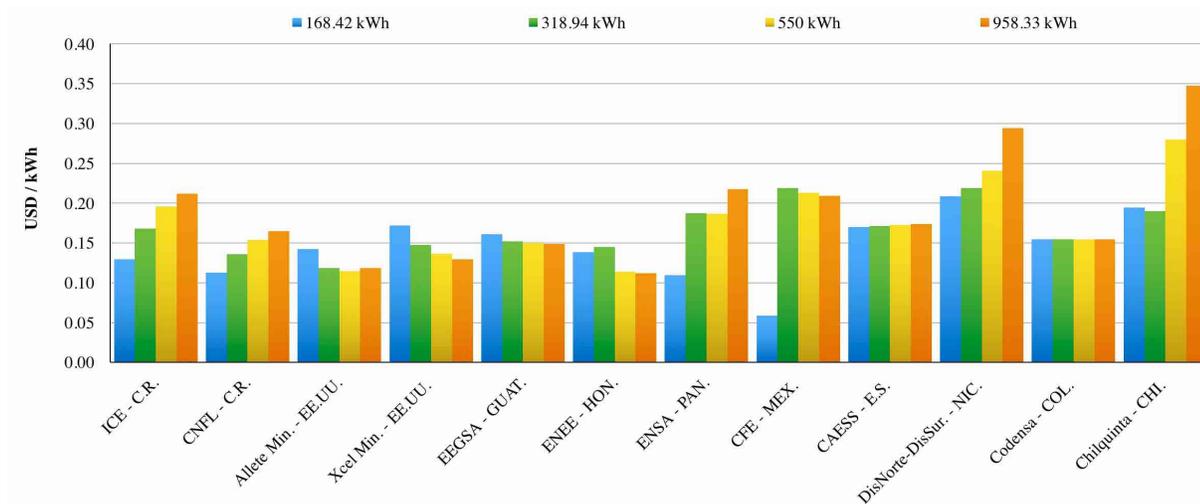
Para poder realizar la comparación de resultados, se asignan las tarifas de acuerdo al tipo de cliente y las condiciones especificadas en la sección anterior. Cuando más de una tarifa es aplicable se toma aquella que de menor precio.

La comparación se hace por sector (ie. residencial, comercial e industrial) y los resultados se muestran de dos formas, en la primera se muestran los precios de los distintos consumos modelo dentro de cada sector, esto con la finalidad de poder visualizar el efecto de las variaciones por cantidad de consumo que se presentan en algunos casos. Por otro lado se muestra una comparación del precio promedio (promedio de los distintos consumos, dentro del mismo sector) que permite sintetizar la información.

## 4.1. Precios por Consumo

**Consumo Residencial** En la figura 4.1 se muestran los precios para distintos niveles de consumo. Se puede notar un menor precio para el caso de bajo consumo residencial<sup>1</sup>, con precios escalonados para Costa Rica, Panamá, Chile y Nicaragua, mientras EE.UU., Honduras y Guatemala presentan el mayor precio para el caso de menor consumo y un precio decreciente conforme aumenta el consumo, al igual que México, aunque este país presenta un fuerte subsidio en la consumo menor. En El Salvador y Colombia no se muestran variaciones significativas en el precio de acuerdo al consumo.

Figura 4.1: Precio consumo Residencial Enero 2017

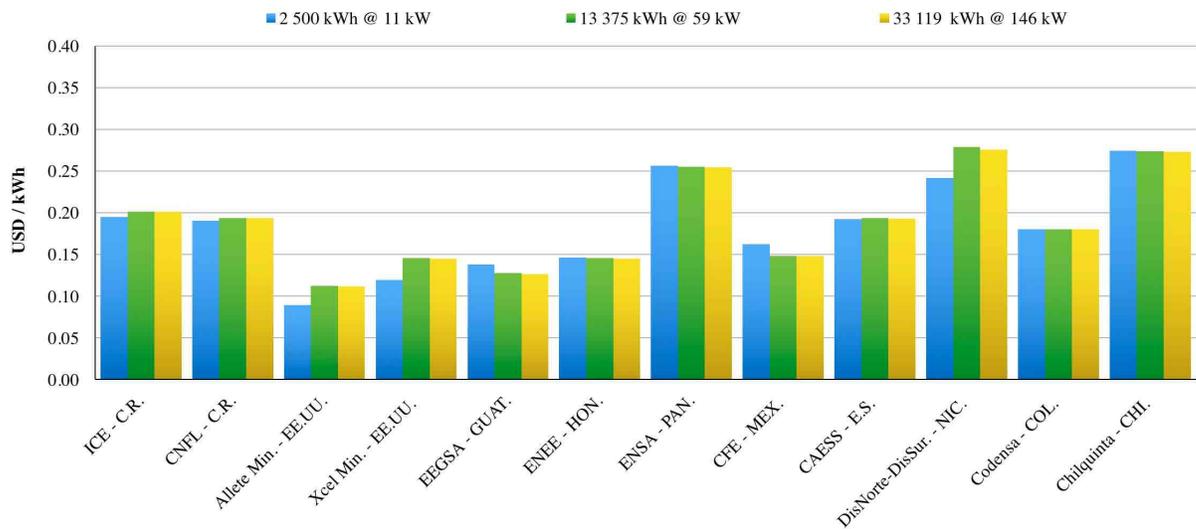


Fuente: Elaboración propia.

<sup>1</sup>Este sector de consumo es sujeto a subsidios en la mayoría de las empresas del estudio.

**Consumo Comercial** En la figura 4.2 se muestran los precios para distintos niveles de consumo comercial en baja tensión. Este sector presenta una variación importante en el tarifario, al cobrarse potencia máxima para consumos mayores a  $2500kWh$  en algunos casos y  $3000kWh$  en otros. En EE.UU. y Nicaragua se presenta un precio mayor cuando se cobra potencia máxima, mientras en Guatemala y México es lo contrario. Para los demás países el precio final no tiene diferencias significativas cuando se cobra potencia o no.

Figura 4.2: Precio consumo Comercial Enero 2017

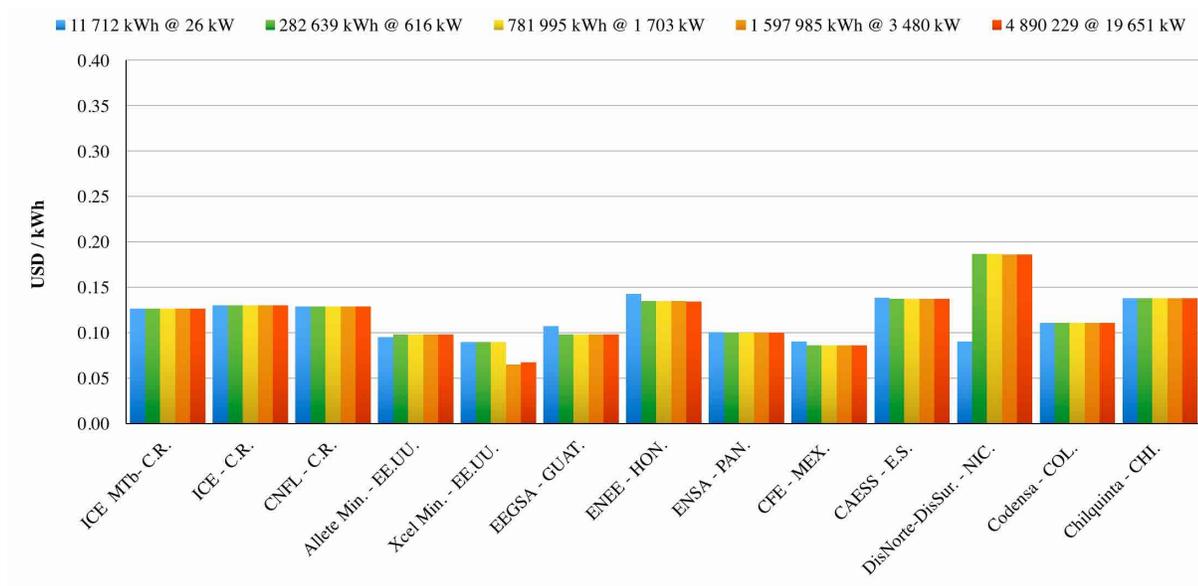


Fuente: Elaboración propia.

**Consumo Industrial** En la figura 4.3 se muestran los precios para distintos casos de consumo industrial en media tensión. En el sector industrial no se observan diferencias significativas en los precios de acuerdo al nivel de consumo para la mayoría de los países. Guatemala, Honduras, México y levemente El Salvador presentan un precio mayor para las industrias de menor consumo, mientras Nicaragua es lo contrario.

Cabe señalar que en Costa Rica el 70 % del consumo eléctrico de la tarifa industrial es destinado a 400 clientes que representan un 4.6 % del total de empresas inscritas en dicha tarifa [58]. Estas empresas se encuentran representadas por los casos de mayor consumo en el estudio.

Figura 4.3: Precio consumo Industrial Enero 2017



Fuente: Elaboración propia.

## 4.2. Precios por Sector

Para un análisis global, se consigna en esta sección los precios promedio por sector para los países, recordando que este es un promedio parcial ya que no cuenta con la totalidad de las empresas de cada país y toma solo una referencia.

**Sector Residencial** En la figura 4.4 se muestran los precios promedio para el sector Residencial. Costa Rica presenta precios generales promedio menores a Panamá (10 %), México (10 %), El Salvador (8 %), Nicaragua (51 %) y Chile (59 %); a su vez tiene precios mayores a EE.UU. (15 %), Guatemala (4 %), Honduras (20 %) y Colombia (3 %).

Se debe de recalcar el efecto que tienen los subsidios en esta tarifa. Para el caso chileno se aplicó el consumo adicional de invierno cuando este correspondía <sup>2</sup>, así como para Panamá el Fondo de Estabilización Tarifaria.

Figura 4.4: Precio Promedio Residencial Enero 2017

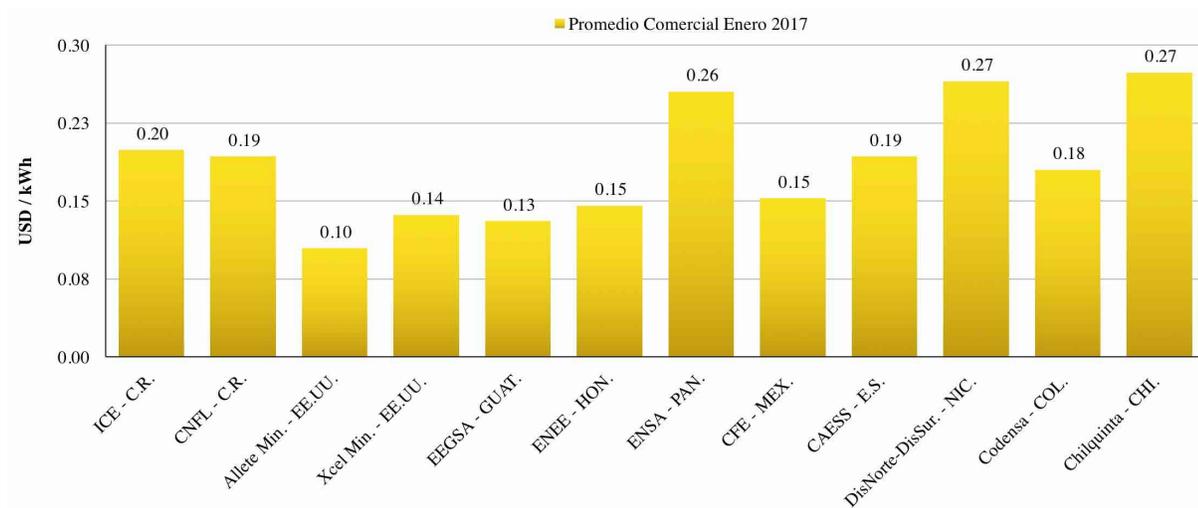


Fuente: Elaboración propia.

<sup>2</sup>Se utilizó un límite de invierno de 350 kWh.

**Sector Comercial** En la figura 4.5 se muestran los precios promedio para el sector Comercial. En Costa Rica se presenta un precio promedio un 38 % mayor que las empresas seleccionadas de EE.UU., 33 % mayor que la guatemalteca, 27 % mayor que Honduras, 22 % mayor que México, un 2 % con la salvadoreña y un 8 % más caro que la empresa seleccionada colombiana. Es también un 35 % más barato que la nicaragüense, un 40 % menor que la chilena y un 30 % más barato que la panameña.

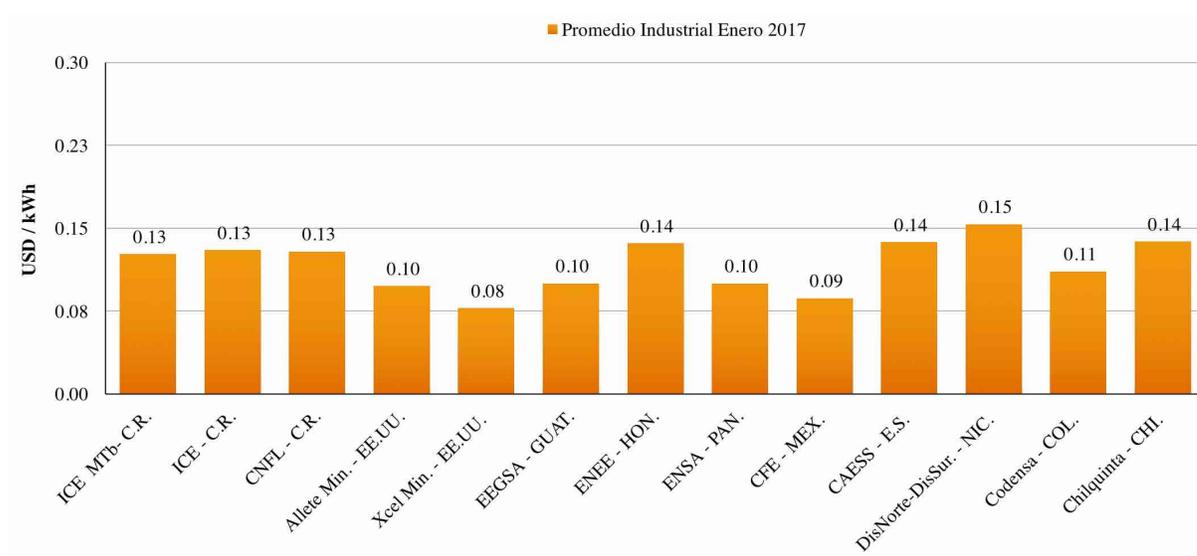
Figura 4.5: Precio Promedio Comercial Enero 2017



Fuente: Elaboración propia.

**Sector Industrial** En la figura 4.6 se muestran los precios promedio para el sector Industrial. Las empresas costarricenses presentan un precio promedio mayor a EE.UU. (32%), Guatemala (22%), Panamá (22%), México (32%) y Colombia (14%); mientras presentan precios menores a Honduras (6%), El Salvador (7%), Nicaragua (20%) y Chile (7%).

Figura 4.6: Precio Promedio Industrial Enero 2017



Fuente: Elaboración propia.

### 4.3. Validación de resultados

Este es un paso necesario para tener certeza de la veracidad del método utilizado. Se utilizan las calculadoras oficiales disponibles y se deben de tomar en cuenta los cobros por cargos que se excluyeron del trabajo (i.e. alumbrado público, impuestos, etc.). Por lo general las calculadoras utilizan únicamente la tarifa simple o sencilla y no permiten el cálculo horario. Se comparan los precios de la misma tarifa (ie. simple), de ahí que algunos no coincidan con los utilizados en el proyecto como precio promedio (en casi todos los casos la tarifa horaria presentó un menor precio final).

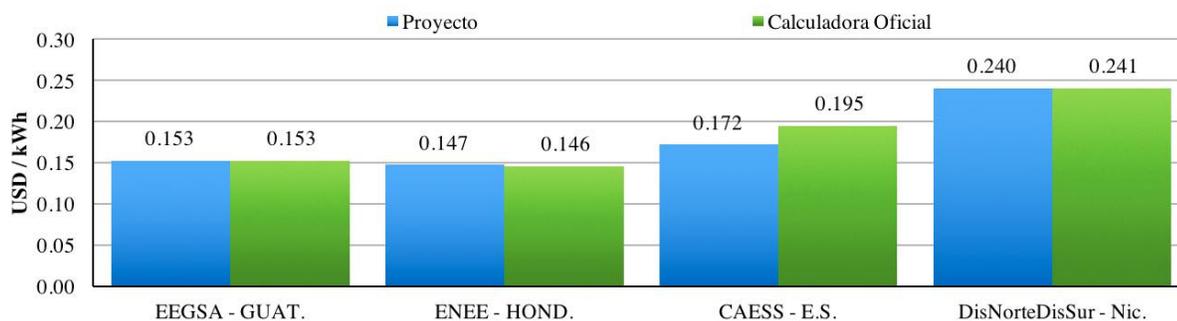
Cinco países presentan calculadoras en línea (Guatemala, Honduras, El Salvador y Nicaragua), donde especificando la tarifa y el consumo se obtiene el precio final.

Para el caso Hondureño, existen variaciones debido a que la revisión tarifaria que había sido aprobada por el ente rector para enero y con el cual se hicieron los cálculos del estudio, no se llevó a cabo hasta el mes de marzo y dicha calculadora no permite el cálculo retroactivo.

Para el caso de la tarifa residencial de El Salvador se nota una diferencia del 13 %, siendo menor el precio utilizado en el proyecto que el dado por la calculadora.

En las figuras 4.7, 4.8 y 4.9 se muestran los valores calculados en el Proyecto y los obtenidos de las calculadoras oficiales.

Figura 4.7: Comparación con Calculadora Oficial. Precio Promedio Residencial Enero 2017



Fuente: Elaboración propia. Datos [27] [31] [36] [14]

Figura 4.8: Comparación con Calculadora Oficial. Precio Promedio Comercial Enero 2017

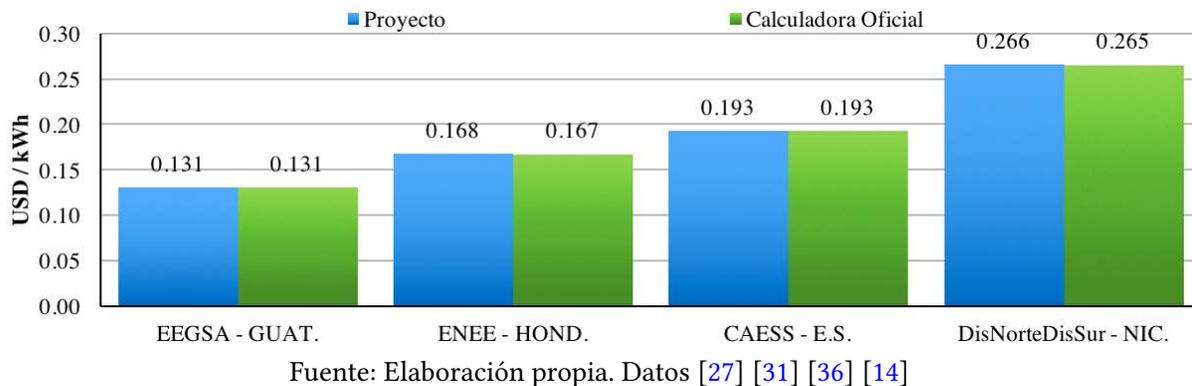
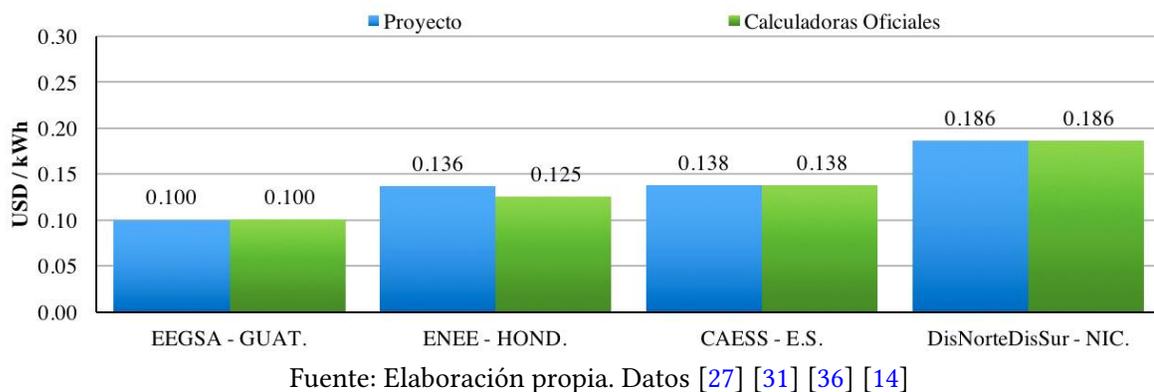


Figura 4.9: Comparación con Calculadora Oficial. Precio Promedio Industrial Enero 2017



## 4.4. Comparación por País

Esta sección se centra en mostrar algunos de los principales indicadores de los países seleccionados. Se utiliza como referencia el precio promedio por sector calculado en el proyecto y se debe recordar que este puede variar significativamente al agregar más empresas a cada país.

Se muestran también algunas semejanzas y diferencias entre países, lo cual permite un contexto más apropiado para las discusiones de competitividad. Es evidente la gran diferencia entre nuestro principal socio (EE.UU) y el resto de los países latinoamericanos en términos de macro indicadores.

Los datos de macro indicadores se refieren al año 2015<sup>3</sup>, y se obtienen de OLADE, IEA, BID y BM. Los precios son los promedios calculados para Enero 2017.

### 4.4.1. Comparación por Matriz Eléctrica

**Capacidad Instalada.** México presenta el sistema más grande<sup>4</sup> con casi 18 veces el tamaño del costarricense, mientras Chile y Colombia son 7 y 5 veces más grandes (respectivamente). Guatemala y Panamá son ligeramente más grandes al sistema costarricense (2 % y 5 % respectivamente) y El Salvador y Nicaragua son los más pequeños con un 50 % y 47 % la capacidad instalada de Costa Rica (figura 4.10).

**Capacidad Instalada Renovable.** De la capacidad instalada mencionada anteriormente, Costa Rica y Colombia presentan el mayor porcentaje de capacidad renovable con un 81 %, les siguen Panamá con 66 %, Honduras y Guatemala con un 59 % y 58 % respectivos, El Salvador un 54 %, Nicaragua el 46 % y Chile y México con un 36 % y 25 % respectivos (figura 4.11).

**Generación Anual.** La generación producida por *utilities* o empresas estadounidenses para el 2014 fue de 4093607GWh, este dato no se consigna en el gráfico por salirse completamente de la escala, en total el sistema estadounidense produjo 382 veces lo que hizo el sistema costarricense. México presenta una generación 24 veces la de Costa Rica, mientras Colombia y Chile generaron 6.7 y 6.2 veces lo que generó el sistema costarricense, el cual es el quinto con 10714GWh, seguido de Guatemala y Panamá (4 % menos), Honduras con un 20 % menos y El Salvador y Nicaragua con casi lo mitad de lo generado por Costa Rica (figura 4.12).

**Generación Eléctrica Renovable.** El país con mayor generación renovable es Costa Rica con un 99 % para el 2015, le siguen Colombia (68 %), Panamá (65 %), Guatemala (58 %), El Salvador (57 %), Nicaragua (50 %), Chile (42 %), México con un 19 % y por último Estados Unidos que generó un 12 % con recurso renovable.

---

<sup>3</sup>Solamente los datos de capacidad y generación de EE.UU. corresponden al 2014.

<sup>4</sup>No se tiene información de EE.UU.

Figura 4.10: Capacidad Instalada - Precio



Fuente: Elaboración propia. Datos OLADE [63]

Figura 4.11: Capacidad Instalada Renovable - Precio



Fuente: Elaboración propia. Datos OLADE [63]

Figura 4.12: Generación Eléctrica - Precio



Fuente: Elaboración propia. Datos IEA [2] y OLADE [63]

Figura 4.13: Generación Renovable - Precio



Fuente: Elaboración propia. Datos IEA [2] y OLADE [63]

#### 4.4.2. Comparación por Macro-Indicadores

**Población.** Según datos del Banco Mundial [70] Costa Rica tiene una población al 2016 de 4.81 millones de habitantes, siendo Panamá el único país más pequeño en población con 3.93 millones. Nicaragua tiene más habitantes que Costa Rica en un 26 %, El Salvador un 27 % y Honduras un 68 %. Guatemala tiene poco más de 3 veces la cantidad de habitantes de Costa Rica, Chile casi cuatro veces, Colombia 10 veces y México más de 26 veces el tamaño en población de Costa Rica mientras Estados Unidos tiene casi 67 veces la población de Costa Rica (figura 4.14).

**Área terrestre.** En términos de superficie terrestre (figura 4.15), el único país con menor tamaño que Costa Rica es El Salvador con un 59 % menos de superficie. Honduras y Guatemala son dos veces más grandes que Costa Rica y Chile casi 15 veces, Colombia más de 22 veces, México poco más de 38 veces y Estados Unidos poco más de 192 veces el tamaño costarricense.

**Pobreza.** Los datos presentados como porcentajes de pobreza corresponden a indicadores propios y así reportados por cada país, según el Banco Mundial<sup>5</sup> Costa Rica tiene un 21.7 % de su población en pobreza (1 043 770 personas), Panamá un 23 %, Colombia un 27.8 %, Nicaragua un 29.6 %, El Salvador un 31.8 %, México más de la mitad de su población con un 53.2 %, Guatemala un 59.3 % y Honduras un 62.8 %. El único país con un porcentaje reportado menor de pobreza que Costa Rica es Chile con un 14.4 % de su población en esta condición (figura 4.16).

**PIB per cápita.** El PIB per cápita en PPP<sup>6</sup> de Costa Rica fue de 14,880USDPPP anuales en el 2015. Siendo un 68 % más que Honduras, un 66 % más que en Nicaragua, un 45 % más que El Salvador, un 50 % más que Guatemala y un 9 % más que Colombia. Panamá por su parte presenta un 39 % más que Costa Rica y México y Chile un 15 % y 46 % más respectivamente. Estados Unidos tiene un PIB por persona casi 4 veces el costarricense (56,430 anuales) (figura 4.17).

**Emisiones CO<sub>2</sub>.** Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) se contabilizan como toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes. Costa Rica presenta 1.62 toneladas por persona, siendo un 52 % más que Nicaragua, un 46 % más que Guatemala, un 29 % más que Honduras. Colombia por su parte emite un 17 % y Panamá un 68 % más que Costa Rica, México duplica (2.4 veces) las emisiones por persona y Chile casi las triplica (2.92 veces). Mientras en Estados Unidos cada persona emite más de 10 veces lo que se emite por persona en Costa Rica (figura 4.18).

**Consumo kWh.** El consumo de electricidad en kWh/persona en Costa Rica es un 72 % mayor que en Guatemala, un 69 % mayor que en Nicaragua, un 63 % mayor que en Honduras, un 53 % mayor que en El Salvador y un 40 % mayor que en Colombia. Por su parte Panamá tiene un 4 % más de consumo consumo eléctrico kWh/persona que Costa Rica, México un 5 % más y Chile casi lo duplica con un 98 %

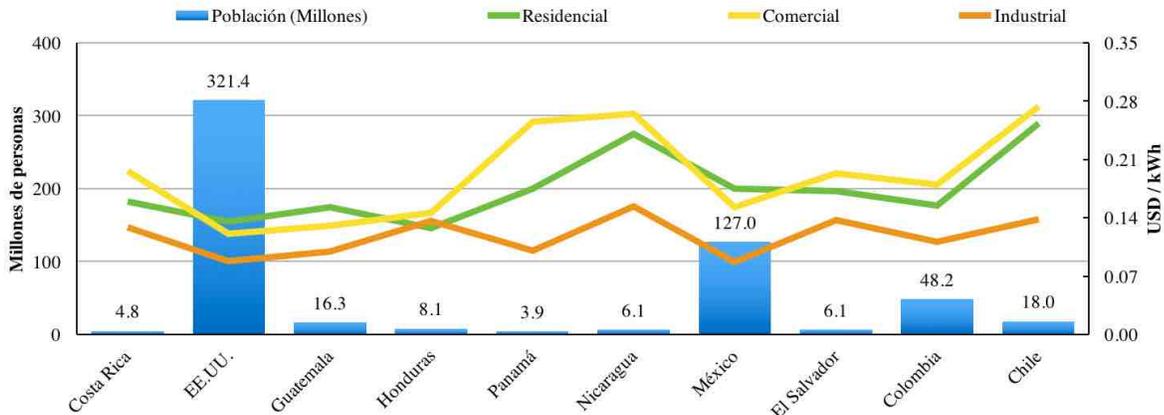
---

<sup>5</sup>Estados Unidos no reporta un porcentaje de pobreza.

<sup>6</sup>Purchase Power Parity

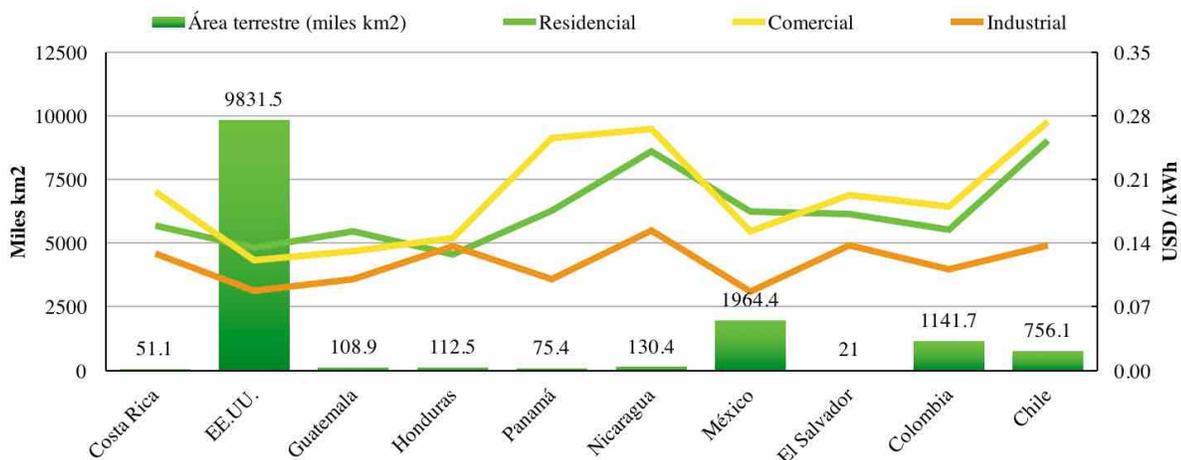
más. En Estados Unidos se tiene más de seis veces y media (6.64 veces) el consumo de electricidad por persona que en Costa Rica (figura 4.19).

Figura 4.14: Población - Precio



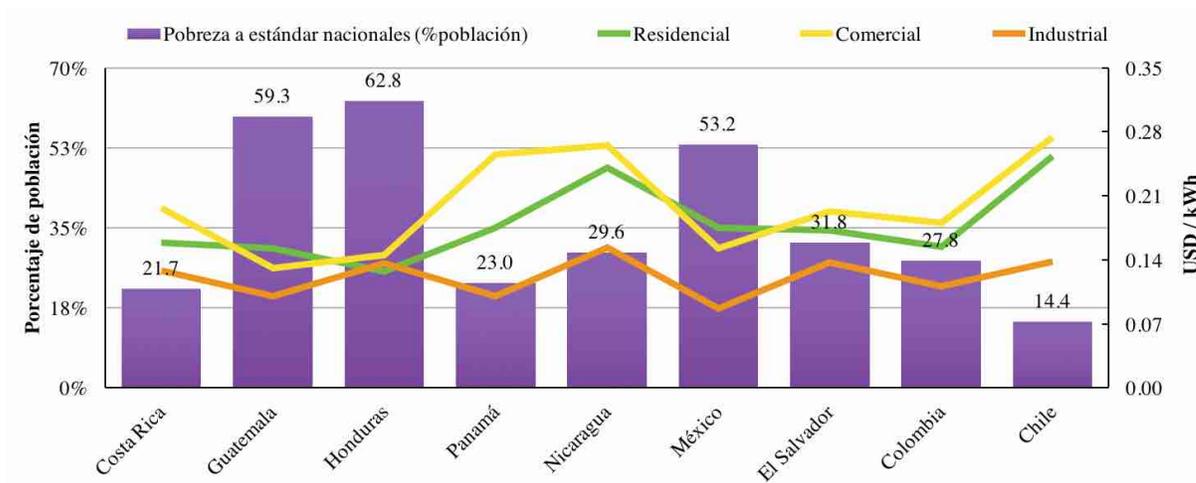
Fuente: Elaboración propia. Datos Banco Mundial [70]

Figura 4.15: Superficie terrestre - Precio



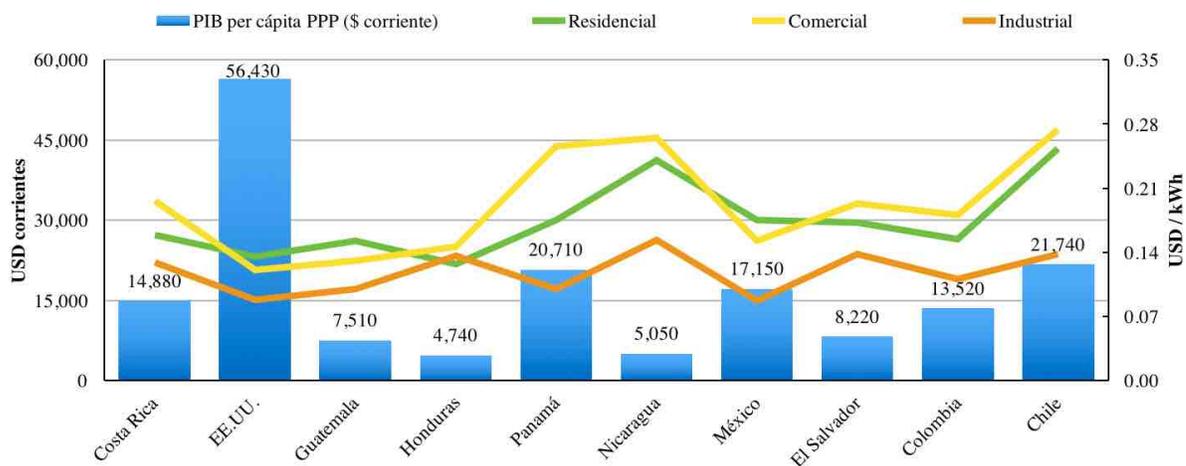
Fuente: Elaboración propia. Datos Banco Mundial [70]

Figura 4.16: Pobreza - Precio



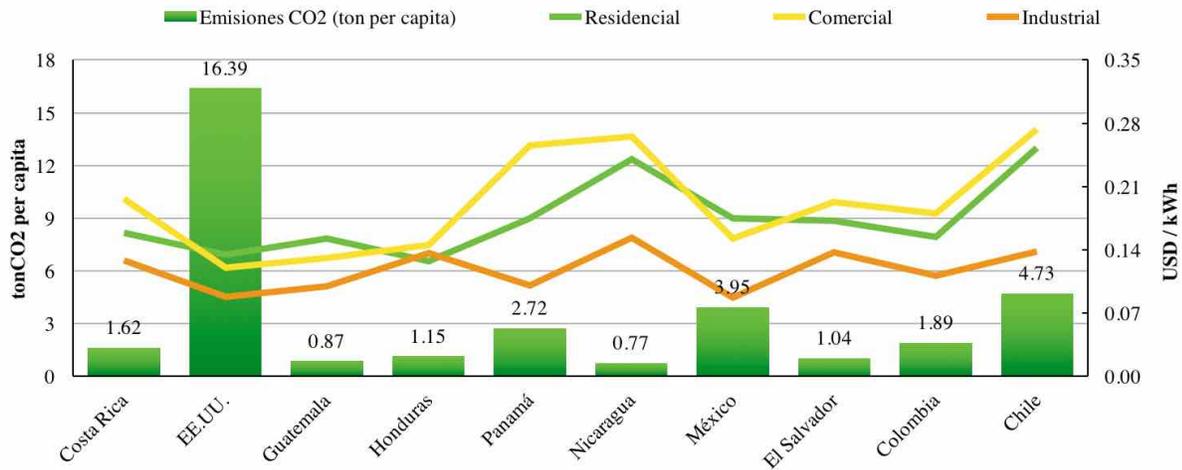
Fuente: Elaboración propia. Datos Banco Mundial [70]

Figura 4.17: PIB per cápita / Precio



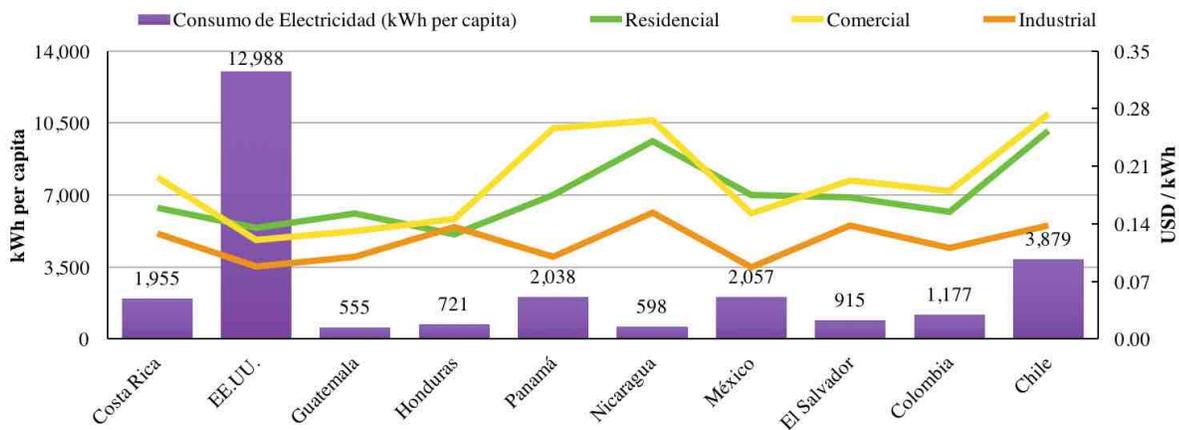
Fuente: Elaboración propia. Datos Banco Mundial [70]

Figura 4.18: Emisiones tCO2/persona / Precio



Fuente: Elaboración propia. Datos Banco Mundial [70]

Figura 4.19: Consumo kWh/persona - Precio



Fuente: Elaboración propia. Datos Banco Mundial [70]

## 4.5. Análisis de correlación

La búsqueda de relaciones entre los distintos factores que influyen en el precio promedio de la electricidad (i.e. recursos naturales, economía, clima, población, políticas públicas, entre otros.), pasa por saber que dichas relaciones son complejas y no siempre claras.

Si bien la correlación lineal no logra establecer las relaciones buscadas (tabla 4.1), debido en buena parte a una exclusión o en el mejor de los casos una inclusión parcial de externalidades [52], es un primer paso para el desarrollo de análisis cada vez más profundos y adecuados que permitan una visión más clara de las relaciones que originan las diferencias entre los precios de la electricidad.

Se busca también evidenciar las muy dispares características de cada país en relación con Costa Rica, sobre todo las de su principal socio comercial (EE.UU.); las cuales se deben de tomar en cuenta en la contextualización de los análisis de competitividad que se realizan en la comparación de los precios promedio de la electricidad. Se debe recordar que los resultados de este análisis pueden variar significativamente de acuerdo a las empresas seleccionadas para realizar el precio promedio país. Por lo que la inclusión de un mayor número de empresas por país con lleva a un análisis más certero.

Aunque se tiene una amplia gama de macro indicadores que se podrían asociar al consumo y generación de electricidad, para efectos de este estudio se tomaron en cuenta: el tamaño del Sistema Eléctrico (capacidad instalada), porcentaje de capacidad renovable instalada, generación eléctrica (*GWh*), el porcentaje de generación renovable, el PIB per capita, el consumo eléctrico por persona (*kWh/persona*), porcentaje de pobreza, tamaño del país (superficie), población y emisiones tCO<sub>2</sub> per cápita<sup>7</sup>.

Tabla 4.1: Tabla resumen de Correlación Lineal

Indicador	Índice de correlación lineal $R^2$		
	Residencial	Comercial	Industrial
Capacidad Instalada	0.0054	0.1094	0.3249
Capacidad Renovable Instalada	0.202	0.017	0.0224
Generación Renovable	0.0359	0.1375	0.0691
Población	0.0013	0.0615	0.0004
Área Terrestre	0.0864	0.0004	0.0044
Pobreza	0.0624	0.0687	0.1496
PIB per cápita PPP	0.1198	0.0027	0.052
Emisiones CO <sub>2</sub>	0.1377	0.000007	0.0335
Consumo de energía <i>kWh</i>	0.1465	0.00001	0.0464

Fuente: Elaboración propia.

<sup>7</sup>Cabe destacar que se podrían agregar muchos otros indicadores, como la diferenciación entre fuentes (i.e. diferenciación entre los tipos de renovables, etc.), economía de escala, precios de energía primaria, precios del petróleo, etc.

## 4.6. Comparación con datos de CEPAL

En el 2017 la CEPAL [65] publicó un informe donde se presentan los precios calculados mediante tarifarios de algunas empresas centroamericanas utilizando para ello casos modelo de consumo.

Se debe señalar que dichos casos distan significativamente de los utilizados en este estudio. Por ejemplo en el sector residencial CEPAL utiliza consumos de  $50kWh$ ,  $99kWh$ ,  $200kWh$  y  $751kWh$ , mientras el estudio utiliza consumos de  $168kWh$ ,  $319kWh$ ,  $550kWh$  y  $958kWh$  (figura 4.20). En el sector comercial (figura 4.21) los consumos utilizados por CEPAL [65] son de  $15,000kWh$  con  $41kW$  de potencia máxima,  $50,000kWh$  con  $137kW$  de potencia máxima y  $100,000kWh$  con  $274kW$  de potencia máxima. El estudio utiliza a su vez casos de  $2,500kWh$  con  $10,98kW$  de potencia máxima,  $13,374kWh$  con  $58,76kW$  de potencia máxima y  $33,119kWh$  con  $146kW$  de potencia máxima. Para el sector industrial (figura 4.22) los casos de CEPAL [65] son de  $15,000kWh$  y  $41kW$  de potencia máxima,  $50,000kWh$  y  $137kW$  de potencia máxima y  $100,000kWh$  con  $274kW$  de potencia máxima, mientras el estudio utiliza casos de  $4,890,228kWh$  con  $10,651kW$  de potencia máxima,  $1,597,985kWh$  con  $3,480kW$  de potencia máxima,  $781,995kWh$  con  $1,703kW$  de potencia máxima,  $282,639kWh$  con  $616kW$  de potencia máxima,  $11,712kWh$  con  $25,5kW$  de potencia máxima y un último caso industrial promedio de  $55,037kWh$  con  $120kW$  máximos.

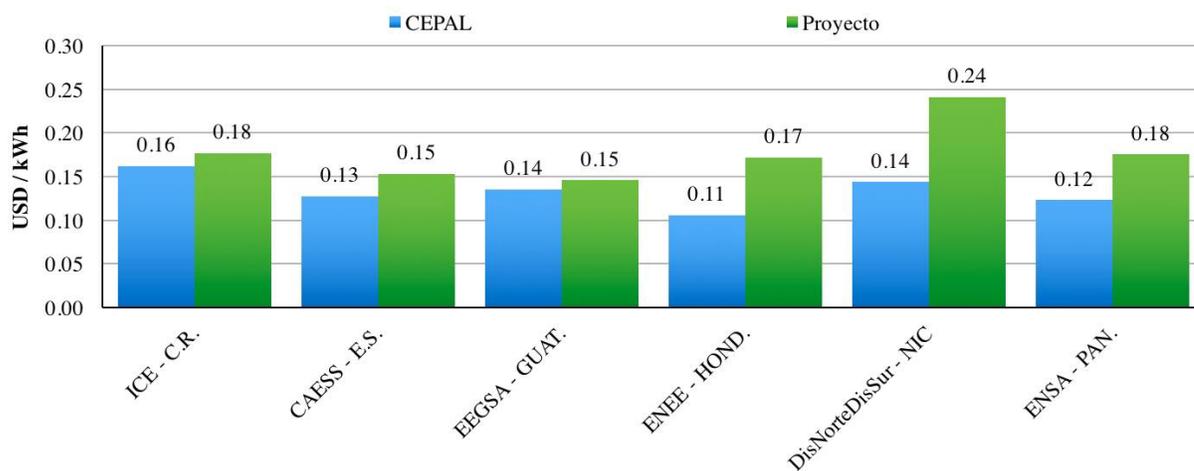
Se debe de tomar en consideración que la CEPAL utiliza un factor de carga<sup>8</sup> general y único del 50 % mientras que el Proyecto utiliza diversos factores de carga de acuerdo al sector (Residencial = 72 %, Comercial = 36 %, Industrial = 74 %). Para ambos sets de datos se incluyeron los subsidios en el sector residencial y se excluyen impuestos y tasas municipales. A su vez los datos presentados por CEPAL corresponden a Junio del 2016 mientras los presentados por el estudio a Enero del 2017.

Por último, se utiliza un promedio por sector dado por los precios calculados a la empresa consignada de la muestra.

---

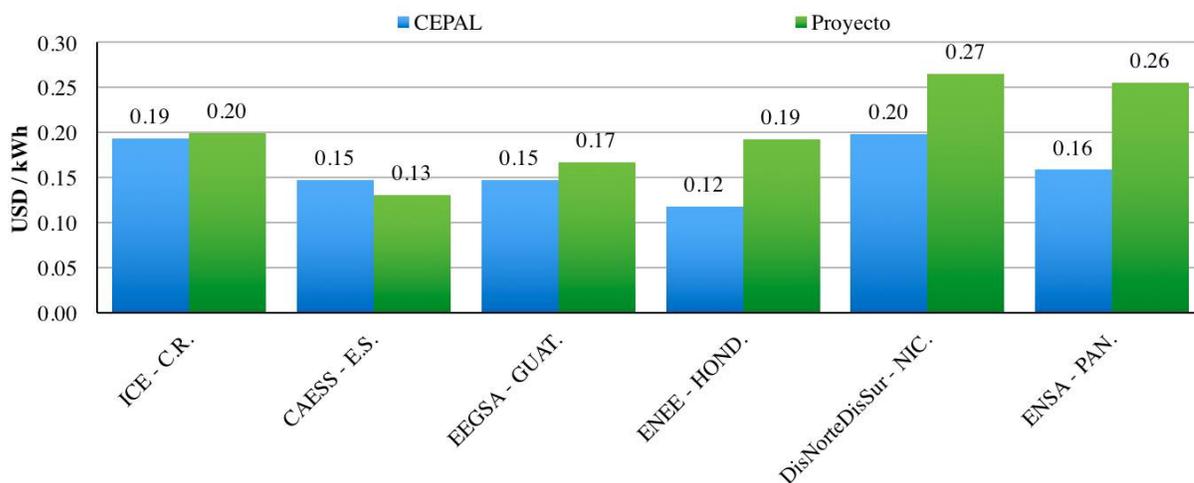
<sup>8</sup>El factor de carga es una medida del aprovechamiento de la energía, mientras mayor factor de carga se tenga mayor cantidad de la energía es consumida de manera adecuada, esto repercute en la potencia máxima (calculada en el caso de CEPAL y medida en el caso del estudio) y por ende en el cobro de este rubro.

Figura 4.20: Comparación con datos CEPAL. Precio Promedio Residencial Enero 2017



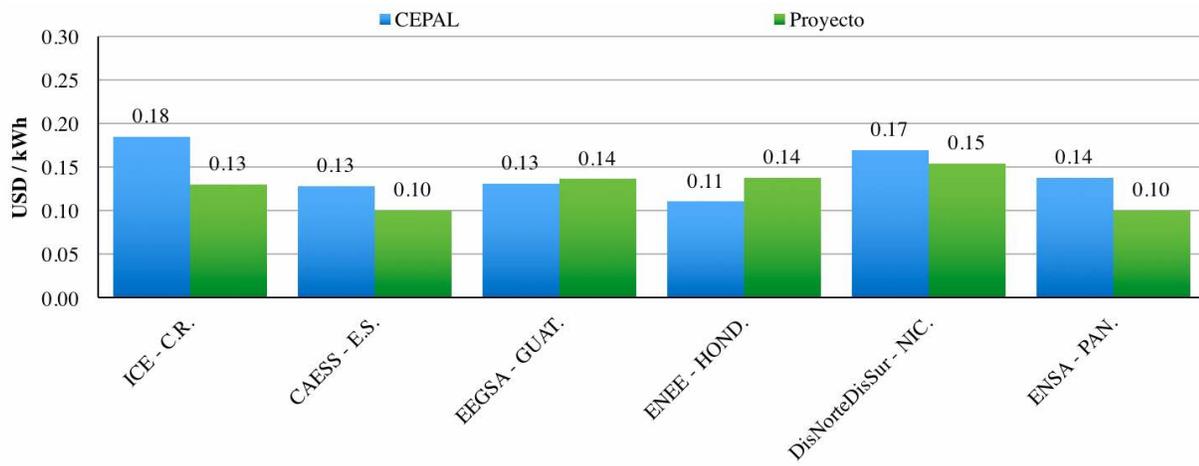
Fuente: Elaboración propia. Datos CEPAL [65]

Figura 4.21: Comparación con datos CEPAL. Precio Promedio Comercial Enero 2017



Fuente: Elaboración propia. Datos CEPAL [65]

Figura 4.22: Comparación con datos CEPAL. Precio Promedio Industrial Enero 2017



Fuente: Elaboración propia. Datos CEPAL [65]

## 4.7. Relación Renovables/Costo en EE.UU.

Como parte de un ejercicio con la Base de Datos de la EIA de Estados Unidos [2], se obtuvo la relación entre precio promedio (cociente entre ventas en *MWh* y energía producida) y las fuentes primarias de energía para la producción de electricidad (tabla 4.2). El mix de generación se clasifica en Renovables (hidro-eólico-solar-biomasa), Térmicas (Gas Natural, Bunker, Diesel y otros) y Nuclear.

La relación se establece por porcentajes, siendo que para un mix de generación con un 75 % de recurso renovable y un 25 % entre recurso térmico y nuclear, se presenta el mayor precio con 14,04 *USD/MWh*.

Tabla 4.2: Precio promedio en EE.UU. según mix de generación

<b>Renovables</b> %	<b>Térmica</b> %	<b>Nuclear</b> %	<b>Precio Promedio Escenario</b> USD
0-25	50-75	0-25	\$8.53
0-25	75-100	0-25	\$10.31
0-25	50-75	25-50	\$11.26
25-50	50-75	0-25	\$9.49
50-75	25-50	0-25	\$9.52
50-75	0-25	25-50	\$5.75
<b>75-100</b>	<b>0-25</b>	<b>0-25</b>	<b>\$14.04</b>

Fuente: Elaboración propia. Datos EIA [2]



## Conclusiones y recomendaciones

### 5.1. Conclusiones

1. Este Proyecto se centra en el análisis metodológico de la comparación tarifaria, para lo cual utiliza un único mes de referencia y en la gran mayoría de los países una sola empresa de referencia, que si bien en muchos casos es altamente representativa supone un sesgo estadístico no deseable, tomando en cuenta que existe una diferencias importantes en los costos entre empresas, por ejemplo las que distribuyen en zonas urbanas y las que lo hacen en zonas rurales, entre otras.
2. Se elaboró una metodología específica de aplicación tarifaria, definiendo las tarifas aplicables a los consumidores modelo y los cargos específicos necesarios para el cálculo del precio final. Si bien es cierto la aplicación tarifaria se hace mediante procedimientos convencionales y generalmente aceptados, no existen fuentes que establezcan los cargos específicos para el compendio de los países, dificultando así la aplicación de este método, por este motivo se desarrolla tal metodología en este Proyecto.
3. Se desarrolló una metodología específica para la selección de las empresas estadounidenses bajo criterios técnicos de similitud con las empresas costarricenses, permitiendo la selección de 2 empresas comparables de entre más de 3 000.
4. La construcción metodológica obedece a la necesidad identificada de establecer un método comparativo para los precios de la electricidad. Comprendió un análisis de los pliegos tarifarios de cada empresa así como una selección previa de los países a estudiar y las empresas en dichos países utilizando para ello información de entes oficiales así como de Organismos Internacionales como CEPAL, OLADE e IEA. Esta metodología fue validada mediante calculadoras de precio oficiales en los países donde se encuentra disponible dicha herramienta.

5. La disparidad en cuanto a geografía, población, dimensión de las economías y recursos endógenos entre Costa Rica y sus principales socios comerciales se hace evidente en el estudio. Se busca con ello establecer un marco adecuado de contexto para la comparación en competitividad y precios de la electricidad.
6. Tomando a las empresas del estudio como representantes de los países, siempre en el mercado regulado y para el mes de enero 2017, el sector Residencial costarricense presenta un precio promedio por sector menor que Panamá, México, El Salvador, Nicaragua y Chile y mayor que Estados Unidos, Guatemala, Honduras y Colombia. Para el sector Comercial Costa Rica presenta un precio menor a Panamá, Nicaragua y Chile, mientras es mayor que EE.UU., Guatemala, Honduras, México, El Salvador y Colombia. En el sector Industrial Costa Rica presenta precios menores a El Salvador, Nicaragua y Chile así como precios mayores que Guatemala, Honduras, Panamá, México, EE.UU. y Colombia.
7. Los precios de la electricidad poseen distintas y complejas relaciones con características propias de cada país. La complejidad de estas relaciones hace que sean necesarios estudios detallados que permitan identificar y determinar fehacientemente el origen de las diferencias entre los precios de la electricidad de los distintos países, y con base en dicha identificación generar políticas públicas orientadas a una mayor competitividad y un acceso justo y equitativo a la electricidad, manteniendo siempre los compromisos ambientales y sociales que el país ha adquirido.
8. Las franjas horarias en cada país responden a la idiosincrasia propia de su población (hábitos y costumbres). Los casos modelo utilizados en el estudio caracterizan el consumo propio costarricense, para un análisis más profundo se debe de tomar en cuenta las curvas de consumo típico de cada sector para todos los países del estudio y estudiar su comparabilidad con la costarricense.
9. Es importante considerar la dificultad en la obtención de datos actualizados así como el análisis y comparabilidad de las fuentes cuando se desee plantear un proyecto de este tipo.
10. Los ajustes tarifarios o de precios en los cargos tarifarios se realizan en periodos de tiempo distintos para cada país. También se presentan variaciones en la cantidad y tipo de tarifas con que cuenta cada país; la variación estacional (verano-invierno) también se tiene sobre todo en países extremo del continente (EE.UU., México y Chile). En algunos países se utiliza una clasificación por actividad económica (diferenciando entre comercio e industria) mientras que en otros la clasificación se hace mediante niveles de consumo y tensión. Llama en particular la atención el caso de Colombia, el cual utiliza una diferenciación tarifaria de acuerdo a un estrato social habitualmente establecido.

11. El costo de mantener una matriz eléctrica altamente renovable debe de ser visualizado por la población, de esta forma la sociedad puede valorar y comprender los altos costos de los proyectos de generación (sobretudo la hidroeléctrica) y valorar aún más el esfuerzo por mantener una matriz eléctrica renovable y acorde con la idiosincrasia e imagen costarricense, siempre y cuando estos costos sean acordes con las mejores prácticas en transparencia y gestión de proyectos.
12. Actualmente en Costa Rica se da una discusión con respecto a los precios de la electricidad, para lo cual este estudio aporta y ofrece elementos de análisis (i.e. metodología de análisis, características de los países estudiados entre otros), la cual debe de hacerse acorde a la visión de desarrollo del país que se decida impulsar. La electricidad es un bien común a toda la sociedad y es fundamental para el desarrollo de la calidad de vida y el bienestar de los habitantes así como para la producción de bienes y servicios, por lo que se hace necesaria una comunicación fluida y veraz entre los distintos actores que permitan llegar a acuerdos como sociedad para alcanzar un mayor bienestar de la población, aprovechando de manera sostenible y respetuosa los recursos disponibles.

## 5.2. Recomendaciones

1. Este estudio se presenta como un aporte en la discusión sobre precios de la electricidad y competitividad por lo que es importante recalcar que no se tomaron en cuenta características fundamentales de un Sistema Eléctrico como la calidad, continuidad y cobertura del servicio. Se insta a profundizar el análisis con la incorporación, en la medida de lo posible, de dichos elementos.
2. Para obtener resultados más reveladores en cuanto a la comparación de los precios finales de la electricidad y su comportamiento es necesario ampliar el estudio en el tiempo con series históricas y además aumentar la cantidad de empresas estudiadas, solo de esta forma se podría llegar a conclusiones en cuanto a tendencias generales de los precios por país.
3. Un diseño adecuado del tarifario es imprescindible para alcanzar niveles aptos de eficiencia energética y económica, permitiendo el control de herramientas económicas como los subsidios así como la adquisición y procesamiento de datos (energía distribuida), incentivos a políticas ambientales como el uso de automóviles eléctricos (EE.UU. es el único país con tarifas diferenciadas para automóviles eléctricos hasta el momento) y conservación energética del lado de la demanda.
4. En aras de la transparencia y en un mejor y mayor control por parte de la sociedad en general, se propone la elaboración de una calculadora en línea que permita realizar cálculos tarifarios de los precios de la electricidad de los distintos países que guarden relación comercial con Costa Rica. Este estudio se propone como un primer paso, poniendo a disposición del público la metodología necesaria para dicho cálculo y se incentiva a los entes institucionales a crear la herramienta

digital que permita una mayor accesibilidad de la información por parte del público en general.

5. La inclusión en el curriculum académico de un curso sobre planificación de proyectos, mercados eléctricos, tarifas eléctricas y matriz eléctrica, se hace necesario ya que es información básica que todo ingeniero eléctrico debe manejar, sobre todo si se toma en cuenta el impacto de los proyectos de generación eléctrica y su correcta planificación tanto en el ámbito técnico y económico como social y ambiental, además del nicho de mercado en energía renovable no convencional como la solar y el nuevo paradigma de generación distribuida. Algunos de estos temas se mencionan y trabajan en algunos cursos, sin embargo depende más de la buena voluntad del profesor que de un curso en específico.

Apéndice A

## **Infogramas datos Macro**

### POBLACIÓN (Millones)



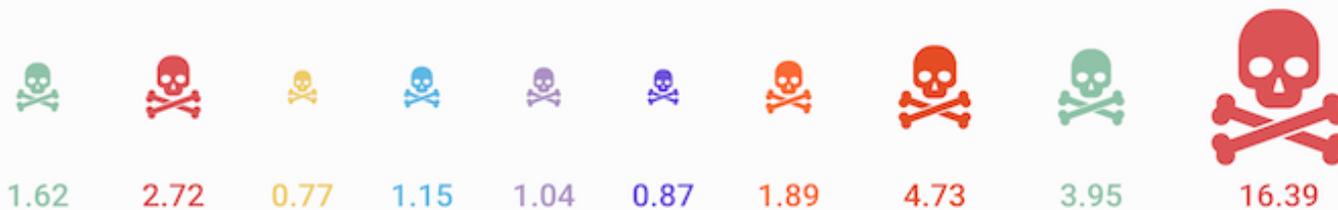
Fuente: Elaboración propia.  
Datos Banco Mundial, 2017

### ÁREA TERRESTRE (km<sup>2</sup>)



Fuente: Elaboración propia.  
Datos Banco Mundial, 2017

### PRODUCCIÓN DE CO<sub>2</sub> (tCO<sub>2</sub>/per capita)



Fuente: Elaboración propia.  
Datos Banco Mundial, 2017

### POBREZA (Porcentaje de población)



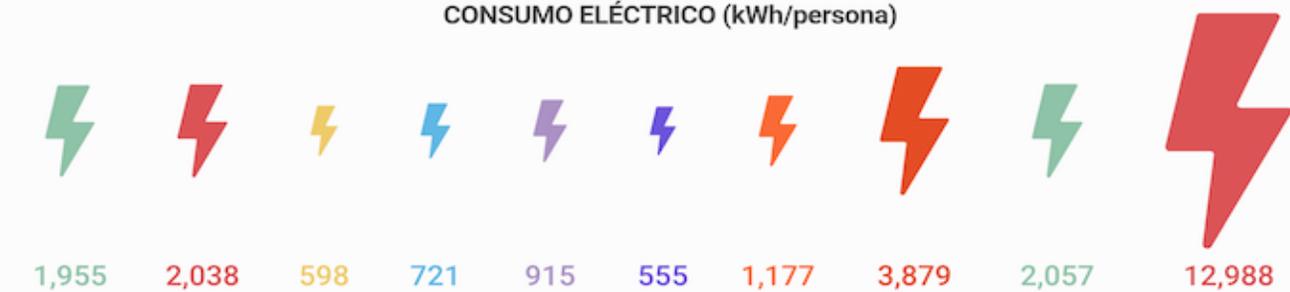
Fuente: Elaboración propia.  
Datos Banco Mundial, 2017

### PIB/per capita (USDPPP)



Fuente: Elaboración propia.  
Datos Banco Mundial, 2017

### CONSUMO ELÉCTRICO (kWh/persona)



Fuente: Elaboración propia.  
Datos Banco Mundial, 2017



## Estructura del S.E.N. Costa Rica

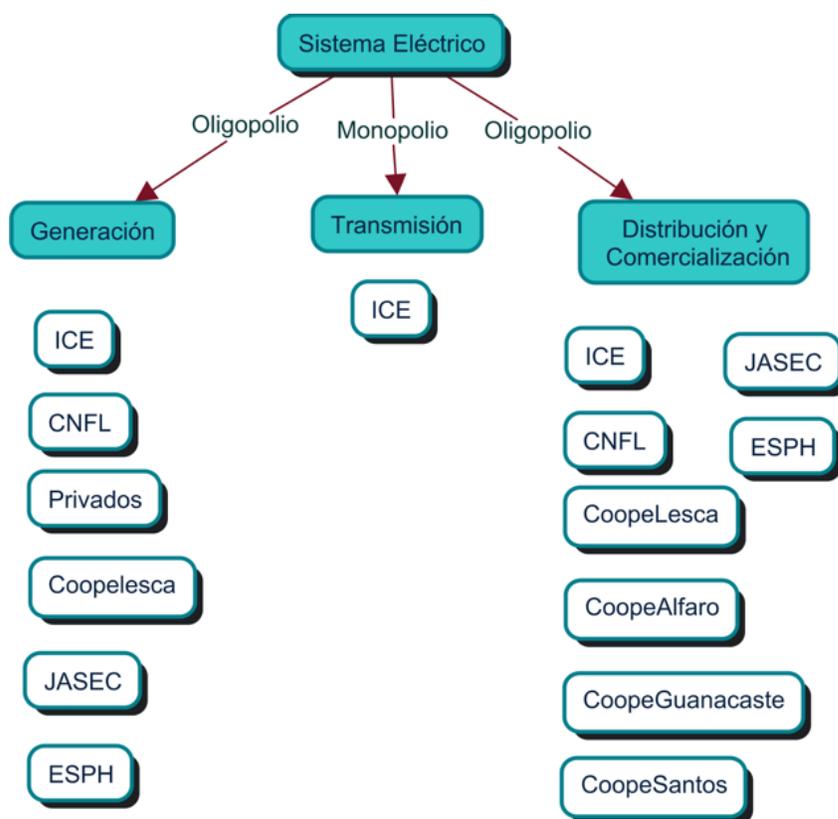


Figura B.1: Estructura S.E.N. Costa Rica

Elaboración propia. Datos DSE [26]



Apéndice C

## **Cálculos Tarifarios**

No se anexan por motivos de tamaño del archivo. Si se desea la información, se puede solicitar al correo: [ludagar@gmail.com](mailto:ludagar@gmail.com)



## Bibliografía

- [1] IEA. International Energy Agency. *Renewables For Power Generation*. OECD, París, Francia., 2003.
- [2] U.S. Energy Information Administrator Data Base. <https://www.eia.gov/electricity/data.php>, En línea; Consultado el 20/3/17.
- [3] R. Campo. *Modelos de Mercado, Regulación Económica y Tarifas en el Sector Eléctrico de Nicaragua*. Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), 2014.
- [4] Gutiérrez R. López D. Chanto, J. *Encuesta de Consumo Energético Nacional en el Sector Público*. Dirección Sectorial de Energía (DSE). Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), San José, Costa Rica., 2015.
- [5] Gutiérrez R. Monge P. López D. Chanto, J. *Encuesta de Consumo Energético Nacional en el Sector Industrial*. Dirección Sectorial de Energía (DSE). Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), San José, Costa Rica., 2014.
- [6] World Energy Council. <https://www.worldenergy.org/data/resources/country/>, En línea; Consultado el 25/7/17.
- [7] Banco Central de Chile. Tasa de cambio. <http://si3.bcentral.cl/Indicadoressiete/secure/Indicadoresdiarios.aspx>, En línea; Consultado el 6/02/17.
- [8] Centro Nacional de Control de Energía. *Generación y Demanda. Informe Anual 2015*. Instituto Costarricense de Electricidad., San José, Costa Rica., 2016.
- [9] Banco Central de Costa Rica. Tipo de cambio. <http://indicadoreseconomicos.bccr.fi.cr/indicadoreseconomicos/cuadros/frmvercatcuadro.aspx?CodCuadro=400>, En línea; Consultado el 6/02/17.
- [10] Instituto Costarricense de Electricidad. *Datos estadísticos*. San José, Costa Rica., información suministrada. edition, 2017.
- [11] Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). *ICE Sector Electricidad y Otras Empresas Eléctricas Internacionales: Datos comparativos sobre precios y otras variables*. Instituto Costarricense de Electricidad., San José, Costa Rica., 2006.

- [12] Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). *Costa Rica: Matriz eléctrica. Un modelo sostenible, único en el mundo*. Instituto Costarricense de Electricidad., San José, Costa Rica., 2015.
- [13] Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). Pliego tarifario ice. <https://www.grupoice.com/wps/wcm/connect/669c79e9-84c9-4682-b63b-136238ebc7e2/tarifas+ice+gaceta+alcance+106+junio+27+2016.pdf?MOD=AJPERES>, En línea; Consultado el 5/1/17.
- [14] Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones *Calculador Tarifario*. <http://estadisticas.cne.gob.sv/FacturaElectrica/>, En línea; Consultado el 2/2/17.
- [15] Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones *Pliego Tarifario CAESS*. <https://www.siget.gob.sv/temas/electricidad/documentos/tarifas-de-electricidad/>, En línea; Consultado el 2/2/17.
- [16] Comisión Federal de Energía (CFE) *Tarifas Comercial*. [http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/tarifas\\_negocio.asp](http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/tarifas_negocio.asp), En línea; Consultado el 4/1/17.
- [17] Comisión Federal de Energía (CFE) *Tarifas Comercial*. [http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/tarifas\\_negocio.asp?Tarifa=CMABT&Anio=2017](http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/tarifas_negocio.asp?Tarifa=CMABT&Anio=2017), En línea; Consultado el 4/1/17.
- [18] Comisión Federal de Energía (CFE) *Tarifas Doméstica de Alto Consumo*. [http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/Tarifas\\_casa.asp?Tarifa=DACAnual2003&anio=2017](http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/Tarifas_casa.asp?Tarifa=DACAnual2003&anio=2017), En línea; Consultado el 4/1/17.
- [19] Comisión Federal de Energía (CFE) *Tarifas Hogares*. [http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/tarifas\\_casa.asp](http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/tarifas_casa.asp), En línea; Consultado el 4/1/17.
- [20] Comisión Federal de Energía (CFE) *Tarifas Hogares*. [http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/Tarifas\\_casa.asp?Tarifa=DACAnual2003&anio=2017](http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/Tarifas_casa.asp?Tarifa=DACAnual2003&anio=2017), En línea; Consultado el 4/1/17.
- [21] Comisión Federal de Energía (CFE) *Tarifas Industrial*. [http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/tarifas\\_industria.asp](http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/tarifas_industria.asp), En línea; Consultado el 4/1/17.
- [22] Comisión Federal de Energía (CFE) *Tarifas Industrial*. [http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/Tarifas\\_industria.asp?Tarifa=CMABT&Anio=2017](http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/Tarifas_industria.asp?Tarifa=CMABT&Anio=2017), En línea; Consultado el 4/1/17.
- [23] Concejo Nacional de Energía (CNE). [http://www.cne.gob.sv/?page\\_id=645](http://www.cne.gob.sv/?page_id=645), En línea; Consultado el 27/8/17.
- [24] Dirección Sectorial de Energía (DSE). *Encuesta de consumo de energía en el sector Residencial. Año 2012*. Ministerio de Ambiente y Energía MINAE, San José, Costa Rica., 2013.
- [25] Dirección Sectorial de Energía (DSE). *Encuesta de Consumo Energético Nacional en el Sector Residencial de Costa Rica: Año 2012*. Dirección Sectorial de Energía (DSE). Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), San José, Costa Rica., 2013.

- [26] Dirección Sectorial de Energía (DSE). *Curva Típica Residencial*. San José, Costa Rica., información suministrada. edition, 2017.
- [27] Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE). *Calculadora Tarifaria EEGSA*. [http://www.cnee.gob.gt/Calculadora/facturas\\_dem.php](http://www.cnee.gob.gt/Calculadora/facturas_dem.php), En línea; Consultado el 10/2/17.
- [28] Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE). *Pliego Tarifario EEGSA*. <http://www.cnee.gob.gt/Calculadora/pliegos.php>, En línea; Consultado el 10/2/17.
- [29] Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE). *Reglamento del Administrador del Mercado Mayorista*. <http://www.cnee.gob.gt/pdf/marco-legal/Reglamento%20del%20AMM.pdf>, En línea; Consultado el 10/2/17.
- [30] Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE). *Tipos de Tarifas*. <http://www.cnee.gob.gt/xhtml/usuario/Categorias%20tarifarias.html>, En línea; Consultado el 10/2/17.
- [31] Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE). *Cálculos Tarifarios*. <http://www.enee.hn/index.php/atencion-al-cliente/757-calculos-tarifas>, En línea; Consultado el 30/1/17.
- [32] Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE). *Pliego Tarifario y Normativa*. <http://www.tzibalnaah.unah.edu.hn/bitstream/handle/123456789/3515/20160420.pdf?sequence=2&isAllowed=y>, En línea; Consultado el 30/1/17.
- [33] Instituto Nicaragüense de Energía. *Pliego Tarifario Disnorte-Dissur*. <http://www.mem.gob.ni/media/file/ELECTRICIDAD/Tarifas%20Electricas%20DnDs%20Mayo2015.pdf>, En línea; Consultado el 2/2/17.
- [34] Instituto Nicaragüense de Energía. *Pliego Tarifario Disnorte-Dissur*. [http://www.ine.gob.ni/DGE/tarifasdge/2017/01/ptarifario\\_aplicada\\_enero\\_2017\\_BT1.pdf](http://www.ine.gob.ni/DGE/tarifasdge/2017/01/ptarifario_aplicada_enero_2017_BT1.pdf), En línea; Consultado el 2/2/17.
- [35] Instituto Nicaragüense de Energía. *Pliego Tarifario Disnorte-Dissur*. [http://www.ine.gob.ni/DGE/tarifasdge/2017/01/ptarifario\\_aplicada\\_enero\\_2017\\_MT1.pdf](http://www.ine.gob.ni/DGE/tarifasdge/2017/01/ptarifario_aplicada_enero_2017_MT1.pdf), En línea; Consultado el 2/2/17.
- [36] Instituto Nicaragüense de Energía. *Verificador de factura*. <http://www.ine.gob.ni/DGE/CalculoFactura/CalculoFactura.php>, En línea; Consultado el 2/2/17.
- [37] Compañía Nacional de Fuerza y Luz. *Pliego Tarifario CNFL*. Pliego tarifario cnfl. <https://www.cnfl.go.cr/servicios-residenciales-sr/tarifas-vigentes-sr>, En línea; Consultado el 5/1/17.
- [38] Banco de Guatemala. Tipo de cambio. <http://www.banguat.gob.gt/cambio/>, En línea; Consultado el 6/02/17.
- [39] Banco Central de Honduras. Precio promedio del dólar. <http://www.bch.hn/esteco/ianalisis/tcdint.pdf>, En línea; Consultado el 6/02/17.

- [40] Escuela de Ingeniería Eléctrica. *Curvas de demanda en por unidad*. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Costa Rica., San José, Costa Rica., información suministrada por medio de la dirección sectorial de energía (dse). edition, 2017.
- [41] Banco de la República de Colombia. Tasa de cambio. <http://www.banrep.gov.co/es/trm>, En línea; Consultado el 6/02/17.
- [42] Banco de México. Tipo de cambio. <http://www.banxico.org.mx/portal-mercado-cambiario/>, En línea; Consultado el 6/02/17.
- [43] Banco Central de Nicaragua. Tipo de cambio. [http://www.bcn.gob.ni/estadisticas/mercados\\_cambiaros/tipo\\_cambio/cordoba\\_dolar/index.php](http://www.bcn.gob.ni/estadisticas/mercados_cambiaros/tipo_cambio/cordoba_dolar/index.php), En línea; Consultado el 6/02/17.
- [44] Autoridad Reguladora de Servicios Públicos. Tarifarios costa rica. <https://aresep.go.cr/electricidad/tarifas#>, En línea; Consultado el 5/1/17.
- [45] Autoridad Reguladora de Servicios Públicos. Estadísticas. <https://aresep.go.cr/electricidad/estadisticas>, En línea; Consultado el 5/4/17.
- [46] Deloitte. *Sector energía II: Mercado eléctrico e inversión. Chile*. 2016.
- [47] Jesurun-Clements N. Mercado J. Trujillo C. Echeverría, C. *Integración Eléctrica Centroamericana: Génesis, Beneficios y Prospectiva del Proyecto SIEPAC. Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central*. BID. Banco Interamericano de Desarrollo., 2017.
- [48] J. Fernández. *100 Años de Actividad Eléctrica en Costa Rica: 1884-1984*. ICE, San José, Costa Rica., 1985.
- [49] N. Fernández. *Análisis de los mercados de energía eléctrica en EEUU, Brasil, Polonia y otros 5 países. Estudio de correlaciones con los principales ratios macroeconómicos*. Escuela Técnica Superior de Ingeniería ICAI, Universidad Pontificia ICAE-ICADE Comillas, Madrid., 2012.
- [50] W. Flores. *Mejorando el acceso a los mercados energéticos Honduras*. Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), 2014.
- [51] W. Flores. *Mejorando el Acceso a los Mercados Energéticos. Honduras*. Organización Latinoamericana de Energía OLADE., 2014.
- [52] G. Gil. *La Energía en cifras: Una perspectiva global*. Alfa y Omega Grupo Editor S.A, Ciudad de México, México., isbn:978-607-707-616-2. edition, 2014.
- [53] ICE. *Costa Rica: Matriz eléctrica. Un modelo sostenible, único en el mundo*. Dirección Comunicación e Identidad Corporativa – Instituto Costarricense de Electricidad, San José, Costa Rica., 2015.
- [54] International Energy Agency (IEA). *Energy Policies of IEA Countries: The United States, 2014 Review*. OCDE/IEA, París, Francia., 2016.

- [55] International Energy Agency (IEA). *Energy Prices and Taxes. Quaterly Statistics. Second Quarter 2016*. OCDE/IEA, París, Francia., 2016.
- [56] KPMG. *Oportunidades en el sector eléctrico en México*. Global Strategy Group, Ciudad de México, México., 2016.
- [57] J. Millán. *Entre el mercado y el Estado: tres décadas de reformas en el sector eléctrico de América Latina*. BID. Banco Interamericano de Desarrollo., Washington, D.C., EE.UU., 2006.
- [58] MINAE. *VII Plan Nacional de Energía 2015-2030*. Ministerio de Ambiente y Energía, San José, Costa Rica., 2015.
- [59] C. Montaña. *Modelos de Mercado, Regulación Económica y Tarifas del Sector Eléctrico en América Latina y el Caribe - Colombia*. Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), 2013.
- [60] B. et al editores Moselle. *Electricidad Verde: Energías Renovables y Sistema Eléctrico*. Marcial Pons, Madrid-Barcelona-Buenos Aires., isbn:978-84-9768-793-5. edition, 2014.
- [61] OECD/IEA. *Energy Policies of IEA countries. The United States 2014 Review*. International Energy Agency, Francia., 2014.
- [62] OLADE. *Informe V: Caracterización del comportamiento de la demanda de energía eléctrica mediante mediciones y encuestas*. Compañía Nacional de Fuerza y Luz, San José, Costa Rica., 1993.
- [63] OLADE.SIER. <http://sier.olade.org/consultas/olap.aspx?oc=30002&or=30002&ss=2&v=1>, En línea; Consultado el 20/5/17.
- [64] Comisión Económica para América Latina (CEPAL). Sede Regional en México. *Centroamérica: estadísticas del subsector eléctrico, 2014*. Naciones Unidas, Ciudad de México, México., 2015.
- [65] Comisión Económica para América Latina (CEPAL). Sede Regional en México. *Estadísticas del subsector eléctrico de los países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA), 2015*. Naciones Unidas, Ciudad de México, México., 2015.
- [66] C. Rafael. *Estudio Comparativo de Modelos de Mercado Eléctrico, Estructura Institucional, Métodos de Regulación y Estructuras Tarifarias*. Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), 2015.
- [67] CHILQUINTA Clientes. <https://www.chilquinta.cl/uploads/2012/10/20121025204946-memoria-vf.pdf>, En línea; Consultado el 27/3/17.
- [68] CODENSA Clientes. [http://corporativo.codensa.com.co/ES/PRENSA/CENTRODOCUMENTAL/Informes%20Anuales/Memoria%20Anual%20CODENSA\\_2015.pdf](http://corporativo.codensa.com.co/ES/PRENSA/CENTRODOCUMENTAL/Informes%20Anuales/Memoria%20Anual%20CODENSA_2015.pdf), En línea; Consultado el 27/3/17.
- [69] Elektra Noreste S.A. (ENSA). CVC. [https://www.ensa.com.pa/sites/default/files/cvc\\_enero\\_2017.pdf](https://www.ensa.com.pa/sites/default/files/cvc_enero_2017.pdf), En línea; Consultado el 31/1/17.

- [70] Banco Mundial *Datos país*. Año 2015. <http://databank.bancomundial.org/data/reports.aspx?source=indicadores-del-desarrollo-mundial>, En línea; Consultado el 4/11/16.
- [71] PROCOMER. *Flujo comercial*. <http://servicios.procomer.go.cr/estadisticas/inicio.aspx>, En línea. Consultado el 13/11/16.
- [72] Elektra Noreste S.A. (ENSA). *Fondo de Estabilización Tarifaria*. <https://www.ensa.com.pa/fondo-de-estabilizacion-tarifaria-fet>, En línea; Consultado el 31/1/17.
- [73] CHILQUINTA *Normativa*. <https://www.chilquinta.cl/uploads/2012/09/20120902231711-decreto-vad385.pdf>, En línea; Consultado el 27/3/17.
- [74] Elektra Noreste S.A. (ENSA). *Normativa*. <https://www.ensa.com.pa/apendice-condiciones-generales-de-aplicacion-de-las-tarifas>, En línea; Consultado el 31/1/17.
- [75] CHILQUINTA *Pliego Tarifario*. <https://www.chilquinta.cl/uploads/2016/11/20161121144423-suministro20170101.pdf>, En línea; Consultado el 27/3/17.
- [76] Elektra Noreste S.A. (ENSA). *Pliego Tarifario*. <https://www.ensa.com.pa/pliego-tarifario-de-elektra-noreste-sa-para-clientes-regulados-periodo-julio-2014-junio-2018-0>, En línea; Consultado el 31/1/17.
- [77] Grupo ENEL (CODENSA) *Pliego Tarifario*. <https://www.codensa.com.co/hogar/tarifas>, En línea; Consultado el 4/2/17.
- [78] Minnesota Power Electric. *Rate Book, ALLETE*. <https://www.mnpower.com/CustomerService/RateBook>, En línea; Consultado el 2/2/17.
- [79] Xcel Energy (Winsconsin). *Rates and Regulations*. [https://www.xcelenergy.com/company/rates\\_and\\_regulations](https://www.xcelenergy.com/company/rates_and_regulations), En línea; Consultado el 2/2/17.
- [80] G. Villegas. *Encuesta de consumo energético nacional en el sector comercio y servicios privados año 2014*. Ministerio de Ambiente y Energía, Dirección Sectorial de Energía, San José, Costa Rica., 2014.