

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA ECONÓMICAS, A.C.



EL EFECTO DE UN REGULADOR COMO SUPERVISOR EN ASEGURAR QUE SE
CUMPLEN LOS OBJETIVOS DE BIENESTAR SOCIAL: ANÁLISIS DE LA REFORMA A
LA LEY DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA EN MÉXICO

TESINA

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN ECONOMÍA

PRESENTA

LUIS ENRIQUE RAMOS ALVAREZ

DIRECTOR DE LA TESINA: DRA. ELISA VERA MARISCAL

A Val, por acompañarme en esta aventura.

Agradecimientos

Quiero agradecer a mi asesora, Dra. Elisa Mariscal, por el apoyo, la orientación y la confianza. Al lector de mi tesina, Dr. Alexander Elbittar, por sus valiosos comentarios que ayudaron a enriquecerla. A todos los profesores y profesoras del CIDE que aportaron a mi conocimiento.

A mi novia, Valeria Dávila, que me acompañó, motivó y apoyó durante estos años. Por la paciencia, el cariño y sobretodo las críticas atinadas a mis trabajos y a esta tesina.

A mi familia, que estuvo presente y al pendiente, en particular a Samuel, por orientarme en la simulación.

A mis compañeros de generación, por las noches de desvelos, las platicas y el apoyo que recibí por parte de ustedes. Sin duda de todos aprendí algo.

Resumen

En este trabajo se realiza una simulación del bienestar social basándonos en el modelo de supervisión de Laffont para la industria eléctrica mexicana. Dicho modelo considera a tres agentes: el Estado como el principal, una empresa que produce un bien público como el agente y un regulador que se encarga de supervisar a la empresa e identificar el tipo de la empresa, en particular los costos. El principal resultado es que la participación del regulador mejora los resultados de bienestar social y reduce los costos en los que el Estado tiene que incurrir para desincentivar una posible coordinación entre el regulador y la empresa.

Palabras clave: Bienestar Social, Regulador, Industria Eléctrica.

Clasificación JEL:

Índice general

1. Introducción	1
2. Revisión de literatura	4
3. Brevísimas historia del Sistema Eléctrico Mexicano	7
3.1. Evolución del sistema de energía eléctrica en México	7
3.2. Características de la reforma a la Ley de la Industria Eléctrica de 2021	10
3.3. Algunas posibles consecuencias de la Reforma a la Ley de Energía Eléctrica . .	12
4. Modelo teórico	14
4.1. Modelo	14
4.2. Estática comparativa	21
4.2.1. Probabilidad de que la empresa sea eficiente	21
4.2.2. Probabilidad de que el regulador observe que la empresa es eficiente . .	23
5. Simulación	25
5.1. Datos	25
5.2. Simulaciones	27
6. Conclusiones	35
7. Apéndice	38

Índice de figuras

3.1.	Costos unitarios de energía para el suministro básico de energía en 2020.	13
5.1.	Resultado de la simulación para la probabilidad de que CFE sea eficiente, ν . . .	29
5.2.	Resultado de la simulación para el costo de transacción de los contratos laterales, λ_c	32
7.1.	Resultado de la simulación para la probabilidad de que la CFE sea eficiente, ν .	39
7.2.	Resultado de la simulación para la probabilidad de que la CRE identifique si la CFE es eficiente, ξ	40
7.3.	Resultado de la simulación para la probabilidad de que el Estado esté informado de que la CFE es eficiente, $\nu\xi$	41
7.4.	Resultado de la simulación para el costo de transacción de descubrir la coordinación entre CRE y CFE, $\lambda_c \in [0, 100]$	42
7.5.	Resultado de la simulación para el costo de transacción de descubrir la coordinación entre CRE y CFE, $\lambda_c \in [0, 200]$	43

Índice de cuadros

4.1. Producción y renta para los dos tipos de empresa sin regulador	19
4.2. Producción y renta para los dos tipos de empresa con regulador.	20
4.3. Parámetros para la simulación	20
4.4. Variables para la simulación	20
5.1. Productividad total de los factores.	26
5.2. Resultados de la simulación para la probabilidad de que CFE sea eficiente, ν . .	28
5.3. Resultados de la simulación para la probabilidad de que la CRE identifique la eficiencia de la CFE, ξ	29
5.4. Resultados de bienestar social con y sin regulador	30
5.5. Resultados de la simulación para la probabilidad de que el Estado esté informado de la productividad de CFE, ν y ξ	31
5.6. Resultados en millones de la simulación $\nu = 0,9$ para 2019.	33
5.7. Costos en millones para $\nu = 0,9$ y $\xi = 0,9$ para 2019.	33

Capítulo 1

Introducción

La actualidad de las instituciones reguladoras en México ofrece un panorama muy distinto al de hace algo más de una década, cuando se presentaron cambios importantes por la necesidad de atender tareas especializadas e independientes del Estado. Sin embargo, en el último año se han presentado iniciativas de reforma al artículo 28 de la constitución, así como las reformas al sector energético, además de las reformas al poder judicial. En este sentido, resulta importante analizar cuál es el efecto del diseño y estructura de estas instituciones reguladoras sobre su desempeño, particularmente si el uso de contrapesos en el gobierno por parte de instituciones reguladoras puede asegurar que se cumplan los objetivos de bienestar social.

De acuerdo con lo mencionado por Tirole (2017), en los últimos años se ha generado un incremento en el debate sobre la independencia de distintas instituciones económicas alrededor del mundo, en particular, el caso de las autoridades reguladoras. Esto debido a diversos factores, tanto sociales como políticos, lo que ha generado que se replantee la toma de decisiones políticas y la independencia de dichas instituciones. Un ejemplo de esto en el área de competencia, fue la decisión por parte de la Comisión Europea de prohibir la fusión de las empresas Alstom y Siemens para la creación de una gran empresa ferroviaria. Esta decisión fue criticada por los gobiernos francés y alemán, los cuales han llamado a reformar el control de fusiones, además sugieren actualizar las directrices de fusión actuales para tener más en cuenta la competencia a

nivel mundial y, a través del informe "Nationale Industriestrategie 2030", se pide una reescritura del control de fusiones y medidas adicionales de política industrial destinadas a hacer que algunas grandes empresas europeas sean aún más grandes y más rentables Motta y Peitz (2019). Esto último no plantea que las decisiones sean tomadas exclusivamente por el Estado, sino que el Estado pueda invalidar o limitar las decisiones de las autoridades de competencia, sobre todo para que las empresas puedan competir a nivel internacional.

En este sentido, se pueden considerar dos razones por las que es importante mantener la independencia de las instituciones frente al Estado. La primera se debe a que el Estado tiene objetivos que cumplir los cuales pueden interferir con los objetivos de la autoridad de competencia, como por ejemplo reducir el desempleo o la desigualdad; los cuales no son objetivos que no deban perseguir estas instituciones, pero el hacerlo podría llevar a estas a perder su principal objetivo que es el uso eficiente de los recursos Tirole (2017). Por otro lado, estos objetivos del gobierno generalmente están motivados para complacer a la sociedad con el fin de ganar más votantes. Esto no es malo por sí solo, sin embargo, puede ser que se usen estas instituciones como instrumento político y, nuevamente, se desvíen de sus principales funciones.

La segunda razón es que, al ser independientes, las autoridades de competencia cuentan con personal mejor capacitado y especializado para la toma de decisiones, lo que ayuda a reforzar el seguimiento de los objetivos planteados. Además, en relación con la primera razón, las autoridades reguladoras generalmente no están sujetas a los objetivos del gobierno y, por lo tanto, a los cambios de administración, por lo que se esperaría que existiera mayor consistencia intertemporal en las decisiones de la institución, así como más certeza legal. No obstante, genera instituciones con mucho poder, por lo que el gobierno enfrenta dificultades ya que las instituciones poseen información superior acerca de sus decisiones de política. En el caso de México, parece ser que se está tratando de solucionar este problema con la decisión de regresar a las instituciones autónomas a las secretarías, además, resulta relevante la validación de cómo el uso de contrapesos en las instituciones reguladoras puede mejorar los resultados de bienestar en un momento donde la reforma a la Ley de la Industria Eléctrica parece favorecer la comunicación y

el privilegio por parte de la Comisión Reguladora de Energía (CRE) hacia la Comisión Federal de Electricidad (CFE), encargada de la generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica en el país.

Por otra parte es importante analizar si el contar con reguladores que se encarguen de tareas específicas realmente genera una mejora en los objetivos planteados por el gobierno. Lo anterior debido a que podría surgir un problema debido a que, el acercamiento de los reguladores con las empresas, podría generar incentivos por parte de las mismas instituciones o de las empresas que regulan a coordinarse para mejorar sus utilidades. Por lo tanto, si el tener reguladores aumenta el bienestar social, el gobierno debería plantearse una forma de generar incentivos para evitar que los reguladores sean capturados por distintos grupos de poder, en particular, las empresas.

En este sentido, se toma en cuenta el modelo de Laffont (2000), el cual introduce, en el modelo de regulación de principal-agente, un supervisor el cual ayuda a identificar la característica privada del agente lo cual genera un aumento en el bienestar social. Sin embargo, este supervisor genera un costo de transacción, debido a los incentivos que le debe dar el principal para evitar la colusión. Entonces el gobierno tiene la tarea de diseñar un mecanismo que logre evitar esta coordinación entre el agente y el supervisor pero que los incentive a realizar el esfuerzo óptimo. Por lo tanto, se realiza una simulación de este modelo considerando el sector de transmisión y distribución para mostrar que aún en la porción pública de la electricidad hay beneficios evitando la coordinación entre la CFE y la CRE.

La tesina está organizada de la siguiente forma: primero se presenta una revisión de modelos y literatura que considera el problema de diseño, captura e información asimétrica de instituciones reguladoras. En el capítulo 3 se presenta un recorrido histórico del Sistema Eléctrico Mexicano (SEM) y se presentan los principales cambios de la reforma a la Ley de la Industria Eléctrica (LIE) de 2021. En el capítulo 4 se presenta el modelo de Laffont (2000) usado para realizar las simulaciones. En el capítulo 5, se presentan las simulaciones y los resultados de estas. Al final se presentan las conclusiones.

Capítulo 2

Revisión de literatura

Uno de los principales debates que ha surgido dentro de la política económica es sobre el diseño de instituciones, en particular el diseño de las instituciones gubernamentales y el impacto que este diseño tiene en el desarrollo de un país. De acuerdo con Laffont (2005), el grado de centralización de las instituciones reguladoras y el grado de especialización de las agencias, se ha decidido sin mucha referencia a ninguna teoría de las instituciones. Tomando en cuenta cómo han ido evolucionando las instituciones reguladoras en distintas partes del mundo, podemos observar una trayectoria histórica de dependencia, es decir, las agencias generalmente se crean cuando las empresas o la presión pública lo demandan. México no parece ser la excepción, ya que muchas de las reformas que han surgido en los últimos años se han hecho debido a problemas de estabilidad y bienestar social, lo que ha ocasionado el cambio de la naturaleza jurídica de algunos organismos, de acuerdo con Banco de México (2020), a esta institución se le brindó autonomía y el objetivo prioritario de procurar la estabilidad de precios con un compromiso de largo plazo.

Además, de acuerdo con Rodríguez (2016), la entrada de México al mundo de los mercados eléctricos es tardía, ya que la mayoría de los mercados que operan en la actualidad fueron creados en la década de los noventa del siglo pasado. Las principales características de la entrada de México a mercados eléctricos fueron la desintegración vertical y horizontal del monopolio

público, la apertura a la competencia en los sectores de generación y comercialización de electricidad, además de la apertura a la inversión extranjera en toda la cadena de valor, lo cual derivó en un nuevo esquema organizacional y regulatorio, donde los principales cambios que se planearon fue la creación de un fondo y tres instituciones, el fortalecimiento de los órganos reguladores y la transformación de las empresas estatales de hidrocarburos y electricidad. Una de estas nuevas insituciones es el Centro Nacional de Control y Energía (Cenace), el cual tiene el control del sistema eléctrico, en particular para el despacho económico de carga y la operación del mercado mayorista.

De acuerdo con Saleth y Dinar (1999), a pesar de que México tiene un gobierno fuertemente centralizado, ha surgido una tendencia hacia la descentralización de las funciones, por ejemplo en el suministro de agua, donde apesar de que la gestión de los recursos es responsabilidad del gobierno federal, en la realidad muchas tareas son llevadas a cabo a nivel local. En este sentido, en México hay una descentralización de tareas en un país que está centralizado.

Laffont (2005) menciona que cuando los errores son muy costosos y los malos proyectos son bastante comunes, la centralización es mejor; por otro lado, la descentralización es favofable si los buenos proyectos de alto valor son comunes. Define un modelo donde hay dos tomadores de decisiones disponibles. Así, define a la centralización como un proceso de decisión jerárquico donde la toma de decisiones de aceptar un proyecto debe llevar la aceptación de ambos tomadores de decisión. Por otro lado, define la descentralización como una poliarquía, en la que un solo tomador de decisiones puede tomar la desición y, si este es rechazado, el otro tomador puede examinar la decisión. En este sentido, la mayor imperfección en la toma de decisiones y los mayores costos de comunicación favorecen la descentralización. Además, Stiglitz y Sah (1986), menciona que en países en desarrollo, la descentralización también se favorece debido a que el sistema de selección de autoridades centrales basado en el mérito será menos eficiente. Por otro lado, la falta de recursos humanos en instituciones de regulación, y el gran costo de oportunidad de estos recursos, favorece la centralización en la medida que existan economías de escala.

Por otro lado, Dixit (2009) establece que en las democracias y en las autocracias, los burócr-

tas son agentes de alto nivel y son necesarios para llevar a cabo ciertas funciones. Sin embargo, genera problemas de información asimétrica, en particular, problemas de riesgo moral y selección adversa. Además, establece que de acuerdo a la teoría de principal-agente, el principal debe dar una renta al agente para incentivarlo a hacer una acción deseada pero no observable y revelar su tipo de forma veraz. El no dar esta renta, genera costos en términos del objetivo de bienestar social, por lo que debe compensar la eficiencia económica con la pérdida de una renta para el agente y aceptar un segundo mejor resultado. Además, la información asimétrica entre agentes coludidos crea costos de transacción, que son beneficiosos para el principal y la separación de poderes puede diseñarse para que sea a prueba de colusión entre reguladores. Sin embargo, como mencionan Laffont y Martimort (1997), estas consideraciones debilitan el diseño institucional.

En este sentido, Laffont (2000) presenta un modelo de principal-agente, donde el gobierno es el principal y la empresa regulada es el agente en el cual introduce a un supervisor, basado en un modelo de Tirole. Establece el papel de los políticos como supervisores informados, en donde la introducción de este último es útil pues genera un aumento en bienestar social, siempre y cuando sea benevolente y no es tan útil cuando hay posibilidades de cooperación entre el supervisor y el agente y los costos de transacción de ser descubierta esta coordinación son bajos. En este sentido, la necesidad de políticos, que actúan como supervisores informados, surge debido a que la buena toma de decisiones sociales requiere información, sin embargo, la adquisición de esta información es una tarea especializada que requiere la participación de agentes particulares para realizarla. Tomando en cuenta lo anterior, el modelo planteado por Laffont (2000) establece la forma en la que el Estado debe ser diseñado para maximizar el bienestar social dada la necesidad de un político como supervisor.

Capítulo 3

Brevísima historia del Sistema Eléctrico Mexicano

En esta sección se presenta un breve recorrido sobre las principales fechas y eventos históricos que han ocurrido en el sector eléctrico mexicano. En la primera parte se presenta un panorama general de la evolución de este sector y cómo es que se llega a la estructura actual, considerando los principales actores que participan tanto en los procesos productivos de la electricidad: generación, transmisión, distribución y comercialización; así como las entidades que regulan este mercado y a las empresas que participan en ella. En la segunda parte se presenta un panorama general de cómo era el funcionamiento del sector con la reforma planteada en 2013-2014, y cuáles son los principales cambios que se dieron en la reforma a la industria eléctrica de 2020.

3.1. Evolución del sistema de energía eléctrica en México

A finales de 1960, se nacionalizó la industria eléctrica en México, regresando al Estado mexicano la exclusividad para generar, conducir y abastecer energía, con la finalidad de lograr independencia energética, así como aumentar el nivel de electrificación en el país. A través de la nacionalización, el suministro de electricidad en México se realizó como servicio público

integrado verticalmente desde la generación hasta la venta, y se estableció la exclusividad del Estado en la prestación del servicio Rodríguez (2016). Además, menciona que esta integración vertical funcionaba como un monopolio jurídico el cual fue operado por dos compañías: la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y la Compañía de Luz y Fuerza del Centro (LyFC), mientras que la participación del sector privado se restringió solo a la generación, pero para autoconsumo.

Este modelo operó hasta principios de los años noventa, donde, de acuerdo con Rodríguez (2016), se generó una modificación al marco jurídico se tal forma que se permitió la producción, la cogeneración, la producción independiente y la inversión foránea. Además, se menciona que se dio pauta a la generación de electricidad con fines distintos al servicio público. Esta modificación implicó que se diera preferencia a las centrales de ciclo combinado, en particular en el área de generación. Además, como menciona Rodríguez (2016), comenzó a desarrollarse un mercado a la par del servicio público en donde se encontraban generadores privados y grandes consumidores de electricidad los cuales utilizaban la red para transportar electricidad. Por otro lado, en 1992 a través de un mandato de la reforma a la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica se constituyó un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal, que es la Comisión Reguladora de Energía (CRE). Esta Comisión es una dependencia de la Administración Pública Federal centralizada, con carácter de Órgano Regulador Coordinado en Materia Energética, la cual está dotada de autonomía técnica, operativa y de gestión, y cuenta con personalidad jurídica propia y capacidad para disponer de los ingresos que deriven de las contribuciones y contraprestaciones establecidas por los servicios que preste conforme a sus atribuciones y facultades.

En 2009, se transfirieron los activos de LyFC a CFE por un decreto presidencial, lo cual consolidó el monopolio público en una sola empresa. De acuerdo con Hunt (2002), la CFE era la única empresa habilitada para comprar electricidad y revenderla, por lo que esta empresa cumplía tanto el papel de monopolio como de monopsonio, por lo que a este modelo se le denominó "modelo híbrido de comprador único". De acuerdo con Rodríguez (2016), el modelo

híbrido generó diversos beneficios como por ejemplo, .^{el} crecimiento de la electricidad proveniente de energías renovables, así como el suministro de electricidad suficiente y confiable para los usuarios conectados".

Sin embargo, como menciona Rodríguez (2016), la intervención del gobierno federal en las operaciones de la industria, particularmente en las del operador público, como la intervención en el proceso de planeación lo cual generó inversiones excesivas en el sector de generación, provocó que se realizaran propuestas para una liberalización avanzada. En este sentido, Rodríguez (2016) menciona que el origen central de los problemas en el sector eléctrico no se debía a la falta de recursos naturales, capital o conocimientos, sino de un conflicto originado por la no compatibilidad de objetivos de las autoridades tutelares con el desempeño de la CFE.

Así, en 2013-2014, con la reforma energética, se decidió cambiar totalmente el modelo a uno basado en la competencia. Sin embargo, como menciona Rodríguez (2016), esta reforma no consideró plantear mejoras al modelo híbrido que hasta ese entonces había funcionado, sino que se permitió la entrada al sector privado junto con el Estado, el cual participaba como empresario, inversionista y regulador de la industria. De acuerdo con la Secretaría de Gobernación (2020), algunas de las justificaciones de la reforma fueron que: " el 20 % de la generación para el servicio público se obtenía utilizando combustóleo y diésel, combustibles caros, ineficientes y contaminantes". Por otro lado, menciona que existían problemas para interconectar regiones con potencial de energías limpias debido a que la red de transmisión eléctrica en el país era insuficiente. Rodríguez (2016) menciona que, antes de esta reforma, la CFE tomaba el papel de juez y parte, y privilegiaba a ella misma para la entrada de lo que generaba de electricidad a la red de transmisión, a pesar de la vendía más cara que otros generadores. Algunas de las modificaciones que se plantearon en esta reforma fueron la desintegración vertical y horizontal de la CFE, la ampliación de la competencia en el sector de generación, la apertura a la inversión extranjera en toda la cadena de valor, además, se planteó un nuevo esquema organizacional y regulatorio, lo cual dio origen a un nuevo arreglo institucional por parte de la CRE, la cual tenía la finalidad de fortalecer el sistema energético de México y colocar al país de forma competitiva en el pa-

norama internacional energético, además de fomentar una mayor transparencia y rendición de cuentas en el sector de hidrocarburos.

Para principios del 2021, Vázquez (2021) menciona que se presentó una iniciativa para reformar la Ley de la Industria Eléctrica, la cual considera algunos cambios importantes en la operación del sistema eléctrico mexicano. De acuerdo con la iniciativa presentada por el Ejecutivo, la reforma representa un cambio en el paradigma en el aprovechamiento de recursos naturales del país, con el fin de potenciar y reflejar más y mejores beneficios para los ciudadanos. Además, se señala que esta reforma tiene como objetivo transformar y modernizar el modelo energético nacional que signifique mejores condiciones sociales y económicas, y un mercado eléctrico más sólido y competitivo que impulse el crecimiento económico del país. En general, Vázquez (2021) menciona que, el cambio que se propone en esta reforma es eliminar del enunciado que establece el régimen de libre competencia en los sectores de generación y comercialización de energía eléctrica, así como la eliminación del enunciado que establece el acceso abierto a la Red Nacional de Transmisión (RNT) y a la Red General de Distribución (RGD) y la sustituye por "cuando sea técnicamente factible".

3.2. Características de la reforma a la Ley de la Industria Eléctrica de 2021

Para entender las características de la reforma de 2021 es necesario identificar el funcionamiento del mercado eléctrico en México originado por la reforma de 2014. De acuerdo con Rodríguez (2016), la industria eléctrica antes de la reforma de 2014 consistía en un monopolio público verticalmente integrado encargado del suministro eléctrico en todo el país, este monopolio se encargaba de la generación de una parte de esta energía, sin embargo, el resto de la energía la realizaba mediante la compra a productores privados. Este modelo favoreció la intervención activa del gobierno federal en las actividades de la CFE. En este sentido, como se mencionó en la sección anterior, el problema central era institucional, pues existía una participación por parte

del Estado en decisiones operativas y de inversión, estableciendo tarifas y precios que no necesariamente seguían el objetivo de lograr la eficiencia de la CFE. En este contexto surgió la reforma de 2014 la cual planteaba principalmente que en los sectores de generación y comercialización se permitiera la libre competencia.

En este sentido, Vázquez (2021) menciona que se planteó la separación vertical de la CFE estableciendo un esquema en la producción de electricidad que se divide en generación, transmisión, distribución y comercialización, de las cuales, la transmisión y distribución constituyen el sector público y, en las dos restantes, se permitió la libre competencia. Otra característica de la reforma de 2014 es que permitió a las empresas generadoras pactar tanto el precio como la cantidad de energía, así como el periodo de entrega de la misma de forma discrecional y sin intervenciones a través de contratos de cobertura eléctrica.

Además, la reforma energética planteó la creación del Centro de Control Nacional de Energía (CENACE), el cual como menciona Vázquez (2021), es un organismo cuyo objetivo es controlar el Sistema Eléctrico Nacional, además de garantizar el acceso a la RNT y a la RGD a todas las empresas participantes de la industria. Por otro lado, el CENACE de encarga de la determinación de la asignación y el despacho de centrales eléctricas basándose, principalmente, en la seguridad de despacho y la eficiencia económica.

Tomando en cuenta lo anterior, la reforma de 2021 cambia el esquema de contrato, estableciendo un Contrato de Cobertura Eléctrica para la generación de energía con el fin de incluir una fecha determinada para la compra de energía. Debido a la dificultad de almacenar la energía eléctrica y a la intermitencia de tecnologías de generación como la eólica o la solar, este contrato sería imposible de cumplir por parte de los generadores que usan este tipo de tecnologías. Aunado a lo anterior, la reforma modifica el criterio por el cual el CENACE establece el despacho de energía eléctrica, el cual debe considerar los contratos de energía física, es decir, los contratos con fecha determinada.

De acuerdo con Vázquez (2021), otra de las modificaciones que se consideran en la reforma de 2021 es respecto a los criterios discrecionales con los que la CRE puede otorgar permisos

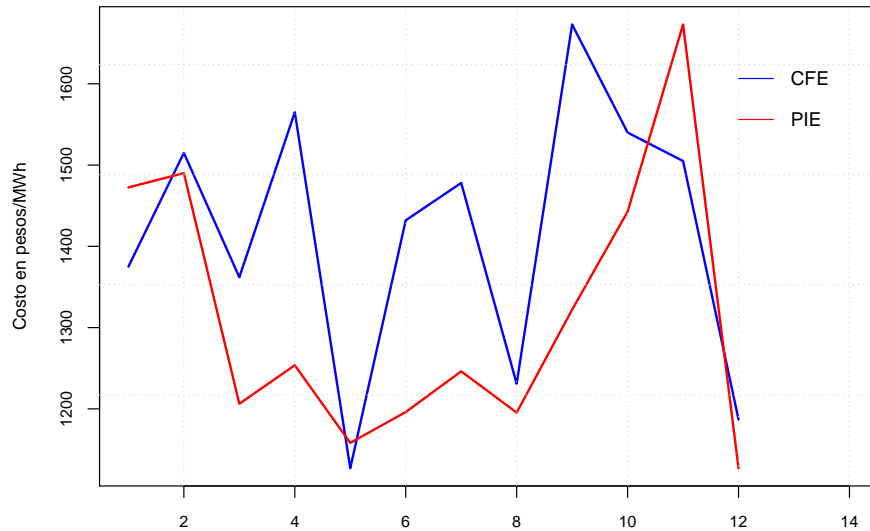
considerando los criterios de planeación del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) establecidos por la Secretaría de Energía (SENER). Esta última modificación, regresa al esquema que se tenía planteado antes de la reforma del 2014, lo que aumenta la posibilidad de una intervención por parte del Estado de forma discrecional y le resta autonomía y poder a la CRE.

3.3. Algunas posibles consecuencias de la Reforma a la Ley de Energía Eléctrica

La nueva forma de despacho de energía eléctrica favorece a las plantas generadoras de energía tradicionales desplazando a los generadores limpios y competitivos, los cuales generan energía más barata, debido a los costos unitarios con los que cuentan. Esto implicaría un aumento en los costos que enfrentarán los sectores de transmisión y distribución, así como un aumento de las emisiones productidas por el sector eléctrico. En este sentido, de acuerdo con Calvo Flores (2012), el despacho de energía basado en el modelo de orden de mérito, donde el operador del sistema despacha la energía empezando por las más baratas y continúa hasta satisfacer la demanda, muestra una estrategia para inducir mayor eficiencia en el submercado de generación y, por tanto, ofrecer precios más bajos.

Por otro lado, conceder criterios discrecionales con los que la CRE otorga y revoca permisos, la revisión de contratos de Productores Independientes de Energía (PIE) y la modificación del artículo 4 de la LIE que incluye el enunciado "cuando sea técnicamente factible" para la interconexión a las redes de transmisión y distribución, generan un ambiente de incertidumbre y genera desincentivos a nuevas inversiones, pero también establece una forma de comunicación y coordinación entre el regulador, que en este caso es la CRE, con la empresa con mayor poder en el sector, la CFE. De hecho, se plantea en la reforma el favorecer a las empresas de la CFE en el sector de generación lo cual podría incrementar la posibilidad del aumento de contratos laterales entre la CFE y la CRE reduciendo el poder de supervisión del regulador. De acuerdo con Laffont (2000), el Estado tiene tres formas principales que puede utilizar para evitar la colusión entre el

Figura 3.1: Costos unitarios de energía para el suministro básico de energía en 2020.



Fuente: Elaboración propia con datos de la CRE

regulador y la empresa lo cuales son: crear pagos de incentivos para el supervisor, disminuir el riesgo de colusión y aumentar los costos de transacción de la colusión. La primera parece no ser una opción debido a diversos factores, pero principalmente a la política de austeridad republicana, lo cual restringe los fondos que podrían estar disponibles para enfrentar el reto de la colusión. La segunda tampoco parece ser opción ya que la misma reforma parece aumentar la comunicación que existe entre los dos agentes. La última parece ser la opción más viable, fortaleciendo las instituciones encargadas de identificar y castigar de forma efectiva las posibles colusiones.

Capítulo 4

Modelo teórico

4.1. Modelo

Consideremos el modelo simple de supervisión propuesto por Laffont (2000), con tres agentes, el Estado, el Regulador y la empresa encargada de la producción de un bien público. En este modelo, el regulador actúa como un supervisor informado y el Estado diseña su estructura, considerando al regulador, de tal forma que maximice el bienestar social esperado.

De manera general, el modelo considera una empresa encargada de la provisión de un bien público, q , que tiene información privada en su función de costos, θ . El costo marginal θ puede tomar dos valores $\{\underline{\theta}, \bar{\theta}\}$ con probabilidades ν y $1 - \nu$ respectivamente. La empresa conoce su costo marginal, sin embargo, no es conocido por el Estado. Sea t la transferencia del gobierno a la empresa. Para garantizar la participación de la empresa se debe satisfacer una restricción de racionalidad individual para todos los valores del parámetro informativo θ :

$$U = t - \theta q \geq 0$$

El bien público genera una utilidad al consumidor de

$$S = S(q) - (1 + \lambda)t$$

El consumo de bien público genera una utilidad de $S(q)$ la cual es creciente ($S' > 0$) y cóncava ($S'' < 0$). Además, el financiamiento de la producción del bien público se realiza mediante el cobro de impuestos indirectos con un costo de λ .

El bienestar social se define como la suma del excedente del consumidor y el excedente del productor:

$$W = S + U = S(q) - (1 + \lambda)\theta q - \lambda U$$

Cuando el Estado conoce el tipo de la empresa, puede establecer el resultado óptimo que maximiza el bienestar social, entonces al resolver el problema obtiene:

$$S'(\underline{q}^*) = (1 + \lambda)\underline{\theta}$$

$$S'(\bar{q}^*) = (1 + \lambda)\bar{\theta}$$

Donde $\underline{q}^* > \bar{q}^*$. Además, no deja renta a la empresa, es decir:

$$\underline{t}^* = \underline{\theta}\underline{q}^*$$

$$\bar{t}^* = \bar{\theta}\bar{q}^*$$

Cuando no tiene información completa, cuando no conoce el tipo de la empresa, el problema del Estado es establecer el contrato apropiado que ofrecerá a la empresa para maximizar el bienestar social esperado. Por el principio de revelación sabemos que se puede obtener el mecanismo de revelación óptimo, mediante el par de contratos $(\underline{q}, \underline{t})$ y (\bar{q}, \bar{t}) , los cuales son compatibles en incentivos. En este sentido, para la compatibilidad de incentivos se debe cumplir:

$$\underline{U} \geq \bar{U} - \Delta\theta\bar{q}$$

$$\bar{U} \geq \underline{U} - \Delta\theta\underline{q}$$

Donde $\Delta\theta = (\bar{\theta} - \underline{\theta})$. Y las restricciones de racionalidad individual son:

$$\underline{U} \geq 0$$

$$\bar{U} \geq 0$$

El Estado debe elegir el par de contratos que maximice el bienestar social esperado sujeto a las restricciones de compatibilidad de incentivos y las de racionalidad individual. El par de contratos que incentive a la empresa a revelar el tipo de productividad y que le asegure un nivel de renta mayor o igual a cero. Entonces, obtenemos las siguientes condiciones:

$$S'(\hat{q}) = (1 + \lambda)\underline{\theta}$$

$$S'(\hat{q}) = (1 + \lambda)\bar{\theta} + \frac{\nu}{1 - \nu}\lambda\Delta\theta$$

Además, se generan las siguientes rentas:

$$\underline{t} = \Delta\theta\hat{q} + \underline{\theta}\hat{q}$$

$$\bar{t} = \bar{\theta}\hat{q}$$

Notemos que, a la empresa eficiente se le otorga una renta positiva ya que, si se le ofrece el contrato de información completa, la empresa eficiente tiene incentivos a hacerse pasar por una empresa ineficiente y así obtiene una utilidad mayor, ya que produce una cantidad menor. En otras palabras, para obtener una oferta compatible en incentivos, el Estado tiene que darle a la empresa una renta para que produzca q^* que sea tan alta que la empresa eficiente sea indiferente entre ese contrato y el contrato de información completa.

Ahora, introduciremos al regulador como supervisor. Supongamos que el regulador observa una señal verificable $\sigma = \underline{\theta}$ con probabilidad ξ . El regulador puede observar que la empresa es eficiente con probabilidad ξ y, con probabilidad $1 - \xi$ no recibe ninguna señal o recibe la señal de que la empresa es ineficiente ($\sigma = \emptyset$). Además, el regulador transmite el reporte r al Estado

donde $r = \sigma$ o $r \neq \sigma$

Si el regulador es benevolente y siempre transmite las señales verdaderas, cuando $\sigma = \underline{\theta}$, el Estado está completamente informado y selecciona el contrato de información completa $\underline{q} = q^*$ y $\underline{U} = 0$. Cuando ($\sigma = \bar{\theta}$), las creencias del Estado se actualizan mediante la regla de Bayes. La probabilidad de que la empresa sea eficiente condicional a ($\sigma = \bar{\theta}$) es:

$$\hat{\nu} = \frac{(1 - \xi)\nu}{1 - \xi\nu} < \nu$$

En este caso, con un regulador benevolente tenemos las siguientes condiciones:

$$S'(\underline{q}^{\bar{\theta}}) = (1 + \lambda)\underline{\theta}$$

$$S'(\bar{q}^{\bar{\theta}}) = (1 + \lambda)\bar{\theta} + \frac{(1 - \xi)\nu}{1 - \nu}\lambda\Delta\theta$$

Además, se generan las siguientes rentas:

$$\underline{t} = (1 - \xi)\nu\Delta\theta\bar{q}^{\bar{\theta}} + \underline{\theta}\underline{q}^{\bar{\theta}}$$

$$\bar{t} = \bar{\theta}\bar{q}^{\bar{\theta}}$$

En este caso, el regulador es útil pues disminuye el costo de información del bien público, ya que la renta esperada que debe ceder a la empresa ahora es $(1 - \xi)\nu\Delta\theta\bar{q}^{\bar{\theta}}$. Notemos que en este caso, la empresa eficiente tiene incentivos a ofrecerle al regulador un pago si este oculta su señal, pues así obtiene una renta mayor $\Delta\theta\hat{\bar{q}}$, lo cual representa el valor máximo que la empresa puede ofrecer como soborno al regulador, y esta representa un valor para el regulador de:

$$\frac{\Delta\theta\hat{\bar{q}}}{1 - \lambda_c}$$

En donde $\lambda_c > 0$ representa el costo de transacción de la transferencia lateral entre el regulador y la empresa, en otras palabras, refleja los riesgos de ser descubierto, las ineficiencias de negociación y los costos incurridos para evitar ser identificado.

En este sentido, el *timing* de esta interacción es el siguiente:

1. La empresa aprende θ .
2. El Estado ofrece contratos a la empresa y al regulador.
3. La empresa y regulador aprenden σ .
4. El regulador ofrece un contrato lateral a la empresa.
5. Los contratos son ejecutados.

Así, proveer incentivos al regulador puede prevenir la captura por la empresa. Suponemos que el pago de incentivos que realiza el Estado al regulador es $k\Delta\theta\bar{q}^0$, donde $k = \frac{1}{1-\lambda_c}$, cuando el regulador reporta la señal verificable $\underline{\theta}$. Además, el costo social de este pago es $\lambda\nu\xi k\Delta\theta\bar{q}^0$, es decir, el pago ocurre con probabilidad $\nu\xi$ y tiene un costo distributivo λ ya que el bienestar del regulador está incluido en la función de bienestar social.

Por lo tanto, el bienestar social esperado es:

$$\begin{aligned}
 W = & \nu\xi [S(\underline{q}^*) - (1 + \lambda)\underline{\theta}\underline{q}^*] \\
 & + (1 - \nu\xi) \left\{ \frac{(1 - \xi)\nu}{1 - \xi\nu} [S(\hat{q}^0) - (1 + \lambda)\underline{\theta}\hat{q}^0 - \lambda\Delta\theta\hat{q}^0] + \frac{(1 - \nu)}{1 - \xi\nu} [S(\hat{q}^0) - (1 + \lambda)\bar{\theta}\hat{q}^0] \right\} \\
 & - \lambda\nu\xi k\Delta\theta\bar{q}^0
 \end{aligned}$$

Donde:

$\nu\xi$: Es la probabilidad de que el Estado esté informado de que la empresa es eficiente.

$1 - \nu\xi$: Es la probabilidad de que el Estado no esté informado de que la empresa es eficiente.

Y obtenemos del proceso de optimización:

$$S'(\hat{q}^0) = (1 + \lambda)\underline{\theta}$$

$$S'(\hat{q}^\theta) = (1 + \lambda)\bar{\theta} + \frac{\lambda\nu}{1 - \nu}\Delta\theta[1 - (1 - k)\xi]$$

En este caso, el regulador es menos útil que cuando es benevolente, a menos que el costo de transacción de la transferencia lateral vaya a infinito ($\lambda_c \rightarrow \infty$). La capacidad del Estado de identificar la coordinación entre el regulador y la empresa es muy alta. Cuando el Estado no cuenta con mecanismos para identificar la coordinación ($\lambda_c \rightarrow 0$), entonces el regulador es inútil pues cuesta tanto como la disminución de la renta de la información que hace posible.

Así, podemos resumir los resultados sin regulador en la tabla 4.1. El resultado First-Best representa el resultado que el Estado puede alcanzar si conociera los costos de la empresa, por lo que este resultado representa la asignación de producción eficiente para cada una de las empresas que asegura el máximo bienestar social. Sin embargo, en la realidad, el Estado no conoce la información de la empresa, en particular los costos, por lo tanto, no puede establecer la asignación eficiente. En este caso, si se les ofrece a ambas empresas (eficiente e ineficiente) la asignación del First-Best, ambas elegirán la asignación ofrecida para la empresa ineficiente, pues la empresa eficiente tiene incentivos a hacerse pasar por ineficiente y obtiene una utilidad mayor. Por lo que el Estado tiene que dar una renta a la empresa eficiente de tal forma que lo desincentive a elegir la asignación de la empresa ineficiente.

Cuadro 4.1: Producción y renta para los dos tipos de empresa sin regulador

First-Best	Second-Best
$S'(\underline{q}^*) = (1 + \lambda)\underline{\theta}$ $\underline{t}^* = \underline{\theta}\underline{q}^*$	$S'(\hat{q}) = (1 + \lambda)\underline{\theta}$ $\underline{t} = \Delta\theta\hat{q} + \underline{\theta}\hat{q}$
$S'(\bar{q}^*) = (1 + \lambda)\bar{\theta}$ $\bar{t}^* = \bar{\theta}\bar{q}^*$	$S'(\hat{q}) = (1 + \lambda)\bar{\theta} + \frac{\nu}{1 - \nu}\lambda\Delta\theta$ $\bar{t} = \bar{\theta}\hat{q}$

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, en la tabla 4.2 se resumen las asignaciones y las rentas que se le dan a la empresa eficiente por parte del Estado cuando se incluye al regulador. En este caso, no solo se le reparte una renta a la empresa eficiente, también el Estado debe entregar una renta al regulador para evitar la coordinación entre el regulador y la empresa.

Cuadro 4.2: Producción y renta para los dos tipos de empresa con regulador.

Regulador Benevolente	Regulador
$S'(\underline{q}^0) = (1 + \lambda)\underline{\theta}$	$S'(\underline{\hat{q}}^0) = (1 + \lambda)\underline{\theta}$
$\underline{t} = (1 - \xi)\nu\Delta\theta\bar{q}^0 + \underline{\theta}q^0$	$\underline{t} = (1 - (1 - k)\xi)\nu\Delta\theta\hat{q}^0 + \underline{\theta}q^0$
$S'(\bar{q}^0) = (1 + \lambda)\bar{\theta} + \frac{(1-\xi)\nu}{1-\nu}\lambda\Delta\theta$ $\bar{t} = \bar{\theta}\bar{q}^0$	$S'(\bar{\hat{q}}^0) = (1 + \lambda)\bar{\theta} + \frac{\lambda\nu}{1-\nu}\Delta\theta[1 - (1 - k)\xi]$ $\bar{t} = \bar{\theta}\hat{q}^0$

Fuente: Elaboración propia

La ecuación de bienestar social con supervisor es con la que se hará la simulación. Esta ecuación nos da el bienestar social para cada valor de probabilidad. En este sentido, las variables y parámetros vienen mostrados en las tablas 4.3 y 4.4.

Cuadro 4.3: Parámetros para la simulación

Parámetros	
Costo de oportunidad de transacción de cobrar impuestos para la transferencia t	λ
Productividad de la empresa eficiente	$\underline{\theta}$
Productividad de la empresa ineficiente	$\bar{\theta}$
Costo de transacción de los contratos laterales	λ_c
Producción del bien público óptimo	q^*
Producción del bien público de la empresa eficiente	$\underline{\hat{q}}^0$
Producción del bien público de la empresa ineficiente	$\bar{\hat{q}}^0$

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4.4: Variables para la simulación

Variables	
Probabilidad de que la empresa sea eficiente	ν
Probabilidad de que el regulador identifique que la empresa es eficiente	ξ

Fuente: Elaboración propia

4.2. Estática comparativa

Tomando en cuenta la ecuación de bienestar social esperado considerando al regulador con la posibilidad de captura por parte de la empresa, evaluaremos en esta sección cómo se comporta el bienestar social ante cambios en las probabilidades, en particular, con la probabilidad de que la empresa sea eficiente (ν) y la probabilidad de que el regulador observe que la empresa es eficiente (ξ). Esto con la finalidad de identificar cómo se comporta el bienestar social ante cambios en la probabilidad de estar informado.

4.2.1. Probabilidad de que la empresa sea eficiente

Primero analizaremos el cambio del bienestar social ante cambios en la probabilidad de que la empresa sea eficiente, manteniendo lo demás constante. Notemos que podemos simplificar la ecuación de bienestar social a:

$$W = \nu\xi [S(\underline{q}^*) - (1 + \lambda)\underline{\theta}q^*] + (1 - \xi)\nu [S(\hat{q}^\theta) - (1 + \lambda)\underline{\theta}\hat{q}^\theta - \lambda\Delta\theta\hat{q}^\theta] \\ + (1 - \nu) [S(\hat{q}^\theta) - (1 + \lambda)\bar{\theta}\hat{q}^\theta] - \lambda\nu\xi k\Delta\theta\bar{q}^\theta$$

Así:

$$\frac{\partial}{\partial \nu} W = \xi [S(\underline{q}^*) - (1 + \lambda)\underline{\theta}q^*] + (1 - \xi) [S(\hat{q}^\theta) - (1 + \lambda)\underline{\theta}\hat{q}^\theta - \lambda\Delta\theta\hat{q}^\theta] \\ - [S(\hat{q}^\theta) - (1 + \lambda)\bar{\theta}\hat{q}^\theta] - \lambda\xi k\Delta\theta\bar{q}^\theta$$

Como en el óptimo tenemos que $\underline{q}^* = \hat{q}^\theta$ entonces:

$$\frac{\partial}{\partial \nu} W = S(\underline{q}^*) - (1 + \lambda)\underline{\theta}q^* - (1 - \xi)\lambda\Delta\theta\hat{q}^\theta - S(\hat{q}^\theta) + (1 + \lambda)\bar{\theta}\hat{q}^\theta - \lambda\xi k\Delta\theta\bar{q}^\theta$$

\Leftrightarrow

$$\frac{\partial}{\partial \nu} W = S(\underline{q}^*) - S(\hat{q}^\theta) - (1 + \lambda)[\underline{\theta}q^* - \bar{\theta}\hat{q}^\theta] - \lambda\Delta\theta\hat{q}^\theta(1 - (1 - k)\xi)$$

\Leftrightarrow

$$\frac{\partial}{\partial \nu} W = [S(\underline{q}^*) - (1 + \lambda)\underline{\theta}q^* - \lambda\Delta\theta\hat{q}^\theta] - [S(\hat{q}^\theta) - (1 + \lambda)\bar{\theta}\hat{q}^\theta] + \xi(1 - k)\lambda\Delta\theta\hat{q}^\theta$$

El primer y segundo términos de esta función representan el bienestar social que genera la empresa eficiente y el de la empresa ineficiente, respectivamente. Ambos son positivos. El tercer y último término de la función representa una combinación del cambio de la renta que se le da a la empresa eficiente para que realice la producción óptima y el cambio de la renta que se le da al regulador para incentivarlo a decir la verdad para evitar la coordinación la empresa, respectivamente. El segundo y tercer términos son positivos, sin embargo, el signo del primer término depende de la parte del pago que se le da a la empresa eficiente para no hacerse pasar por la empresa ineficiente ($\lambda\Delta\theta\hat{q}^\theta$). Si este pago es demasiado alto, el bienestar social es negativo. Entonces, el signo final de la derivada depende del valor de esta renta que se le da a la empresa eficiente. Si esta renta es demasiado alta, podría generar un bienestar negativo y por lo tanto que un aumento en la probabilidad de observar una empresa eficiente genere una disminución en el bienestar social. En este caso, se tendría que evaluar si realmente vale la pena incentivar a la empresa a revelar su tipo, pues el hacerlo resulta demasiado costoso, por lo que quizás sea mejor no realizar este pago y dejarla que se comporte como una empresa ineficiente.

Por lo tanto, en general el signo de esta derivada es positivo, por lo que un aumento en la probabilidad de que la empresa sea eficiente genera un aumento en el bienestar social. En otras palabras, el contar con una empresa que provea el bien público eficiente puede mejorar los resultados de bienestar social.

4.2.2. Probabilidad de que el regulador observe que la empresa es eficiente

Ahora analizaremos el cambio del bienestar social ante cambios en la probabilidad de que el regulador logre identificar a la empresa eficiente. Tenemos:

$$\frac{\partial}{\partial \xi} W = \nu [S(\underline{q}^*) - (1 + \lambda)\underline{\theta}\underline{q}^*] - \nu [S(\hat{q}^\theta) - (1 + \lambda)\underline{\theta}\hat{q}^\theta - \lambda\Delta\theta\hat{q}^\theta] - \lambda\nu k\Delta\theta\bar{q}^\theta$$

Como en el óptimo $\underline{q}^* = \hat{q}^\theta$ entonces:

$$\frac{\partial}{\partial \xi} W = \nu\lambda\Delta\theta\hat{q}^\theta - \lambda\nu k\Delta\theta\bar{q}^\theta$$

\Leftrightarrow

$$\frac{\partial}{\partial \xi} W = (1 - k)\nu\lambda\Delta\theta\hat{q}^\theta > 0$$

Entonces, un aumento en la probabilidad de que el regulador identifique que la empresa es eficiente genera un aumento del bienestar social. El contar con un regulador eficiente y capaz, que logre el objetivo de identificar el tipo de empresa a la que enfrenta mejora el bienestar social. Por lo tanto, el tener un regulador eficiente es útil.

La idea principal de este trabajo es lograr identificar si cuando mejoran ambas probabilidades, tanto la probabilidad de que la empresa sea eficiente (ν) como la probabilidad de que el regulador identifique que la empresa es eficiente (ξ), puede mejorar el bienestar social (W). Esto debido a que, como se mencionó anteriormente, el producto de ambas probabilidades ($\nu\xi$) indica la probabilidad de que el Estado esté informado de que la empresa es eficiente, y en este caso, puede establecer un contrato que logre el resultado óptimo. Esta probabilidad, $\nu\xi$, es importante ya que nos indica, qué tan eficiente es el regulador en obtener su objetivo, pero también nos indica el grado de coordinación que existe entre el regulador y la empresa. A pesar de que el regulador logre identificar que la empresa es eficiente, este podría tener incentivos de no reportarlo brindando un contrato lateral a la empresa si esta le da parte de la renta que recibe cuando

el Estado no conoce el tipo de empresa, es decir, cuando hay información asimétrica.

Capítulo 5

Simulación

En este capítulo se muestran los resultados de las simulaciones que se realizaron, además de los resultados encontrados. Se realizaron cuatro simulaciones, las primeras tres para validar los cambios en el bienestar social ante cambios en la probabilidad de que la empresa sea eficiente, la probabilidad de que el regulador identifique que la empresa es eficiente y la probabilidad de que el Estado esté informado sobre que la empresa es eficiente. La última simulación es para analizar los cambios en el bienestar social ante cambios en el costo de transacción de descubrir la colusión. Antes de mostrar las simulaciones para analizar lo que sucede con el bienestar en la industria eléctrica mexicana, particularmente en la transmisión de energía, se presentan los datos que serán utilizados.

5.1. Datos

Los datos provienen de distintas fuentes, esto debido a que se realizó el análisis comparando resultados de México con los otros países de la OCDE.

Para medir la producción de electricidad por parte del sector de transmisión, se consideró los datos de la capacidad instalada de transmisión y distribución. Los datos fueron adquiridos de los censos de la industria que realiza el INEGI cada 5 años, por lo que se tomaron en cuenta datos de 2004, 2009, 2014 y 2019. Los datos que se encuentran disponibles consideran la transmisión

y la distribución, los cuales son los sectores que corresponden a la porción pública del bien. Para realizar la comparación respecto a la capacidad instalada de países con otras productividades, se consideraron datos de la ODCE. Sin embargo, la capacidad instalada de transmisión y distribución varía dependiendo del tamaño del país, por lo tanto, para poder realizar una comparación entre las capacidades de los países se consideró la capacidad instalada per cápita, usando los datos de población del Banco Mundial.

Para los datos de la productividad de factores se consideraron nuevamente dos bases. Los datos sobre productividad total de factores de México se tomaron de INEGI. Para realizar una comparación de cómo se encuentra México en relación a otros países de la OCDE se consideró la base de este organismo sobre productividad de factores. Ver la tabla 5.6. Para todos los periodos, México se encuentra muy alejado de la productividad más alta y muy por debajo de la media. Por lo tanto, para el modelo, se considera a la CFE como una empresa con productividad baja. Para calcular los costos marginales, se dividió la capacidad total entre la productividad.

Cuadro 5.1: Productividad total de los factores.

Año	PTF Máxima	PTF Mínima	PTF México	Media	Desviación estándar
2004	122.83	-1.04	0.49	48.91	49.37
2009	115.48	-6.12	-3.86	46.70	50.36
2014	105.19	-0.67	-0.03	49.05	49.94
2019	107.66	-3.24	-0.68	48.37	51.64

Fuente: Elaboración propia con datos de OCDE e INEGI.

Para los demás parámetros los datos fueron nuevamente de distintas fuentes. Primero, para el parámetro de los impuestos, se consideró el promedio de cargo por energía consumida (\$/KWh) para el servicio doméstico de alto consumo. Luego, para los datos del costo de oportunidad de descubrir la coordinación entre el regulador y la empresa, se consideró el índice de Gobierno del Instituto Mexicano de Competitividad (IMCO) el cual considera distintos factores sobre el desarrollo del gobierno. Este índice se usó como *proxy* de la facilidad con la que el Estado puede identificar y castigar la coordinación entre la CRE y la CFE.

Por último, para la utilidad de los consumidores por el consumo de energía eléctrica, se

consideró la forma cuadrática del artículo de Niromandfam, Yazdankhah, y Kazemzadeh (2020) en la cual establece que la función de utilidad cuadrática es uno de los tipos más populares de función de utilidad que describe las preferencias de los clientes con una absoluta aversión al riesgo. La función propuesta es:

$$S(q) = -(1 - aq)^2$$

La cual es creciente ($S'(q) > 0$) y cóncava ($S''(q) < 0$). Asimismo, se usaron los valores de los parámetros que estos mismos autores calibran y utilizan para el sector eléctrico.

5.2. Simulaciones

Para las simulaciones se utilizó la ecuación de bienestar social con un supervisor vista en el capítulo 4. Simplificando esta ecuación tenemos:

$$W = \nu \left[S(\underline{q}^*) - (1 + \lambda)\underline{\theta}\underline{q}^* - \lambda\Delta\theta\hat{\underline{q}}^\theta \right] + (1 - \nu) \left[S(\hat{\underline{q}}^\theta) - (1 + \lambda)\underline{\theta}\hat{\underline{q}}^\theta \right] + \nu\xi(1 - k)\lambda\Delta\theta\hat{\underline{q}}^\theta$$

En esta se incluyó como la producción óptima (\underline{q}^*) la capacidad instalada per cápita del país con la productividad de factores mayor y, para la producción de la empresa ineficiente ($\hat{\underline{q}}^\theta$), la capacidad instalada per cápita de México, así como los costos marginales $\{\underline{\theta}, \bar{\theta}\}$ para cada caso.

Se realizaron cuatro simulaciones. Primero se hicieron simulaciones para validar cómo es la función de bienestar social respecto a las probabilidades, es decir, cómo cambia el bienestar social cuando cambia la probabilidad de que la empresa sea eficiente (ν), cuando cambia la probabilidad de que el regulador identifique que la empresa es eficiente (ξ) y, quizás el más importante, cuando cambia la probabilidad de que el Estado esté informado sobre el tipo de la empresa ($\nu\xi$). Lo anterior con la finalidad de validar como es que el uso de contrapesos puede ayudar a asegurar que se cumplan los objetivos de bienestar social. Es otras palabras, es importante identificar si el uso de un regulador como supervisor puede mejorar el bienestar

social, pero no solo eso, también si el regulador es eficiente y logra identificar el tipo de la empresa.

Cuadro 5.2: Resultados de la simulación para la probabilidad de que CFE sea eficiente, ν

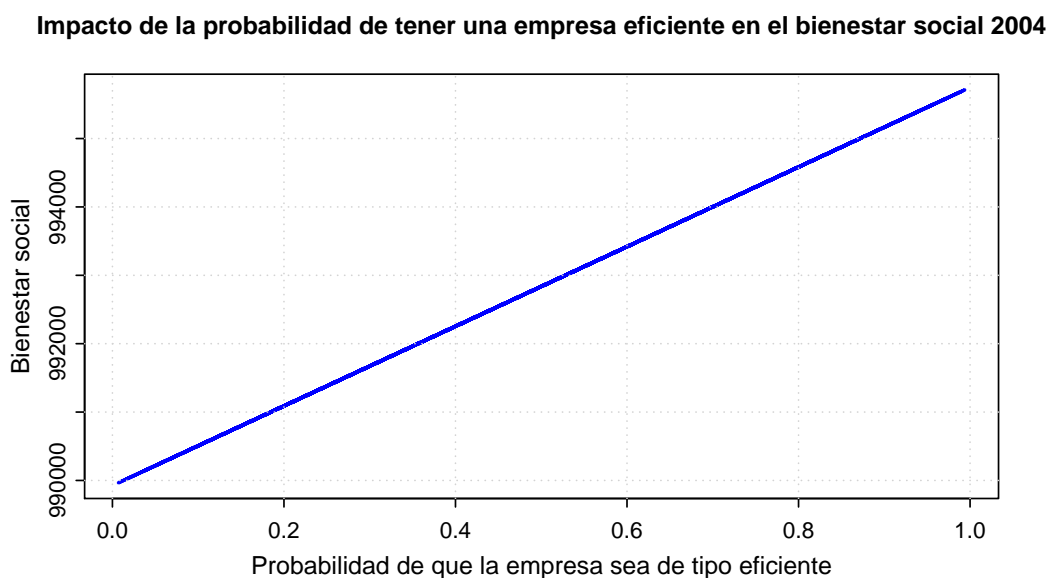
Año	Probabilidad	Bienestar social (En millones)
2004	0.2	991,089
	0.7	994,001
2009	0.2	997,664
	0.7	998,423
2014	0.2	805,622
	0.7	869,267
2019	0.2	981,466
	0.7	987,376

Fuente: Elaboración propia

Para la primera simulación los resultados se sintetizan en la tabla 5.2. Notemos que el bienestar social aumenta cuando aumenta la probabilidad de que la empresa que provee la electricidad sea eficiente. Podemos ver en la figura 5.1 que esto ocurre para toda $\nu \in (0, 1)$ en 2004 y esto mismo ocurre para todos los periodos. Este resultado es importante pues nos indica que el invertir en mejorar las redes de transmisión y distribución, o mejorar los arreglos institucionales dentro de la CFE podría generar un aumento en el bienestar social. Además, observemos que en 2014 se presenta el nivel más bajo de bienestar, sin embargo, para 2019 vuelve a aumentar. Esto se podría explicar debido a que, como menciona Vázquez (2021), de 2015 a 2018, la inversión extranjera creció a un ritmo promedio anual de 80 % y, en particular, el monto de inversión extranjera hacia el sector de electricidad alcanzó un máximo de 4 mil 998 millones de dólares en 2018, 465 % superior con respecto a 2013.

En la segunda simulación, se tomó en cuenta cómo la probabilidad de que el regulador (CRE) pueda identificar si la empresa (CFE) es eficiente. Los resultados se muestran en la tabla 5.3. En esta, nuevamente tenemos que el bienestar social aumenta cuando aumenta la probabilidad de que la CRE identifique si la CFE es eficiente. Si la CRE es más eficiente identificando el tipo de empresa que es CFE, entonces se puede asegurar más fácilmente el objetivo de bienestar social.

Figura 5.1: Resultado de la simulación para la probabilidad de que CFE sea eficiente, ν



Fuente: Elaboración propia

Notemos que este resultado tiene un impacto en la forma en la que se diseña la CRE, pues, de acuerdo con el resultado, fortalecer a la CRE podría tener un beneficio positivo en el bienestar.

Cuadro 5.3: Resultados de la simulación para la probabilidad de que la CRE identifique la eficiencia de la CFE, ξ

Año	Probabilidad	Bienestar social (En millones)
2004	0.2	991,614
	0.7	993,651
2009	0.2	997,801
	0.7	998,332
2014	0.2	817,110
	0.7	861,608
2019	0.2	982,492
	0.7	986,693

Fuente: Elaboración propia

Esto se podría lograr incrementando la calidad del capital humano que participa en el regulador, así como mejorando los procesos de vigilancia sobre la CFE. Como menciona Laffont

(2000), es difícil imaginar casos en los que el regulador a veces pueda obtener una prueba verificable del tipo de la empresa sin asumir que la empresa siempre puede proporcionar dicha prueba. Pero entonces el Estado puede fácilmente obligar a la empresa a proporcionar esta información bajo la amenaza de no contratar. Sin embargo, con el regulador, se puede obtener una mejora en el bienestar social con un costo menor como lo podemos ver en la tabla 5.4, en donde para 2009, tenemos que el bienestar social es mayor para los casos donde se incluye al regulador.

Cuadro 5.4: Resultados de bienestar social con y sin regulador

Año	Probabilidad	BS sin regulador (En millones)	BS con regulador (En millones)
2009	0.1	997,406	997,513
	0.5	997,588	998,119
	0.9	997,770	998,726

Fuente: Elaboración propia

En una tercera simulación se validaron los cambios en el bienestar social ante cambios en la probabilidad de que el Estado esté informado sobre el tipo de la empresa eficiente. Se pueden observar algunos resultados de esta simulación en la tabla 5.5. En este caso, nuevamente tenemos que el bienestar social aumenta cuando aumenta la probabilidad de que el Estado esté informado. En otras palabras, el contar con una empresa y un regulador eficientes ayudan a asegurar que se cumplan los objetivos de bienestar social. Sin embargo, hay otro resultado importante aquí, ya que, a pesar de que, tanto la CFE como la CRE sean eficientes, si estas logran coordinarse con efectividad, la probabilidad de que el Estado esté informado puede disminuir, es decir, la captura regulatoria podría disminuir el bienestar social.

Este resultado se puede verificar también cuando disminuye la capacidad de que el Estado logre identificar estos contratos laterales o si existe captura regulatoria. Por lo que es importante asegurar que exista un distanciamiento entre ambos agentes.

Para identificar cómo la eficiencia del Estado en identificar la coordinación entre el regulador y la empresa tiene implicaciones en el bienestar social, se realizó una simulación cambiando el parámetro del costo de transacción de las transferencias laterales (λ_c). Este parámetro refleja los

Cuadro 5.5: Resultados de la simulación para la probabilidad de que el Estado esté informado de la productividad de CFE, ν y ξ

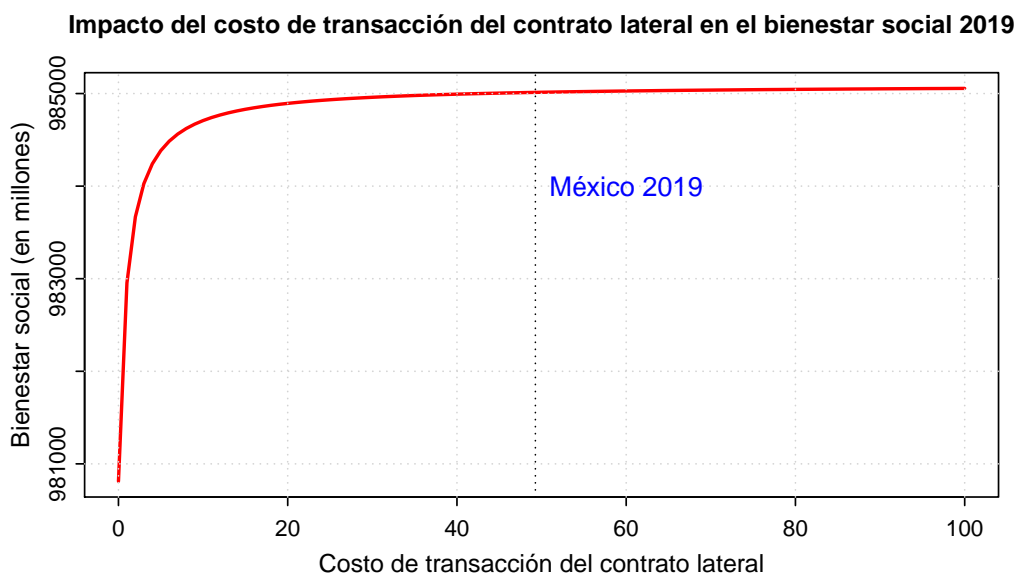
Año	Probabilidad	Bienestar social (En millones)
2004	0.2	991,089
	0.7	994,001
2009	0.2	997,664
	0.7	998,423
2014	0.2	805,622
	0.7	869,267
2019	0.2	981,466
	0.7	987,376

Fuente: Elaboración propia

riesgos de ser descubierto, las ineficiencias de la negociación y los costos incurridos para evitar ser identificados. En este sentido, la idea es validar qué sucede con el bienestar ante cambios en este parámetro. Como se consideró el dato del índice de gobierno del IMCO, un parámetro que indica que tan eficiente es el Estado en identificar la coordinación para medir el riesgo que corren los agentes al realizar estos contratos laterales, los cambios en esa variable nos pueden indicar si, mejorar la eficiencia de las instituciones que se encargan de vigilar que el desempeño de los reguladores sea el correcto o generando mecanismos de rendición de cuentas, puede mejorar los resultados obtenidos de bienestar social.

En la figura 5.2 se puede ver como el bienestar social aumenta cuando aumenta el costo de transacción de los contratos laterales para el año de 2019. Se puede observar como para valores pequeños de este costo de transacción el bienestar aumenta de forma acelerada, sin embargo, para valores más grandes, apesar de que sigue siendo creciente, un aumento de este costo genera un aumento de bienestar cada vez menor. A pesar de lo anterior, notemos que la mejora de este parámetro genera una mejora de bienestar, en otras palabras, mejorar la eficiencia de las instituciones que vigilan el desempeño de los reguladores o mejorando los mecanismos de rendición de cuentas, de acuerdo con el modelo, podría generar un aumento en los objetivos de bienestar social en el país. En este caso, como se mencionó anteriormente, el índice que se tomó para este costo de transacción para México fue el índice de gobierno del IMCO, el cual

Figura 5.2: Resultado de la simulación para el costo de transacción de los contratos laterales, λ_c



Fuente: Elaboración propia

no menciona si existe un parámetro máximo o mínimo para comparar esta medición, por lo que para la simulación se consideró el comportamiento de 0 a 100 en este índice. En los anexos se puede observar lo que sucede para una simulación entre 0 y 200, así como el comportamiento del bienestar social para los demás años.

En general, el bienestar social es creciente para las cuatro simulaciones realizadas. Sin embargo, es importante validar si para los datos de México tener a un regulador mejora los resultados de bienestar social, además de cómo cambian los costos de las rentas que tiene que pagar el Estado, tanto a la empresa eficiente para no comportarse como una empresa ineficiente, como al regulador para evitar la coordinación o captura por parte de la empresa. En la tabla 5.6 se pueden observar los resultados de bienestar social y de los costos en los que incurre el Estado al incluir a un regulador para el 2019.

En las primeras dos filas los resultados de bienestar social cuando no hay un regulador. La primera, en particular, muestra el resultado de la asignación óptima que maximiza el bienestar

Cuadro 5.6: Resultados en millones de la simulación $\nu = 0,9$ para 2019.

	Bienestar Social	Costo
First-Best	997,610	0
Second-Best	982,179	15,430
Regulador ($\xi = 0,1$)	983,691	15,633
Regulador ($\xi = 0,5$)	989,741	9,583
Regulador ($\xi = 0,9$)	995,790	3,534

Fuente: Elaboración propia

social cuando el Estado conoce los costos de la empresa (CFE), por lo tanto, esta columna nos muestra, para los datos de México, el bienestar máximo que puede alcanzar el Estado, siendo el punto que se desea alcanzar sin incurrir en costos. Sin embargo, en la realidad esto no ocurre, pues el Estado no conoce los costos de la empresa, por lo que lo mejor que puede hacer una asignación *second-best*, lo cual reduce el bienestar social y, además, tiene que entregar una renta a la empresa eficiente para que no se desvíe, lo que le genera un costo al Estado. Las últimas filas consideran el resultado de bienestar social ante distintas probabilidades correspondientes a la eficiencia del regulador. Nótese que, tener un regulador poco eficiente ($\xi = 0,1$) aumenta el bienestar social en comparación con el resultado sin regulador, sin embargo, el costo asociado aumenta. Por lo que mantener a un regulador ineficiente, a pesar de tener una mejora en bienestar social, le resulta costoso al Estado. No obstante, mientras más eficiente el regulador, el resultado de bienestar social se acerca al óptimo (*first-best*) y esto se puede alcanzar a un costo menor que en el caso de un regulador poco eficiente. En otras palabras, tener un regulador no solo mejora los resultados de bienestar social, sino que estos se alcanzan por un costo menor para el Estado.

Cuadro 5.7: Costos en millones para $\nu = 0,9$ y $\xi = 0,9$ para 2019.

Regulador	Costo
$\lambda_c = 20$	3,918
$\lambda_c = 49,27$	3,534
$\lambda_c = 90$	3,410

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, como se mencionó anteriormente, mientras más eficiente sea el Estado en

identificar la coordinación entre el regulador (CRE) y la empresa (CFE) mayor será el bienestar social. Sin embargo, como se observa en la tabla 5.7, los costos en los que incurre el Estado disminuyen cuando los costos de transacción de descubrir los contratos laterales entre CRE y CFE aumentan. Por lo que contar con instituciones que vigilen la coordinación entre los agentes eficientes puede reducir los costos que se pagan para evitar esta coordinación. Algunos de los mecanismos de vigilancia hacia el regulador pueden ser la transparencia y la rendición de cuentas que tiene el regulador hacia el Estado, por lo que el diseño de los reguladores enfocados en fortalecer estos mecanismos puede mejorar el bienestar social, a un costo menor.

Capítulo 6

Conclusiones

En este trabajo se realizaron simulaciones basadas en el modelo de supervisión propuesto por Laffont (2000), las cuales tienen como finalidad verificar cómo los resultados mostrados por el modelo pueden explicar lo que sucede en el mercado de electricidad en México, en particular en el sector de transmisión y distribución de energía. Se realizaron las simulaciones para cuatro años en particular (2004, 2009, 2014, 2019), debido a la disponibilidad de datos.

Podemos observar que para los cuatro periodos los resultados coinciden con lo expuesto en el modelo de supervisión. Hay cuatro resultados importantes. En el primero, un aumento en la probabilidad de que la empresa, en este caso la CFE, sea eficiente genera un aumento en el bienestar social. Un aumento en la eficiencia de la CFE puede generar incrementos de bienestar social, esto debido a que mejora la producción de electricidad, en este caso, la capacidad instalada de transmisión y distribución, lo que implica un aumento en la utilidad de los consumidores.

El segundo resultado importante es con respecto a la probabilidad de que la CRE identifique la productividad de la CFE. En este caso, la simulación muestra que ante aumentos en la probabilidad de que la CRE identifique la eficiencia de la CFE genera un aumento en el bienestar social. Mientras más eficiente o capaz sea la CRE en identificar si la CFE es eficiente o no, mejores serán las posibilidades de que se puedan asegurar los objetivos de bienestar social. Para los cuatro periodos esta relación se cumple.

Para el tercer resultado, tenemos que un aumento en la probabilidad de que el Estado este informado de la productividad de la CFE tiene un impacto positivo en los resultados de bienestar. Un aumento en la probabilidad de que el regulador dé un reporte verdadero sobre el tipo de la empresa, pero sobretodo si logra identificar que la empresa es eficiente mejora las posibilidades que se puedan asegurar los objetivos de bienestar social. Este resultado es interesante pues, el hecho de que el Estado esté informado sobre el tipo de la CFE se debe a dos factores principalmente. El primero es que la CRE sea posible de identificar la eficiencia de la CFE, como en el resultado anterior, esto se debe a qué tan capaz es la CRE de lograr sus objetivos, por lo que mejorar a este regulador puede generar efectos positivos a la sociedad. El segundo factor depende de qué tanta captura puede existir por parte de la CFE hacia la CRE, es decir, a pesar de que se pueda contar con un regulador capaz, este podría no reportar de forma veráz si la empresa es eficiente, por lo que resulta importante que el Estado logre establecer un esquema de incentivos de tal forma que pueda evitar esta captura por parte de grupos de poder. En este sentido, no sólo es necesario fortalecer las instituciones, en este caso a la CRE, sino también generar los incentivos suficientes para evitar que la empresa o grupos de poder logren que la captura regulatoria sea efectiva. Esto resulta relevante en el contexto actual de México, pues la reforma a la LIE genera muchos incentivos de coordinación entre la CRE y la CFE, ya que el cambio en la forma de despacho relega a los generadores limpios y competitivos, principalmente propiedad de empresas privadas, a favor de plantas de generación tradicionales las cuales son propiedad de la CFE. Por otro lado, la Ley de Austeridad Republicana podría generar una pérdida de capital humano en la CRE, lo cual podría tener un impacto en la eficiencia del regulador, así como un impacto en la captura por parte de grupos de poder, los cuales, como se menciona anteriormente, pueden disminuir la probabilidad de que el Estado esté informado ($\nu\xi$) y, por tanto, el bienestar social.

El cuarto resultado importante tiene que ver con los costos de transacción de los contratos laterales y cómo el aumentar estos costos podría evitar la coordinación entre la CRE y la CFE, lo cual tendría un efecto positivo en el bienestar social. Aumentar la capacidad de que el Estado

pueda identificar la coordinación entre los agentes, puede aumentar el bienestar social, esto debido a que se vuelve más riesgoso realizar algún contrato lateral por lo que se podría desincentivar a los agentes a realizar estos contratos.

A pesar de tener resultados importantes, la simulación del modelo cuenta con algunas limitaciones. La primera es que no se considera el sector de generación de energía, el cual fue el principal sector con modificaciones importantes en la reforma a la Ley de la Industria Eléctrica, ya que en este mercado la electricidad no se considera un bien público, como lo considera el modelo de supervisión. Por otro lado, no hay mucha literatura que considere un parámetro de costo de transacción de contratos laterales, lo cual, a pesar de la variable de gobierno usado para aproximar este costo de transacción y se realizó una simulación para distintos valores del mismo, podría mejorar el análisis la introducción de un parámetro más cercano a lo que este costo mide de acuerdo al modelo. En este sentido, una idea para trabajos futuros podría ser el adaptar el modelo a bienes privados para poder analizar los efectos del uso de contrapesos en asegurar que se cumplen los objetivos de bienestar social.

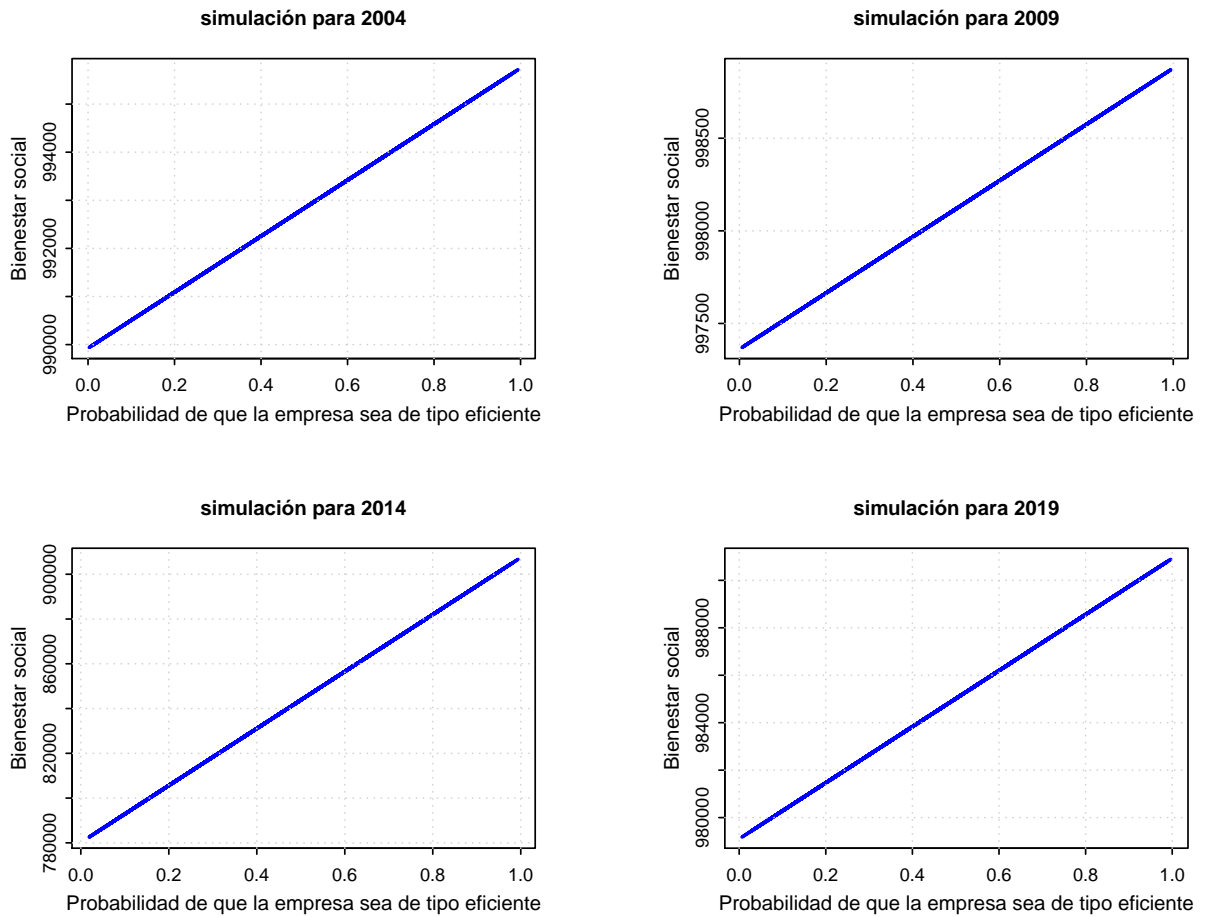
Capítulo 7

Apéndice

Se presentan las gráficas de las simulaciones para los 4 años.

Simulación 1. Probabilidad de que la CFE sea eficiente (ν):

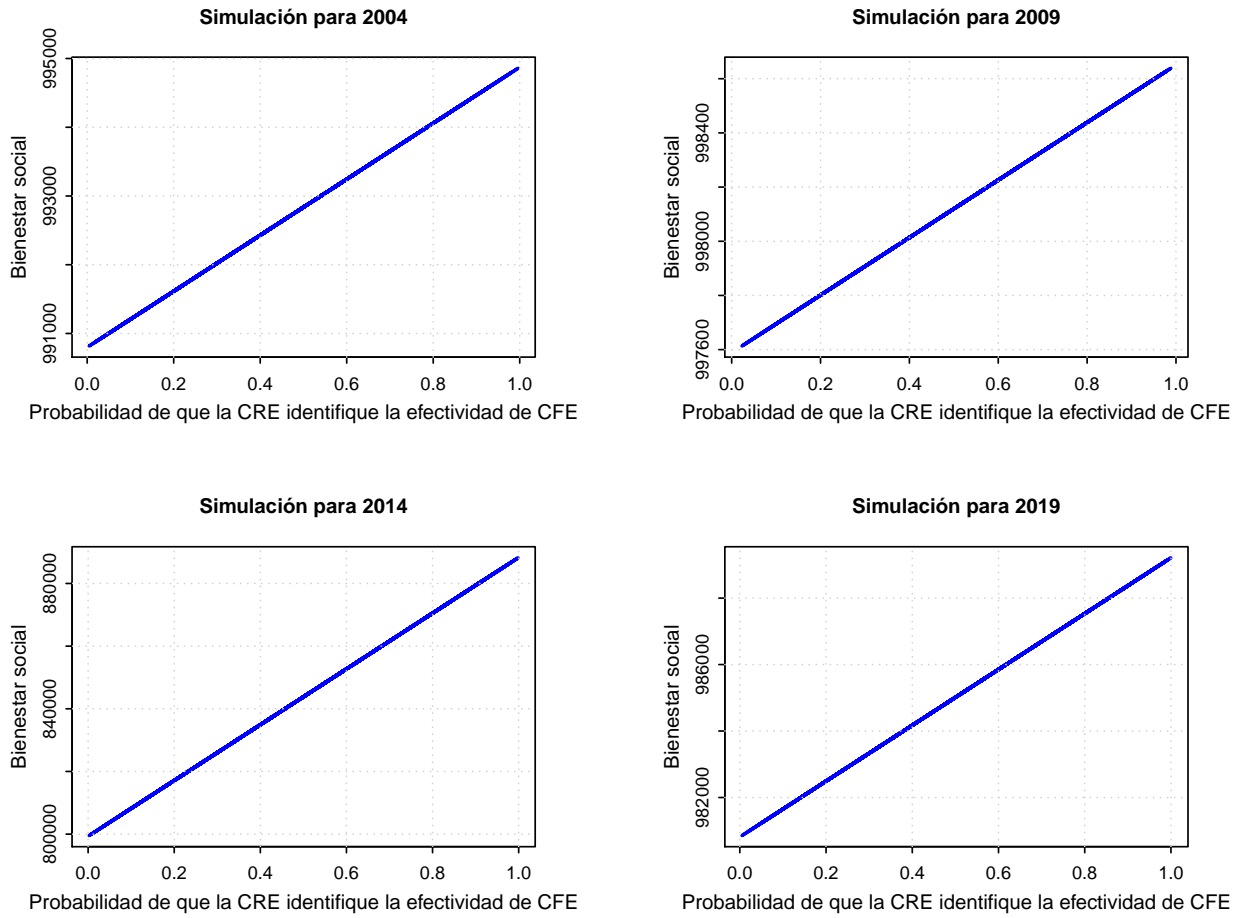
Figura 7.1: Resultado de la simulación para la probabilidad de que la CFE sea eficiente, ν



Fuente: Elaboración propia

Simulación 2. Probabilidad de que la CRE identifique si la CFE es eficiente (ξ):

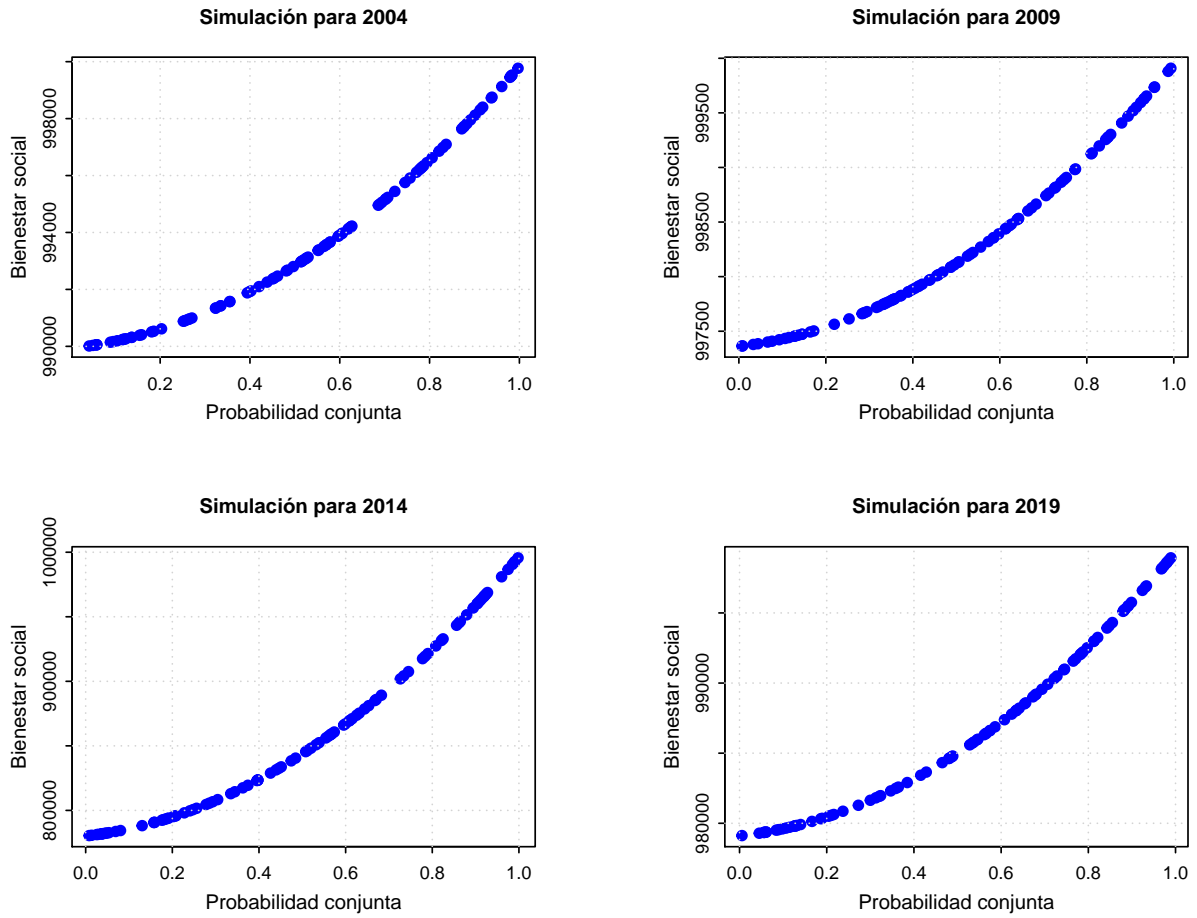
Figura 7.2: Resultado de la simulación para la probabilidad de que la CRE identifique si la CFE es eficiente, ξ



Fuente: Elaboración propia

Simulación 3. Probabilidad de que el Estado esté informado de que la CFE es eficiente ($\nu\xi$):

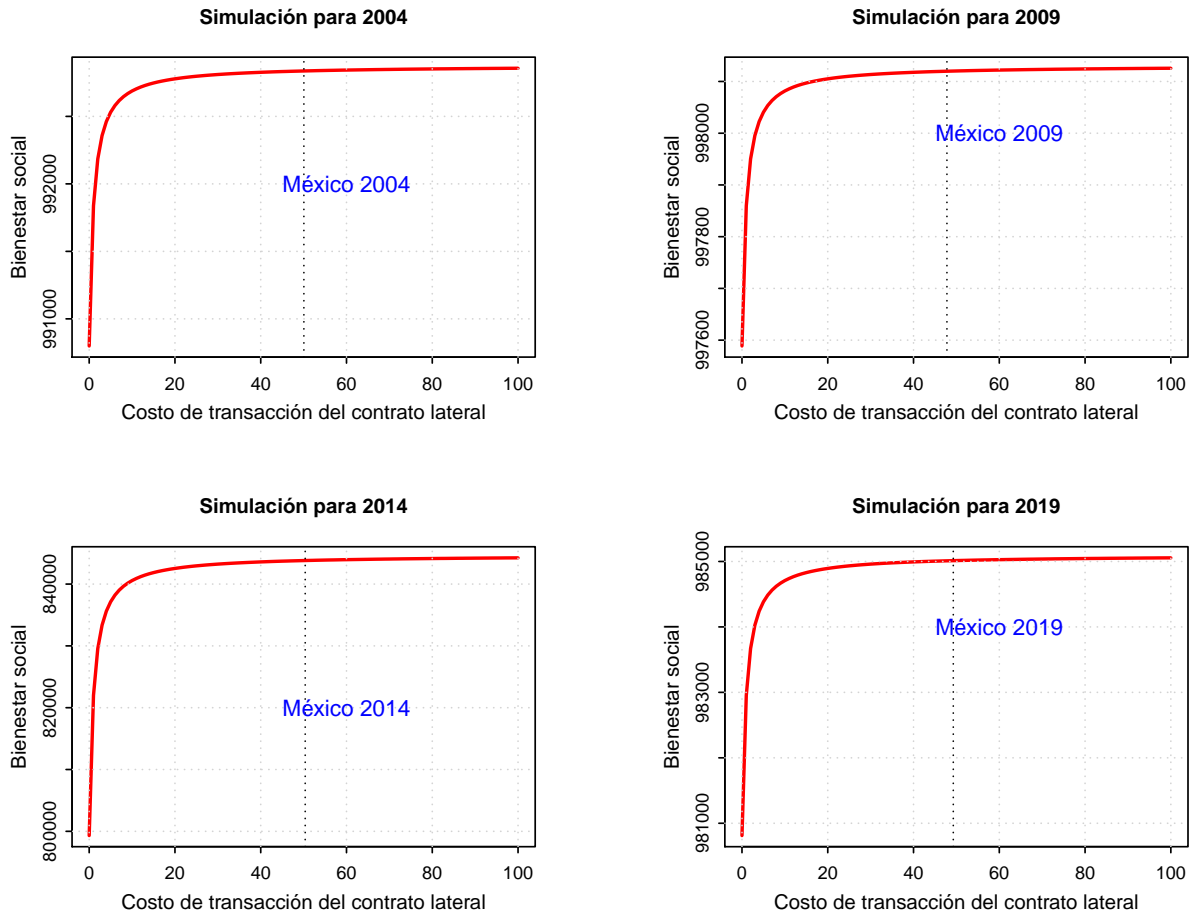
Figura 7.3: Resultado de la simulación para la probabilidad de que el Estado esté informado de que la CFE es eficiente, $\nu\xi$



Fuente: Elaboración propia

Simulación 4. Costo de transacción de descubrir la coordinación entre CRE y CFE para valores de $\lambda_c \in [0, 100]$:

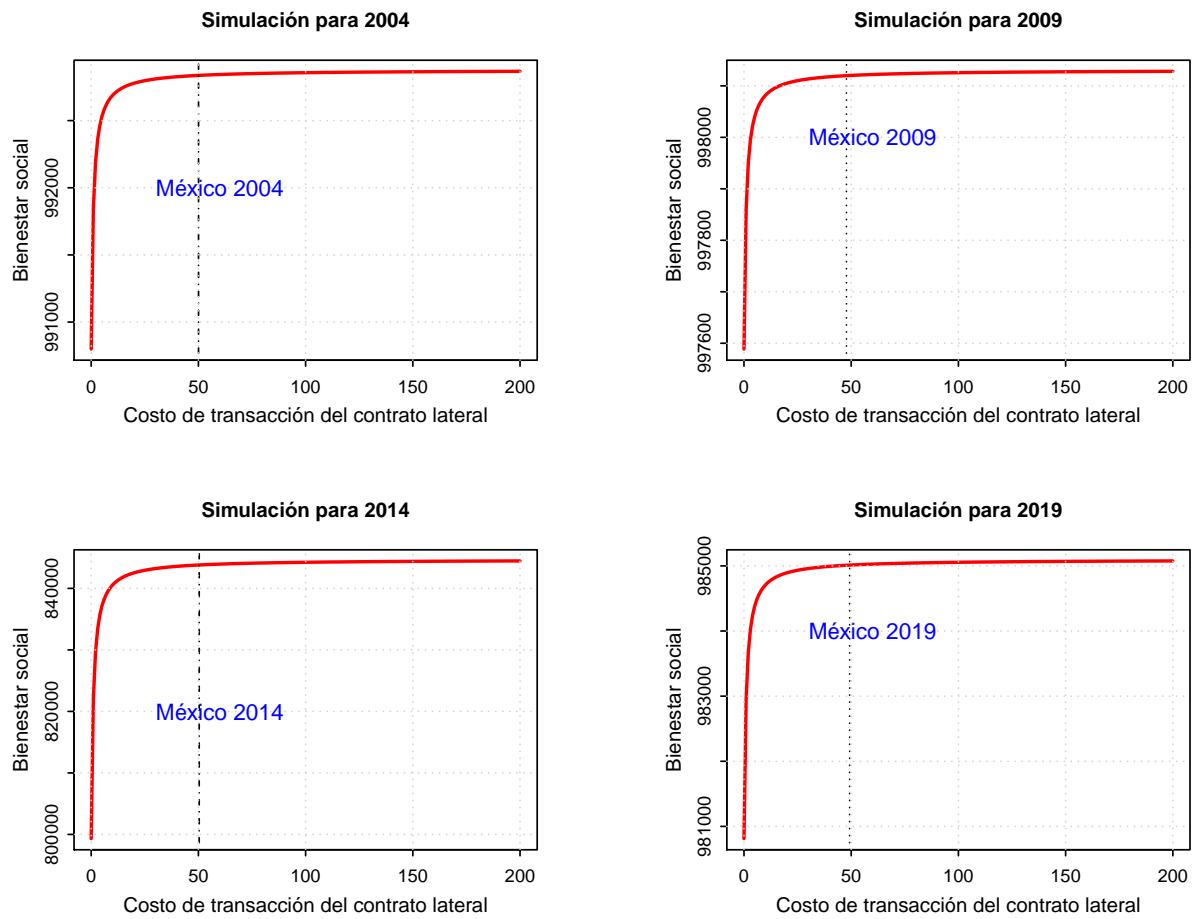
Figura 7.4: Resultado de la simulación para el costo de transacción de descubrir la coordinación entre CRE y CFE, $\lambda_c \in [0, 100]$



Fuente: Elaboración propia

Simulación 4. Costo de transacción de descubrir la coordinación entre CRE y CFE para valores de $\lambda_c \in [0, 200]$:

Figura 7.5: Resultado de la simulación para el costo de transacción de descubrir la coordinación entre CRE y CFE, $\lambda_c \in [0, 200]$



Fuente: Elaboración propia

Referencias

Banco de México. (2020). *Banco de México: 25 años de autonomía. transparencia y confianza*. Recuperado de: <https://www.banxico.org.mx/conociendo-banxico/autonomia-funciones-banco-m.html>

Calvo Flores, A. (2012). *La tarifa óptima de generación en México. estimación del modelo de orden de mérito: 2002-2010* (Tesis de Maestría). Recuperado de: <http://mobile.repositorio-digital.cide.edu/handle/11651/2382>

Dixit, A. (2009). *Democracy, autocracy, and bureaucracy*. Recuperado de: <https://www.princeton.edu/~dixitak/home/DeAuBu04.pdf>

Hunt, S. S. G. (2002). *Making competition work in electricity*. London: John Wiley & Sons.

Laffont, J.-J. (2000). *Incentives and political economy*. Oxford University Press.

Laffont, J.-J. (2005). *Regulation and development*. Cambridge University Press.

Laffont, J.-J., y Martimort, D. (1997). Collusion under asymmetric information. *Econometrica*, 65, 875-911.

Motta, M., y Peitz, M. (2019). *Challenges for EU merger control* (Informe de Discusión No. 077). Deutsche Forschungsgemeinschaft. Recuperado de: https://www.wiwi.uni-bonn.de/bgsepapers/boncrc/CRCTR224_2019_077.pdf

Niromandfam, A., Yazdankhah, A. S., y Kazemzadeh, R. (2020). Designing risk hedging mechanism based on the utility function to help customers manage electricity price risks. *Electric Power Systems Research.*, 185. Recuperado de: doi:10.1016/j.epsr.2020.106365

Rodríguez, V. P. (2016). Industria eléctrica en México: tensión entre el estado y el mercado. *Revista Problemas del Desarrollo*, 185(47).

Saleth, R. M., y Dinar, A. (1999). Water challenge and institutional response: A cross-country perspective. *Research Policy Working Paper, 2161, Washington, DC: World Bank.*

Secretaría de Gobernación. (2020). *Reforma energética: Resumen ejecutivo.* Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/164370/Resumen_de_la_explicacion_de_la_Reforma_Energetica11_1_.pdf

Stiglitz, J. E., y Sah, R. K. (1986). The architecture of economic systems: Hierarchies and polyarchies. *American Economic Review*, 76, 716-727.

Tirole, J. (2017). *Economics for the common good.* Translated by Steven Rendall. Princeton University Press.

Vázquez, J. T. (2021). *Iniciativa de reforma a la ley de la industria eléctrica: Retroceso en materia energética.* Centro de Investigación Económica y Presupuestaria, A.C. Recuperado de: <https://ciep.mx/D08b>