

# Programa de Economía Documentos de Trabajo



**Instituciones y desarrollo sostenible: la influencia del marco institucional en la evolución del sector eléctrico**

María José Nieto Combariza

N. 2015-10

# Instituciones y desarrollo sostenible: la influencia del marco institucional en la evolución del sector eléctrico

María José Nieto Combariza

Profesora Universidad Jorge Tadeo Lozano

[Mariaj.nietoc@utadeo.edu.co](mailto:Mariaj.nietoc@utadeo.edu.co) [nieto.mjc@gmail.com](mailto:nieto.mjc@gmail.com)

Septiembre 2015

## Introducción

Para la reforma, diseño, desarrollo o fortalecimiento de reglas del juego vigentes hacia unas adecuadas para encaminar las dinámicas de una sociedad en dirección a un sistema más sostenible es necesario entender la forma en que una matriz institucional particular en un país ha influido en las variables sociales, económicas y ecológicas que están asociadas a una mayor o menor sostenibilidad de su desarrollo. Es decir, aprehender de qué manera los distintos incentivos al comportamiento de los agentes, unas reglas del juego, han estructurado el proceso de mejora de su calidad de vida haciéndolo más o menos sustentable en términos económicos y ambientales.

La red analítica del nuevo institucionalismo inspirada por North y Thomas (1973) en la búsqueda de las explicaciones fundamentales del crecimiento económico, como lo plantea Kalmanovitz (2004), contribuye a ajustar mejor la teoría económica a la realidad de una sociedad, a entender sus orígenes y complejidades y con ello a aproximar posibles reformas que conduzcan a democratizar sus regímenes políticos, profundizar sus mercados y en general su desarrollo económico. Según North y Nye (2003) la narrativa institucional es una discusión histórica en la cual los cambios cruciales y puntos de quiebre son analizados con la ayuda de la nueva economía institucional y la teoría de la elección racional. La hipótesis es que las “instituciones permiten o incluso impulsan la acumulación de toda la economía de factores de producción como maquinas, infraestructura de transportes, salud, habilidades, ideas y los frutos de esas ideas” (Dasgupta, 2007: 26) y que esta acumulación de distintos tipos de capital productivo es la causa de las mejores condiciones materiales de unos países respecto a otros. Sin embargo, desde la perspectiva de la sostenibilidad, sin la cual ya no puede ser pensado el desarrollo hoy en día, y en particular del metabolismo social, el aumento de las condiciones materiales de los ciudadanos está condicionado por la concepción de la biosfera como un sistema cerrado que pone límites a la posible extracción de recursos y disposición de residuos.

De acuerdo con lo anterior, el análisis de las instituciones en relación con variables de sostenibilidad ambiental, empezando por la comprensión de los flujos de entrada y salida de materiales y energía, y no solo con las de crecimiento económico, también puede dar indicios de cuáles son las reglas del juego más apropiadas para impulsar o guiar la acumulación, pero en el contexto de la comprensión de los sistemas económicos como sistemas abiertos inmersos en un sistema biofísico finito, dependientes de insumos de energía y materiales, así como de depósitos de residuos.

La energía eléctrica representaba para Colombia en los 70s el 13% del total de la oferta de energías secundarias mientras que la gasolina/alcohol y el aceite combustible constituían el 51%. En cuatro décadas más tarde casi un tercio del consumo y la oferta de energía secundaria estaban constituidos por energía eléctrica mientras que la proporción para la oferta de gasolina/alcohol y aceite combustible había descendido al 14%. En términos de sostenibilidad este cambio es interesante en tanto los cambios de la estructura de regulación del sistema han influido en forma sustancial la composición de la oferta de energía en Colombia y son un referente para la planeación de su futuro energético.

En este punto surgen dos cuestiones con relación a la sostenibilidad del proceso de desarrollo del país ¿cómo influyeron los cambios en la estructura institucional en el comportamiento de la oferta y la demanda de las diversas fuentes de energía y en particular de la energía eléctrica? Y ¿en qué medida los cambios en la regulación del sector pueden influir su tendencia hacia el empleo de energías renovables?

El presente trabajo pretende analizar cómo ha sido la evolución de la matriz eléctrica colombiana a lo largo del siglo XX y en la primera década del siglo XXI con el objetivo de entender el marco institucional que ha generado incentivos o desincentivos a la producción de este tipo de energía. En el ámbito del flujo de energía al metabolismo de la economía colombiana el propósito es aportar al entendimiento del desarrollo de una mayor o menor sostenibilidad de una sociedad en términos de la renovabilidad de sus fuentes de energía y su relación con la evolución de la regulación, la política fiscal y de subsidios que constituyen las condiciones institucionales.

Además de este apartado introductorio, cinco partes adicionales componen el trabajo. La segunda muestra la teoría sobre la cual se asienta el análisis del panorama de la matriz energética colombiana, entendida como la composición del flujo de energía que entra a la economía y con foco en el uso de la energía transformada, es decir la secundaria. El análisis de esta última se encuentra en la tercera parte, que constituye la base para indagar sobre las relaciones entre los factores institucionales (regulación, política fiscal y subsidios) y la evolución de esta matriz. Las conclusiones, en la quinta parte del trabajo, están enfocadas en las posibilidades de unas reglas del juego que marquen el camino a una economía movida exclusivamente por energía renovable.

## Nueva Historia Económica

Según North y Nye (2003) la narrativa institucional es una discusión histórica en la cual los cambios cruciales y puntos de quiebre son analizados con la ayuda de la nueva economía institucional y la teoría de la elección racional. El estudio de la estructura de incentivos que conforman la matriz institucional de una sociedad y sus influencias de restricción o fomento del crecimiento económico.

Trabajos anteriores han analizado con la nueva economía institucional la historia económica de Colombia en distintos periodos, relacionados con un sector o zona particular del país o con la economía nacional en general. Estos están enmarcados en la aplicación del marco teórico institucionalista a la historia de América Latina en las investigaciones de autores como Coatsworth y Taylor (1998) y Engerman y Sokoloff (2002), quienes hacen un análisis de largo plazo del desarrollo económico del subcontinente comparándolo con el de Norte América con una fuerte base empírica. Otros autores como Bulmer-Thomas (1994) han concentrado su indagación en las consecuencias económicas de la independencia. Por su parte, Acemoglu, Robinson y Johnson (2001) analizan la evolución de las colonias extractivas respecto a las de poblamiento que a diferencia de las primeras sí lograron construir instituciones democráticas. En general, el interés está centrado en explicar por qué unas ex colonias europeas desarrollaron sus economías más tarde que otras, relacionándolo con la dotación inicial de factores (Engerman & Sokoloff, 2002), la matriz institucional heredada del país colonizador y la influencia de las condiciones de desigualdad en la evolución de esta matriz (Acemoglu et al., 2001), y en cómo se comportan los sistemas sometidos a cambios de regímenes (Bulmer-Thomas, 1994).

A su vez la historia económica de América Latina que elaboran Bértola y Ocampo da una visión compacta del desarrollo desde la independencia, con base en los avances de la literatura sobre el tema y en planos adicionales a la discusión sobre progreso e instituciones; así como en las nuevas series estadísticas producidas por la CEPAL para la segunda mitad del siglo pasado. El estudio que hacen los autores sobre doscientos años de historia del subcontinente se centra por una parte en la constante del patrón de especialización productiva en la explotación de los recursos naturales para la exportación a pesar de los grandes cambios que se han sucedido en los modelos de desarrollo. Por otra parte, como su título lo anticipa la volatilidad del crecimiento económico y el permanente estado de desigualdad que caracteriza a los países latinoamericanos en su interior y respecto a los países más ricos son temas transversales en el documento. Los elementos comunes de los países son analizados pero teniendo en cuenta las especificidades que hay al interior de la región con una perspectiva principalmente comparativa y de análisis de procesos de largo plazo.

La visión general del libro de la historia independiente de América Latina es un desarrollo reflejado en el aumento de la producción por habitante, en la mejoría de los indicadores de desarrollo humano y en la disminución de los niveles de pobreza, con ritmos distintos tanto

en el espacio como en el tiempo para el conjunto de países. De los cuatro periodos en los que quedan divididos los dos siglos de historia independiente los autores concluyen que el primero, las décadas posteriores a la independencia, y el último, la etapa de reformas de mercado desde 1980, fueron de rezago respecto a las economías industrializadas así como al promedio mundial. La segunda fase, que corresponde a las últimas décadas del siglo XIX hasta antes de la Gran Depresión, llamada fase de desarrollo primario-exportador, es el periodo durante el cual la región se constituye como la “clase media” del mundo y es considerado como un lapso de éxito relativo. Durante la industrialización dirigida por el Estado, que constituye la tercera fase, el subcontinente también logra seguir aumentando su participación en la producción mundial, pero sin conseguir, ni en la anterior ni en este periodo reducir la brecha que desde finales del siglo XIX la separaba del mundo industrializado.

La evolución de la desigualdad, que es el otro tema central del libro, también queda dividida en cuatro periodos concluyendo que la desigual distribución del ingreso en América Latina, además de ser estructuralmente alta, es mayor que en el inicio del periodo de rápido crecimiento de la región durante la segunda mitad del siglo XIX. El único nivel de desigualdad que disminuyó en el subcontinente es aquel entre los países que lo componen. En términos generales, la desigualdad aumentó para la región, tanto en relación con los países desarrollados como dentro de cada país.

A pesar del planteamiento de los autores según el cual el continente ha mantenido un patrón de especialización productiva basado en la explotación de los recursos naturales para la exportación, el trabajo de Bértola y Ocampo soslaya los trabajos de historia ambiental que para el momento de la revisión que llevan a cabo los autores, ya existían y que tratan los efectos de ese patrón en los ecosistemas y los cambios en estos a su vez en los patrones de producción. En consecuencia, una dimensión fundamental del desarrollo del subcontinente queda limitada a un apartado de la primera parte del libro. Por lo tanto el estudio como guía para mejorar las políticas en el futuro se mantiene en la tradición unidimensional que obvia la sostenibilidad de estas mejoras en la producción y los índices de desarrollo humano al no tener en cuenta las variables ambientales.

Una historia económica con herramientas de la teoría neoinstitucional más específica se puede encontrar en la compilación de Haber (1999) sobre México y Brasil. En ésta la hipótesis transversal a todos los ensayos es que la brecha del ingreso entre los países de la OCDE y América Latina es producto de siglo XIX. El enfoque se encuentra en entender este atraso y cómo se superaron los obstáculos a finales de este siglo, siempre con la influencia de la teoría de la economía del crecimiento, alejándose, como lo plantea el compilador de la obra, de la tradición de la dependencia y amortiguando el razonamiento económico neoclásico con el análisis institucional. Con los métodos de la nueva historia económica los ensayos compilados en “Cómo se rezagó la América Latina” se desarrollan alrededor de las cuentas nacionales o de hipótesis contrafácticas y en menor cantidad se

centran en entender como instituciones ineficientes y su evolución, analizada con datos cuantitativos, frenaron el crecimiento. Por otra parte, Díaz Alejandro (1970) y más recientemente en los trabajos compilados por Della Paolera y Taylor (2003) estudian la historia económica de largo plazo de Argentina con diferentes focos de análisis como los cambios de la política económica, las ideas y las instituciones pero manteniendo la red conceptual de la Nueva Historia Económica.

En el marco de la Nueva Historia Económica, tanto los trabajos sobre el subcontinente en general, como los que se centran en las principales economías, han estado dedicados en su mayoría al siglo XIX concluyendo que la brecha de las naciones al sur de Río Grande respecto a los del norte tiene su origen en este siglo, mientras que durante el siguiente se mantiene prácticamente inalterada. En consecuencia la aplicación de la nueva economía institucional a la historia económica reciente es poco común. Solo Prados de la Escosura (2007) encuentra en su análisis que Latinoamérica se quedó atrás en una forma más dramática durante la segunda mitad del siglo XX cambiando a Estados Unidos como punto de comparación para el subcontinente por un grupo de países de la OECD y llevando el análisis de las series hasta el año 2000.

En la historiografía colombiana se pueden encontrar varios estudios que aplican la teoría de la nueva economía institucional a sus análisis de los determinantes del desarrollo económico del país. Entre los que hacen referencia al siglo pasado, “Economía colombiana del siglo XX: un análisis cuantitativo” (Urrutia & Robinson, 2007), es un compendio de artículos sobre el desempeño socioeconómico y las políticas públicas en Colombia. El libro brinda un panorama del desarrollo económico de Colombia, incluye las tendencias de la estatura de la población como indicador de bienestar, establece que la política comercial de país ha sido eminentemente proteccionista, que el sector agrícola ha sido protegido y subsidiado mientras que el desarrollo industrial fue tardío y lento durante las épocas de rápido crecimiento del PIB. En el análisis de la política fiscal y monetaria los autores concluyen que hasta las últimas décadas del siglo el Estado fue pequeño y la carga tributaria baja; así como la represión financiera explica el bajo nivel de profundización financiera del país. El transporte, la educación y la deuda también son analizados con el fin de esclarecer el momento de formación de un mercado nacional, la construcción de capital humano y el carácter cíclico del financiamiento internacional. Otros autores por su parte han trabajado la evolución de instituciones específicas como las monetarias (Sánchez, Fernández, & Armenta, 2005) y la fiscal (Junguito & Rincón, 2004) o en zonas específicas como la caribe (Meisel, 1994).

Un panorama general de la historia económica del siglo veinte desde la perspectiva del neo-institucionalismo se puede encontrar en los trabajos más recientes de Kalmanovitz (2001; 2003; 2006; 2011). En estos el autor plantea las relaciones entre el desarrollo económico durante el siglo XX en Colombia y la evolución de la matriz institucional heredada de la colonia y que surgió de los procesos conflictivos de constitución de la nación. La hipótesis

central es que estas instituciones han frenado la acumulación de capital necesaria y suficiente para absorber totalmente a la población que está desempleada o en el sector informal dado que el Estado no ha logrado el monopolio de la violencia ni de la fiscalidad y los compromisos públicos y la ley no siempre se cumplen por la ausencia de un equilibrio entre los distintos poderes públicos. Sin embargo, respecto a otros países de América Latina, el crecimiento a largo plazo en Colombia ha tenido una baja volatilidad y las instituciones políticas y legales centralizadas lograron apoyar un desarrollo capitalista relativamente exitoso durante el siglo. Empezando el nuevo milenio la democracia es más participativa y menos clientelista, más personas pueden acceder a la justicia a pesar de que ésta sigue siendo ineficiente en la atención de casos; mientras que las cortes superiores regulan sin tener en cuenta los incentivos que están generando para los agentes económicos relacionados con el cumplimiento de contratos en particular (Kalmanovitz, 2011).

Ninguno de los anteriores trabajos cuenta con un análisis de la influencia de la estructura institucional sobre la sostenibilidad del desarrollo, la dimensión material del crecimiento económico, más allá de los valores producidos, queda olvidada en las investigaciones. A pesar de que la mayoría de los autores tienen como objetivo entender por qué unas sociedades son más prosperas que otras, no toman en cuenta el pilar físico de esta prosperidad, empleando como indicador fundamental el PIB per cápita y en algunos caso variables relacionadas con el desarrollo humano, pero en ninguno los indispensables flujos de materiales y energía.

### **Historia ambiental**

La necesidad de explicar las dinámicas socioeconómicas y políticas de distintos espacios y periodos de tiempo incluyendo su dimensión física más allá de la dimensión de los valores productibles e intercambiables, da vida a un relativamente nuevo marco de análisis: la historia ambiental. Ésta es entendida como la disciplina que se ocupa de la evolución de las interacciones humanos – naturaleza y los resultados de estas relaciones tanto para las sociedades como para los ecosistemas; “Notas sobre la historia ecológica de América Latina” de Gligo y Morello (1979) es considerado el trabajo pionero en el subcontinente. Este está enmarcado en el impulso que dio la CEPAL a investigaciones relacionadas con el esclarecimiento de las relaciones entre modelos de desarrollo, los problemas ambientales y el aprovechamiento de los recursos (Rhoades, 2009).

Los autores destacan la importancia del enfoque ecológico en la historia latinoamericana, iniciando por las culturas precolombinas, en particular las sociedades hidráulicas con un complejo conocimiento bioecológico, los Mayas como poliproductores y los Incas que consiguieron dominar tecnologías aptas para la producción agrícola en zonas áridas. El estudio llega hasta la crisis de 1930, destacando para el periodo de la conquista y la colonia su carácter de extracción (principalmente minera), de acumulación y ocupación del territorio por medio de una organización social casi siempre represiva que aseguraba el flujo de excedentes a la metrópolis. Durante las décadas siguientes a la independencia

Gligo y Morello identifican como rasgo fundamental el esfuerzo de reestructuración del poder en función del control de los recursos y el condicionamiento de la estructura productiva según el rol internacional de las nuevas naciones y la consecuencias en los ecosistemas de estas acciones antrópicas.

En las notas se concluye que durante el siglo XIX y principios del XX los modos de producción continuaron siendo predatorios, en parte como consecuencia de la percepción de los recursos como ilimitados y como resultado del desconocimiento de los ecosistemas y sus formas de funcionamiento.

Desde “Notas sobre la historia ecológica de América Latina” han sido publicados múltiples trabajos, más específicos, tanto en términos de espacio como de tiempo, que pueden ser enmarcados dentro del campo de la historia ambiental. Buenos ejemplos de este tipo de trabajos son los de Warren Dean, considerado como el historiador ambiental líder en Brasil desde la publicación de su artículo “Brazil and the struggle for rubber” (1987). En éste desmiente las explicaciones políticas y sociales convencionales respecto a la pérdida del monopolio de Brasil del mercado del caucho y en su lugar pone la existencia de un hongo que hizo inviables las plantaciones en el país. La consolidación de su trabajo es “The Destruction of the Brazilian Atlantic Forest” (1995), libro en el que el autor investiga desde la formación prehistórica del suelo y el bosque, pasando por el arribo de ocupaciones humanas, hasta el impulso moderno por el desarrollo, la evolución del bosque costero atlántico del país que es centro del análisis y a la vez telón de fondo para desplegar la historia económica del Brasil.

Un análisis más espacial y temporalmente específico es el que lleva a cabo Melville (1994) sobre la conquista biológica del Nuevo Mundo con base en el estudio de los efectos sobre el ambiente humano y ecosistémico, de la llegada de especies de pastura del Viejo Mundo al Valle del Mezquital en el centro de México durante el siglo XVI. La autora asocia el proceso de transformación ecológica con los cambios en la forma de tenencia de la tierra asignando al ambiente un papel activo en el proceso de dominación española en cuanto catalizador para la alteración de las relaciones sociales y económicas. En el libro se describe el proceso de cambio de un valle agrícola densamente poblado con abundancia de agua y rodeado de bosques caracterizado por pasturas y cultivos comunales a una planicie con poca población y grandes propiedades privadas.

Más en la línea del trabajo de Gligo y Morello se encuentra el análisis de Martínez-Alier (1991) en el que, desde la perspectiva de la economía ecológica, el autor revisita distintos episodios de la historia andina, en particular del Perú, asociando las economías extractivas con estructuras de poder local débiles y con la progresiva degradación ambiental. Por los propósitos del trabajo y su extensión las conclusiones son bastante generales, pero diez años más tarde un discípulo de Martínez Alier, Fander Falconí (2001) iniciaría la tendencia de aplicar la teoría del metabolismo social, parte de la economía ecológica, al análisis de una economía en la historia reciente, usando una evaluación integrada de variables

económicas y biofísicas como el PIB per cápita, la tasa de crecimiento poblacional y el Rendimiento de la energía exosomática (REE: consumo de energía fósil por trabajador), la tasa metabólica exosomática (energía del consumo final de un país en un año dividida por las horas de actividad humana) y la productividad laboral económica (cantidad de valor agregado por hora de trabajo en cada actividad).

Entre los principales hallazgos del autor está la evidencia de que para que haya crecimiento económico se requiere que el valor tomado por el parámetro REE debe crecer más rápido que el valor tomado por el parámetro crecimiento de la población empleada/fuerza laboral. El estudio concluye que esto no se logró en Ecuador en el periodo objeto de estudio (1970 – 2000) por el efecto combinado del servicio a la deuda externa y el crecimiento demográfico que jugaron un papel crucial para que el país entrara en un periodo de recesión.

La compilación más reciente de trabajos de historia ambiental latinoamericana es la editada por Christian Brannstrom “Territories, commodities, and knowledges. Latin American environmental history” (2004) compuesta por artículos repartidos en tres secciones, cada una relacionada con uno de los conceptos que propone el título del libro. En Territorios, se plantean las dimensiones ambientales de diferentes conflictos de expansión territorial por el control de recursos naturales estratégicos. La sección Mercancías trata de las consecuencias en los ecosistemas de distintas economías extractivas y agrícolas en América Latina. Los artículos relacionados con los resultados de la aplicación de nuevas tecnologías incluyendo el estudio del papel del Estado y las instituciones se encuentran en el último conjunto titulado Conocimientos. El espacio común es América Latina y el tiempo décadas cruciales en la historia del desarrollo latinoamericano: las últimas del siglo XIX y las primeras del XX.

Además de las consecuencias de la conquista, los tópicos que han sido predominantes en la historiografía ambiental latinoamericana son los relacionados con la producción de mercancías. En esta categoría se encuentra por ejemplo el trabajo de Mark Smith (1995) sobre la economía política de la producción de azúcar y el ambiente en Cuba durante las primeras décadas del siglo XX. El autor analiza la relación entre Estados Unidos y Cuba estableciendo que ésta posibilitó la explotación de los recursos naturales de la isla por parte de intereses americanos con base en el estudio de los cambios ecológicos en un área del este de Cuba conectándolos con la política económica del periodo.

En parte esto se explica por la mayor disponibilidad de fuentes primarias sobre el tema, pero la razón fundamental es la importancia que tuvo la exportación de materias primas para el despegue del progreso moderno en la mayoría de los países del subcontinente (Brannstrom & Gallini, 2004). El hecho de que estas mercancías fueran principalmente recursos naturales hace sobresalir la dimensión ambiental y en consecuencia hace de este tema uno fértil para los trabajos que pretenden estudiar las formas en que las sociedades han transformado el ambiente o a la naturaleza como agente de la historia humana. De acuerdo con lo anterior, la categoría más abundante es la investigación de la forma en que

las fuerzas de la economía han transformado los ecosistemas, ya sea a nivel local, regional, nacional o incluso continental (Gallini, 2009).

En Colombia, el trabajo de German Palacios titulado: “Naturaleza en disputa: Ensayos de historia ambiental de Colombia, 1850-1995” (2001) es pionero en este campo. La compilación reúne artículos en los que las relaciones entre las sociedades y su entorno son incorporados en el estudio del pasado, como el análisis de los cambios ecológicos en el paisaje rural colombiano entre 1850 y 1990 de Juan Manuel Gonzáles o la forma en que el desarrollo de las vías de comunicación estuvo relacionado con los cambios en la cobertura arbórea de Julio Carrizosa. Desde entonces, en esta línea se han publicado trabajos como “Historia ambiental de Bogotá, siglo XX: Elementos históricos para la formulación del medio ambiente urbano” (Preciado Beltran, Leal Pulido, & Almanza Castañeda, 2005), los trabajos de Etter et al. sobre los cambios en el paisaje nacional con base en una aproximación espacial (2006; 2008) e investigaciones sobre la ganadería y sus impactos ambientales (Flórez Bolívar & Solano de las Aguas, 2007; Baptiste, 2008).

En la historiografía ambiental colombiana existen tres trabajos que emplean el metabolismo social como teoría de base para el análisis de los procesos históricos de desarrollo. Siguiendo el trabajo precursor de Muradian & Martinez-alier (2001) sobre los flujos materiales del comercio internacional, el primer trabajo para Colombia es el de Pérez-Rincón (2006) quien hace uso de la metodología de análisis de los flujos de materiales para extender la tesis de Prebish del deterioro de los términos de intercambio de bienes y capital en unidades monetarias, a unidades materiales. El autor demuestra para el periodo 1970 – 2002 que el intercambio desigual norte-sur o centro-periferia no se limita a la disminución de los precios relativos de las materias primas sino que también abarca el continuo crecimiento del volumen de materiales y energía que fluye de las economías del sur hacia las del norte con el consecuente detrimento del patrimonio natural de las primeras.

Años más tarde Pérez-Rincón con Martinez-Alier y María Cristina Vallejo ampliarían el periodo de estudio (hasta el 2007) y la perspectiva analítica del primer trabajo. En “Metabolic Profile of the Colombian Economy from 1970 to 2007” (2011) además de expandir la compilación de las cuentas de flujos de materiales de la economía colombiana iniciada en el trabajo de Pérez-Rincón tales como biomasa, minerales, grava y madera entre otros, los autores incluyen el uso doméstico de materiales. En adición, en la caracterización del metabolismo del país para analizar la dimensión ecológica de la economía colombiana en el periodo objeto de estudio los autores describen brevemente algunos de los principales conflictos ecológicos derivados de la extracción de recursos naturales y analizan el concepto de intercambio ecológicamente desigual en el contexto del comercio internacional colombiano.

Por medio del uso de indicadores físicos basados en la metodología propuesta por la Eurostat, el análisis concluye que a pesar de que el sector terciario se ha expandido hasta el 63% del PIB y las actividades extractivas y manufactureras han disminuido su

participación, esto no puede ser interpretado como una trayectoria hacia la desmaterialización de la economía puesto que las cuentas de flujos de materiales muestran lo contrario. Con base en tres indicadores principales, Balance Físico del Comercio, Inputs Directos de Materiales y Consumo Doméstico de Materiales (CDM), y su relación con el ingreso y la población del país se construye el perfil metabólico de la economía colombiana.

El primero de estos indicadores muestra para los 37 años periodo de estudio un déficit, lo que significa que más materiales han salido del país de los que han entrado, en su mayoría combustibles fósiles fundamentales para sostener el metabolismo de las economías importadoras<sup>1</sup>. Los otros dos indicadores sugieren que en lo global la intensidad material de la economía ha disminuido y que mientras que la participación de los combustibles fósiles en la extracción directa ha aumentado y la de las actividades de pastoreo bajó. Las tendencias de los patrones de uso de materiales sugieren que se está consolidando la transición de la economía hacia recursos no renovables. Aun cuando ha mejorado la eficiencia de uso de materiales de la economía, la desmaterialización solo se puede afirmar en términos relativos dado que el crecimiento de la economía ha estado sustentado en la explotación de materiales no renovables.

Siguiendo la línea de análisis de estos autores pioneros en la aplicación del metabolismo social a la comprensión de las dinámicas de desarrollo de la economía colombiana, Piña y Pardo Martínez (2014) recientemente publicaron el análisis del flujo material de Bogotá desde 1980 hasta el 2010. Luego de caracterizar estos flujos de entrada y salida de materiales para la ciudad los autores llegan a la conclusión de que estos están relacionados directa y linealmente, pero mientras que en términos per cápita el consumo de energía y materiales de construcción ha crecido continuamente, el consumo de alimentos y agua se ha mantenido constante.

Los trabajos de Historia Ambiental para América Latina abarcan un amplio espectro de análisis. Sin embargo, hasta el momento, el análisis de la evolución en el tiempo de las interacciones entre los humanos y la naturaleza no ha recurrido al marco teórico de la economía institucional como fuente de herramientas para comprender las reglas del juego, la estructura de normas formales e informales que influyen en el desarrollo de un sistema social en continua relación con los sistemas naturales.

### **La economía ecológica y el desarrollo**

Desde las últimas tres décadas han tomado fuerza los campos de la economía ecológica de la ecología industrial y la economía de la energía, campos adyacentes a la historia ambiental pero focalizados en las características de las relaciones entre el producto de una

---

<sup>1</sup> El volumen de exportaciones físicas aumentó a una tasa de crecimiento anual del 7.3% mientras que en términos monetarios lo hizo a un 3.9%. El carbón es el material que más peso tiene en la explicación de las tendencias de las exportaciones físicas. Las importaciones tuvieron un crecimiento anual de 7%.

economía y los rendimientos de los flujos de materia y energía necesarios para la producción. Algunos de los trabajos que los representan tienen un espectro de tiempo más largo que otros, unos estudian los flujos de entrada y salida de materiales y energía completos otros se concentran en uno solo de los flujos o incluso en un único material. Sin embargo, de la misma forma que los trabajos iniciales y más prominentes de la historia económica neoinstitucionalista giraron alrededor de la pregunta respecto a los diferentes niveles de prosperidad alcanzados por las ex colonias del norte y las del sur de América, el estudio de la dimensión material de los sistemas socioeconómicos gira entorno a la veracidad de la U invertida de Kusnetz<sup>2</sup> y entonces a la tendencia de desmaterialización de los países desarrollados. Esta está relacionada con la sustituibilidad entre capital natural y capital hecho por los humanos en tanto que tal posibilidad conlleva una mayor o menor urgencia del aumento de la eficiencia en el uso de materiales y energía en la producción con el fin de satisfacer las necesidades de más seres humanos y con mayores niveles de bienestar.

El trabajo precursor fue “Energy and the US Economy: a biophysical perspective” de Cleveland, Costanza, Hall y Kaufmann (1984) en el que los autores analizan con series de tiempo de casi cien años las relaciones entre el uso de energía y la actividad económica en Estados Unidos, basados en una aproximación termodinámica de la macroeconomía en la que se enfatiza la producción de bienes y no su intercambio basado en preferencias humanas. Es decir, desde la comprensión de las leyes de la materia y la energía como esenciales para analizar la producción económica por cuanto controlan la disponibilidad, tasa y eficiencia del uso de la energía y la materia; elementos indispensables para llevar a cabo cualquier trabajo. La investigación se centra en la relación del uso de la energía (distintos tipos de calidades de esta<sup>3</sup>) con el comportamiento del PIB, la productividad laboral y los niveles de precios.

El artículo a través de la explicación de la crisis energética como resultado de la menor disponibilidad física de petróleo con un alto retorno de energía a la inversión<sup>4</sup>, que fue exacerbada por los factores políticos y económicos, demuestra que los límites biofísicos a la actividad económica humana, en este caso la calidad y disponibilidad de energía, deben hacer parte de los modelos económicos de crecimiento. Calidad y disponibilidad de la energía tienen relación directa con el crecimiento económico dada su influencia en la productividad, la inflación y el cambio técnico. Un retorno decreciente de energía por

---

<sup>2</sup> El supuesto es que el ingreso es el factor principal para explicar el consumo de materiales, este aumentará en forma proporcional a como lo haga el ingreso hasta que este llega a un nivel determinado. A partir de este nivel se espera que los subsiguientes aumentos del producto no están ligados con una tasa proporcional de crecimiento del consumo de materiales.

<sup>3</sup> Por ejemplo, el petróleo y la electricidad son energías de mayor calidad que el carbón. Los autores en este caso calculan que el petróleo es 1.3 a 2.45 veces más valioso que el carbón.

<sup>4</sup>

inversión en combustibles y costos energéticos crecientes por recursos distintos a los combustibles, tienen un impacto negativo en los tres factores antes mencionados.

Años más tarde Kaufmann (1992) publicaría un artículo relacionando energía/PIB con el cambio técnico y la veracidad de la sustituibilidad entre capital natural y capital hecho por el hombre. La conclusión del autor es que los cambios técnicos que aumentan la eficiencia en el uso de la energía han tenido un efecto pequeño en la cantidad de energía usada. La base de este resultado es la cuantificación de los factores que cambiaron la relación energía/PIB (tipos de combustibles usados, consumo de energía en hogares, tipos de bienes y servicios producidos, cambios en los precios de la energía) después de la guerra en Francia, Alemania, Japón y el Reino Unido.

Luego Cleveland (1995a;1995b) analizaría de nuevo la relación del uso de la energía con la producción económica pero ahora específicamente en el sector agrícola durante el periodo de 1910 a 1990. En su primer artículo construyendo un índice de productividad energética con base en los datos de uso de energía y en el segundo estimando los factores que determinan la productividad de la energía usada en este sector. Teniendo en cuenta los usos directos e indirectos de energía en la agricultura la primera conclusión es que en el periodo hubo un crecimiento sostenido y sustancial del uso de energía hasta 1980, momento en que la productividad de la energía aumenta dada la disminución en la tasa de su uso, las hectáreas aradas y de granjas grandes. Estos cambios técnicos y administrativos son una clara respuesta a los cambios en los precios de la energía.

En el segundo artículo analiza la productividad de la energía en el mismo periodo y sector pero ahora en relación con la degradación de los recursos (erosión del suelo y aguas subterráneas). En orden decreciente influyen en la productividad del uso de energía, cambios en la cantidad de energía usada por hectárea, el tamaño promedio de las granjas, la cantidad de tierra arada, la ratio de ganado y cultivos y el clima. Además el autor concluye que existen rendimientos decrecientes en la productividad de la energía con el aumento del uso de energía por hectárea y no encuentra resultados para apoyar la hipótesis de que los efectos de la erosión del suelo y otras formas de degradación de los recursos disminuyan la productividad del uso de energía.

Desde entonces, una multiplicidad de trabajos han sido publicados en el marco de la economía ecológica, centrados en las correlaciones entre desarrollo económico y los flujos de materiales y/o energía necesarios para la producción. En los últimos diez años se destacan los trabajos de Oh y Lee (2004) quienes analizan las tres últimas décadas del siglo XX para la economía coreana con un modelo multivariado de capital, trabajo, energía y PIB usando como medida agregada de la energía el método media logarítmica de Divisia para evitar sesgos por la agregación, ajustando el consumo de energía exclusivamente a aquel con propósitos energéticos y probando la causalidad de Granger con un modelo corrección de error vector con el fin de observar las relaciones a corto plazo entre las variables así

como las dinámicas de largo plazo. El resultado en el largo plazo es una causalidad bidireccional entre energía y PIB que en el corto es unidireccional de energía a PIB.

Un año más tarde Lee (2005) repetiría el análisis con un panel de datos para 18 países en desarrollo en el periodo de 1975-2001. En este los resultados de la estimación de la relación de largo plazo entre PIB y energía con un modelo OLS y la aplicación de pruebas para datos panel de raíz unitaria, cointegración heterogénea y modelos de corrección de errores muestran una causalidad en el corto y largo plazo que va de la energía al PIB; con lo cual el autor infiere que la conservación de energía puede ser perjudicial para el crecimiento económico en las economías en desarrollo. Otros autores como Zachariadis (2007) presentan modelos de crecimiento haciendo del uso de energía una variable central con el fin de analizar los posibles impactos en el crecimiento a largo plazo de medidas de regulación como las políticas de conservación o de impuestos a la energía.

Frente a la proliferación de trabajos empíricos asociados a la confirmación de la curva en forma de U invertida en el 2006 Kaufmann junto con Amy Richmond intenta establecer la presencia y tamaño del punto de inflexión de dicha U que relaciona consumo de energía/emisiones de carbono con el nivel de ingresos de un país. Los autores se basan en el análisis de la influencia que tienen la composición de la matriz energética, la especificación del modelo y el nivel de desarrollo en los hallazgos empíricos sobre dicho punto. Cuando se incluyen acciones de combustibles generalmente se reduce el tamaño del punto de inflexión estimado para un panel en el que se incluyen tanto países de la OCDE como externos a esta. Cuando se analizan por separado las naciones según su nivel de desarrollo los resultados varían. Para los países de la OCDE hay escasa evidencia de un punto en el que el aumento de los ingresos disminuya el consumo de energía/emisiones de carbono. Para el resto de países no se encuentra un punto de inflexión e incluso la relación es positiva.

De acuerdo con los resultados de Kaufmann y Richmond, Apergis que primero con James Payne (2009) había establecido una relación de causalidad unidireccional de consumo de energía a crecimiento económico en el corto plazo y bidireccional en el largo para los países de la Comunidad de Estados Independientes, años más tarde con Chor Foon Tang (2013) expandió el análisis a 85 países de todo el mundo con el fin de re-evaluar la validez de la hipótesis del crecimiento dirigido por la energía usando una especificación del modelo diferente y países en distintas etapas de desarrollo. A pesar de las variaciones en los resultados de las causalidades en los distintos países los autores encuentran un patrón: los modelos de causalidad de Granger con tres y cuatro variables tienen mayor probabilidad de dar soporte a la hipótesis que aquellos que se componen de dos variables así como los países en etapas de desarrollo más avanzadas respecto a los países de menores ingresos.

En el ámbito latinoamericano Falconí, Francis Moseley y Osaretin Iyare (2007) y Recalde & Ramos-martín (2011; 2012) trabajan con economías de países del Caribe y Argentina respectivamente. En el caso de los tres países del Caribe seleccionados los autores encuentran que existe una causalidad de Granger bidireccional entre consumo de energía y

PIB per cápita. Para establecer los patrones de consumo de energía de Argentina, Marina Recalde y Jesús Ramos-martín primero estudian la intensidad energética y luego con una metodología de contabilidad menos convencional, un análisis integrado multi-escala del metabolismo ecosistémico y social. Para ambas metodologías la evidencia de los resultados indica que el país no ha mejorado en el uso de energía (la intensidad energética ha aumentado).

El estudio del flujo de materiales y la forma como interactúan con las variables tradicionalmente analizadas en la teoría económica también tiene una amplia masa crítica de trabajos que están asociados al campo de la ecología industrial y del metabolismo industrial, que surgen a finales de la década de 1980 con los trabajos de Frosch y Gallopoulos (1989; 1990) y de Ayres (1989) respectivamente. Los primeros autores hacen referencia a las estrategias seguidas por industrias para emplear sus residuos en materias primas de otros procesos y entonces reducir su contaminación. Ayres, a partir de la medición de los residuos químicos en una cuenca de uso industrial construyó el concepto de metabolismo industrial asimilando la biosfera y la economía industrial como sistemas para la transformación de materiales.

En este marco de análisis la existencia de una curva con forma de U invertida que representa la relación entre energía y el producto de una economía y la dirección de su causalidad, también ha sido analizada pero asociada ahora no a la energía sino a los materiales. Bunker presenta una perspectiva crítica a esta corriente de análisis empírico según la cual “el descenso del volumen de materiales por unidad de producción en algunos sectores y países, anunciaba una tendencia a la <<desmaterialización>>” (1996: 82). El planteamiento es que ésta ha sido la tendencia general desde la Revolución Industrial con la disminución de los costos de producción y contrario a la visión optimista, esto tiene efectos negativos para el ambiente, dado que hace más intensa la apropiación de energía y materiales en tanto la hace más barata.

En adición, el autor controvierte la perspectiva positiva de esta corriente con la evidencia de que dinero y capital pueden crecer por la acción social humana mientras que los stocks de recursos naturales y la capacidad del ambiente de absorber residuos tienden a decrecer con el uso humano. De acuerdo con lo anterior, en tanto se base en unidades monetarias de medida, esta perspectiva estará confundiendo las cuentas económicas con las ecológicas, lo cual es problemático dado que para la economía disminuciones en el consumo tienen efectos negativos en las ganancias, mientras que en los sistemas naturales la reducción de la extracción de un recurso natural después de que esta hubiera sobrepasado la capacidad de regeneración del mismo o que la disposición de residuos gaseosos baje cuando ya se ha superado el umbral de absorción de la atmosfera, por ejemplo, no puede considerarse como un gran avance hacia la mitigación de los problemas ambientales (Bunker, 1996). En los último diez años otros autores han realizado análisis sobre el efecto real de la desmaterialización en los problemas ambientales, en particular en relación con la transición

a economías de servicios que vista en términos reales muestra un panorama mucho menos optimista respecto a la disminución de la presión de la economía sobre el ambiente, dado que el cambio a una economía de servicios en los países desarrollados se debe en realidad a la caída en los precios relativos de las manufacturas y son estos aumentos de productividad en este sector los que explican la disminución en la intensidad energética de la producción, que además es bastante modesta (Henriques & Kander, 2010; Kander, 2005). En el caso de las economías emergentes es el sector residencial y no el de servicios el que lidera las mejoras en la intensidad energética, principalmente por el cambio hacia combustibles más eficientes.

Aun con el empleo de unidades monetarias pero incluyendo otros aspectos sociales para reflejar el bienestar, Jackson y Marks (1999) analizan la relación entre el consumo material y el bienestar para Gran Bretaña desde la mitad del siglo XX hasta 1994, entendiendo este como la capacidad de satisfacción de las necesidades humanas. Basados en la teoría de las necesidades de Max Neef (1982), los autores parten de la diferenciación entre necesidades materiales y no materiales. Estas últimas dependen más de los procesos que de los objetos para ser satisfechas. La hipótesis es que la intensidad material de la satisfacción de las necesidades esta culturalmente determinada. Con el fin de establecer la tendencia de esta determinación para el país objeto de estudio se desagrega el vector de consumo en dos categorías: gastos relacionados con satisfacción de necesidades materiales y gastos asociados a necesidades no materiales con base en una serie de supuestos que sustentan la correspondencia de los gastos con uno u otro tipo de necesidad.

Tim Jackson y Nic Marks concluyen que la mayor parte del incremento en los gastos de Gran Bretaña durante la segunda mitad del siglo XX corresponde a la satisfacción de necesidades no materiales, lo cual no quiere decir que no sea material intensivo. El nivel de esta intensidad material no llega a ser establecida por los autores, pero con base en el análisis input-output para Alemania, que muestra las demandas materiales de los sectores productivos en relación con el vector consumo, los autores asumen que algunos tipos de consumo asociados a necesidades no materiales (como el ocio) son muy material intensivos. El resultado es preocupante para los autores no solo desde la perspectiva del impacto ambiental del aumento del consumo, sino porque “la naturaleza de estas necesidades no materiales es tal que no siempre admite la satisfacción basada en lo material” (1999: 79).

Trabajos más recientes como “Development and dematerialization: an international study” (Steinberger, Krausmann, Getzner, Schandl, & West, 2013) caracterizan la evolución de la dependencia de las actividades económicas de los recursos naturales según el nivel de madurez industrial de los países, concentrando la atención de su estudio en los aspectos físicos y ambientales del desarrollo socioeconómico e industrial representados en este caso por el consumo material per cápita. La conclusión general de los autores es que los países en desarrollo y emergentes tienen a largo plazo una mayor dependencia de materiales y

combustibles fósiles que las “economías maduras”<sup>5</sup> pero a corto plazo el enganche materiales-economía es mayor para estas últimas. Existen de igual manera análisis del uso de materiales y su eficiencia específicas para regiones, como los de West para Asia – Pacífico (Schandl & West, 2010), Latinoamérica y el Caribe (West & Schandl, 2013) y sobre los países de la antigua Unión Soviética (West, Schandl, Krausmann, Kovanda, & Hak, 2014) así como el trabajo de Gierlinger y Krausmann para sobre Estados Unidos (2012).

En el campo de la economía ecológica, y de la ecología industrial y la economía de la energía en particular, desde sus orígenes han proliferado los análisis de la tendencia y determinantes de la intensidad material y energética del desarrollo económico de diferentes conjuntos de países y con base en diversas metodologías. El objetivo común es tener bases empíricas para derivar recomendaciones de política y regulación con base en las correlaciones que se encuentran entre determinadas variables, como la eficiencia del trabajo, el cambio en los precios o el tecnológico y la tendencia de uso o consumo de materiales y energía. Es decir, dar sustento a la toma de decisiones relacionada con la gestión de la extracción de los recursos ambientales y su disposición en un planeta finito sujeto a la flecha unidireccional de la entropía, pero siempre manteniendo el horizonte de aumentar la satisfacción de las necesidades de sus habitantes. Sin embargo, de acuerdo con el panorama anterior, aún no hay un cruce de caminos entre estos trabajos empíricos y la teoría institucional, de tal forma que los hallazgos de las causalidades y las direcciones de estas determinantes de la disminución de la presión de la actividad humana en el ambiente que surgen de estos se conecten con las reglas del juego que fomentan o limitan este tipo de mejoras.

La anterior revisión bibliográfica de la historia económica neoinstitucionalista para América Latina y Colombia en particular, en conjunto con el estado del arte de la historia ambiental de este mismo ámbito geográfico y de la producción bibliográfica sobre el metabolismo social en particular con relación a la hipótesis de la tendencia a la desmaterialización de la economía, indica como la interacción entre el sistema natural y el económico está casi totalmente ausente en los trabajos de historia económica. De la misma forma que el marco teórico institucional lo está en la mayor parte de la historia ambiental y en la aplicación del metabolismo social al análisis del desarrollo económico.

### **Método de análisis**

Desde la perspectiva del neoinstitucionalismo las instituciones son entendidas como el entorno de incentivos que fomenta o restringe el crecimiento económico, ofrece o no garantías a los derechos de propiedad y dirige el excedente económico hacia la inversión o hacia el despilfarro (Kalmanovitz, 2004). En otras palabras, son las reglas del juego social, formales (reglas políticas, económicas y contratos, incluyendo métodos de vigilancia y

---

<sup>5</sup> Los autores usan el pib perc cápita en distintas ventanas de tiempo para incluir a los países en una de las tres categorías.

niveles de cumplimiento) e informales (códigos de conducta, normas de comportamiento y convenciones), que definen y limitan el conjunto de elecciones de los individuos, que “afectan el desempeño de la economía debido a su efecto sobre los costos del cambio de la producción. Junto con la tecnología empleada determinan los costos de transacción y transformación” (1993: 16).

De la misma forma que se amplió el campo de uno de los tres programas de investigación de la escuela de la Nueva Historia económica para incluir en la medición de los factores de crecimiento económico, aparte de las cuentas nacionales, un conjunto de variables que afectaban la productividad (Haber, 1999), el campo de análisis de la historia económica con el marco teórico institucional puede ampliarse a variables que evidencien la interdependencia del sistema económico con el biofísico. El segundo programa de investigación de la cliometría o Nueva Historia fue el estudio de las fuentes tecnológicas e institucionales del crecimiento económico. El interés se centraba en la influencia que tienen las innovaciones organizacionales y técnicas en la distribución de la inversión y los factores de producción. La perspectiva ampliada que brinda la economía ecológica requiere que además del análisis de los cambios en las tasas de ahorro y la formación de capital, se incluyan factores claves para el desarrollo —que debe ser sostenible— como son las tasas de explotación de los recursos renovables y no renovables, la apropiación de biomasa o la producción de residuos sólidos y en forma de calor disipado.

Para comprender como afectan las reglas del juego que conforman una matriz institucional a la sostenibilidad del desarrollo es necesario en primer lugar conocer cuál es esa estructura de incentivos y desincentivos y su evolución en el periodo objeto de estudio. En segundo lugar es necesario determinar, con relación a estas instituciones y su proceso de cambio en el tiempo, cuáles son los indicadores de sostenibilidad económica, social y ecológica que pueden evidenciar qué tipo de desarrollo posibilitó cada estructura institucional.

Conocer la estructura institucional de una economía representa un trabajo complejo, en particular en relación con los factores informales de esta. En cuanto a los factores formales existe una amplia gama de indicadores que pueden emplearse para el análisis. Cómo se apoyan las actividades productivas (subsídios nueva empresa, estructura fiscal, estabilidad macroeconómica, relaciones laborales), la adquisición de destrezas (carreras más estudiadas, asignación presupuestal educación, cobertura educación superior, cantidad profesionales, programas técnicos), la innovación tecnológica (asignación presupuestal ciencia y tecnología, remuneración patentes, estructura fiscal relacionada), si capturan los agentes el producto de sus actividades o no (distribución del producto interno, actividades más rentables), qué grado de competencia hay, quién tiene la autoridad en la sociedad (estructura política, pago de impuestos), cuáles y como son las garantías de los derechos de propiedad (frecuencia cambio reglas del juego, expropiaciones, derechos de propiedad sobre la tierra, estabilidad política), cómo es la asignación del gasto público.

Por otra parte, para llevar a cabo un análisis en el que el marco teórico institucional sea la base de la comprensión de la evolución de las dinámicas de la interacción entre el sistema natural y el desarrollo económico, es necesario conocer además de la evolución institucional las tendencias de los indicadores de sostenibilidad, tanto ambiental como social.

En cuanto al análisis del metabolismo social y las teorías sobre la sostenibilidad enmarcadas en la economía ecológica, estas dan la base para llevar a cabo una evaluación integrada de la sostenibilidad (económica, social y ambiental) del proceso de desarrollo. La aproximación a la sostenibilidad desde el metabolismo social está asociada a los conceptos de sostenibilidad fuerte (valoración biofísicas). Sin embargo, es el análisis institucional de un periodo el que permitirían establecer las variables económicas y biofísicas, a nivel nacional y sectorial, intensivas y extensivas más adecuadas para llevar a cabo un análisis multicriterio de la (in) sostenibilidad del desarrollo del país en el periodo objeto de estudio.

Los análisis multicriterio, dada la variedad de discernimientos para apreciar la sostenibilidad en su ámbito ambiental, social y económico, son una herramienta apta en este sentido ya que constituyen un examen y evaluación de un tema de una manera multidimensional, utilizando un conjunto de diversos indicadores que en algunos casos pueden transmitir señales contradictorias sobre la sostenibilidad de un país. En consecuencia la medición del grado de progreso hacia la sostenibilidad dependerá del criterio escogido. En general, los pasos a seguir son construir las matrices de evaluación correspondientes a cada periodo en las que se encuentran todos los indicadores. Con este insumo se lleva a cabo la evaluación integrada de la sostenibilidad del desarrollo del periodo objeto de estudio según los distintos criterios.

Ahora, entre los posibles indicadores de sostenibilidad ambiental se encuentran aquellos referentes a las entradas de energía y materiales, los relacionados con las salidas del sistema y los que hablan sobre la gestión de los recursos (agua, suelos, pesqueros, mineros). Todos estos muestran una imagen del metabolismo de una sociedad y hablan sobre los aspectos en que el sistema es más o menos sostenible. En el primer grupo de indicadores están los relacionados con la intensidad y calidad energética y de materiales: i) eficiencia energética de la producción (energía por hora de trabajo, tasa metabólica exosomática sectorial), ii) proporción de energía renovable y limpia, iii) intensidad material de la producción iv) proporción materiales renovables en la producción.

En cuanto al segundo grupo de indicadores, uno de los más claros por su relación con el tamaño de la economía y por tanto con la eficiencia del manejo de las salidas del sistema es la intensidad contaminante de la producción y el consumo (residuos/producción o consumo). El manejo de residuos y la calidad del aire son también parte del grupo de indicadores de salidas del sistema. Sobre la gestión de los recursos existe tres significativos: i) el indicador de presión estado respuesta que muestra la situación del sistema respecto a sus recursos clave, ii) las tasas de extracción de recursos mineros versus las reservas y iii)

la sostenibilidad territorial de la producción (relación vocación suelos con usos). Las huellas (ecológica, hídrica) también son de utilidad para analizar el estado de los elementos del sistema con relación a la limitación de la biosfera.

Una primera aproximación a estos indicadores son las cuentas nacionales satélites en las que están incluidas: extracción doméstica (ED), insumos materiales directos (IMD), consumo material doméstico (CMD), balance físico de comercio (BFC), intensidades materiales de la economía (IME). La EUROSTAT tiene las guías metodológicas para computar las Cuentas de Flujos de Materiales. Los datos se encuentran disponibles en el DANE y FAO principalmente.

## **Los inicios de la energía eléctrica en Colombia.**

El desarrollo y la evolución de la energía eléctrica en el marco nacional, no tuvo un largo tiempo de espera, si se tiene en cuenta que la consolidación del uso masivo de la electricidad en Europa se dio a mediados del S. XIX. La iluminación eléctrica llegó a las principales ciudades del país a finales del mismo siglo e inicios del S. XX como resultado de la iniciativa de inversionistas privados tales como la American Foreign Power Company, a partir de la construcción de las primeras empresas para generar, distribuir y vender electricidad. En sus inicios, la distribución de energía eléctrica fue desarrollada por empresas privadas o mixtas para fines de alumbrado público y manutención de servicios públicos, pero luego la prestación del servicio se vio intensificada en zonas residenciales de los estratos más adinerados de la sociedad y posteriormente en talleres, fábricas y el tranvía.

En 1889, contratados por el Gobierno Nacional la firma Ospina Hermanos de Medellín, Carrizosa de Bogotá y Rafael Espinosa constituyen en Bogotá la primera empresa eléctrica del país: Bogotá Electric Light Co. (Ochoa Franco, 2002; Toro Botero, 1984), con una capacidad de 70kw (Romero Mestre, 2006)<sup>6</sup>. Las dificultades técnicas y de suministro determinaron la liquidación de la empresa en 1905 (Toro Botero, 1984). El suministro de energía en la ciudad quedaría en manos de la firma Samper Brush y Cia. que promovería la construcción de una de las primeras plantas hidroeléctricas del país el Charquito sobre el río Bogotá con potencia de 600kw que llegaría a 1700kw mediante la financiación de nuevos accionistas.

---

<sup>6</sup> El proyecto inicial para la instalación de energía eléctrica de la capital contaba con “cuarenta y cinco luces de arco de mil doscientas bujías para alumbrado público, que exigían veinticinco o treinta caballos de fuerza y trescientas luces de diez bujías del sistema incandescente para residencias que se producían con diez caballos de fuerza con amplitud de calculo” (Toro Botero, 1984: p. 119)

*Imágen 1 Planta de generación El Charquito*



*Fuente 1 Empresa de Energía de Bogotá*

Para 1908 se crea la Compañía de Energía Eléctrica de Bogotá. Luego de la primera crisis de abastecimiento de energía por sequía en 1913, se creó la Compañía Nacional de Electricidad en 1920 que habilitaría las primeras centrales térmicas con capacidad de 4500kw para afrontar las incertidumbres de los 5800kw de la planta hidroeléctrica (Romero Mestre, 2006). Siete años más tarde con la unión de la Compañía de Energía Eléctrica de Bogotá y la Compañía Nacional de Energía serían fundadas las Empresas Unidas de Energía Eléctrica de Bogotá, con una mayoría accionaria del municipio pero administrada por parte de los privados y una capacidad de 10.300 kw.

Solo dos años después que en la capital del país, en Bucaramanga se crearía la Compañía Eléctrica de Bucaramanga 1891 con capital privado. Esta construyó la Planta de Chitotá, sobre el río Suratá, la primera hidroeléctrica del país proporcionando energía eléctrica a talleres y fábricas de la región. En la primera década del siglo se inicia la instalación de una planta hidroeléctrica en Floridablanca que prestaría el servicio de alumbrado a Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Lebrija por la Compañía Eléctrica Penagos S.A. que se disolvería en 1929 pasando a manos de la Compañía Eléctrica de Bucaramanga (Ochoa Franco, 2002).

En la capital antioqueña, 1895 fue el año de inicio de operaciones de la Compañía Antioqueña de Instalaciones Eléctricas, antecesora de EPM, con capital aportado en partes iguales por el Departamento, el Municipio y empresarios privados. Esta empresa para 1918 contaba con dos plantas, la Hidroeléctrica de Santa Helena y la de vapor como auxiliar, con una capacidad total de 750 kw instalados (Livardo, 1966). Para el fin de la primera década del siglo XX también Cali contaba con una compañía de suministro de energía eléctrica: Cali Electric Light & Power Co, de la familia Eder, que construyó una planta hidroeléctrica sobre el río Cali. En los mismos años la Compañía Colombiana de Electricidad, filial de la

estadounidense American and Foreign Power Company, prestaría el servicio en varios municipios de la Costa Atlántica hasta su nacionalización en 1962 (Medina, 1977).

El crecimiento del sector eléctrico fue muy lento durante las tres primeras décadas del siglo XX y estuvo concentrado y centralizado, bajo la administración de empresas de carácter privado, en ciudades como Bogotá, Medellín y Cali, las cuales desarrollarían sus sistemas autónomos. En 1930 el país contaba con 45 MW de potencia instalada para 7 millones de habitantes: poco más de 6 KW para 1000 habitantes [hoy se tienen casi 300 KW por mil habitantes] (Medina, 1977).

Sumado a la centralización del suministro de energía en las principales ciudades, el hecho de que el servicio funcionara a favor de la clase dirigente del país (De la Pedraja Toman)<sup>7</sup>, la incapacidad de ahorro interno y la insuficiencia de fondos de las principales empresas eléctricas produjo que, tanto los particulares como las empresas privadas, no realizaran las inversiones necesarias para hacer las ampliaciones requeridas en el sector, provocando una serie de fuertes debates y una presión política que terminó varias veces en la apropiación de dichas empresas y la prestación de sus servicios por parte Estado como en el caso de Bogotá.

Las intervenciones realizadas por parte del Gobierno Nacional, en el seno de las instituciones políticas e inclusive jurídicas del aparato estatal durante inicios del S.XX, pudieron verse materializadas no solamente en la ejecución de políticas eléctricas por parte del Gobierno Nacional, sino también a través de la creación de instituciones públicas del Estado encargadas de la administración, abastecimiento y suministro de energía, respaldadas por leyes orgánicas que determinarían la gestión pública en materia eléctrica.

Como se expuso anteriormente, desde la introducción del servicio de energía eléctrica en Colombia en 1890, el Gobierno Nacional casi nunca había intervenido, y había dejado la tarea de supervisar las empresas públicas a los gobiernos departamentales y municipales, mientras que el suministro del servicio eléctrico era una tarea de compañías privadas o mixtas, en su mayoría extranjeras.

Aunque el Estado colombiano poseía todas las facultades constitucionales para intervenir, los jefes del gobierno de turno no tenían conciencia de la necesidad de suministrar un plan coherente para la electrificación del país. Como resultado de ello, se presentaron graves y costosos errores que, en gran medida, mantuvieron la expansión eléctrica del país atrasada (Livardo, 1966).

Este papel antagónico del Estado se reflejó en la incapacidad de varios gobernantes por solucionar los litigios que se presentaban entre los concejos municipales y las empresas privadas –en muchas ocasiones de carácter extranjero– en torno a la administración de las principales compañías eléctricas, así como de los recursos energéticos del país y en general

---

<sup>7</sup> : Como se expondrá más adelante, la actuación del Gobierno Nacional frente a la reducción tarifaria, no tenía otro fin que favorecer a los consumidores mayoritarios como lo eran las residencias de clase alta, los comerciantes, industriales y dueños de grandes almacenes, a costa de disminuir las tasas de ahorro interno y las utilidades de las empresas existentes que permitieran una posible expansión del sector.

la inhabilidad para proponer la evolución del sector eléctrico nacional (De la Pedraja Toman, 1993)

Ya para finales de la década de 1920, y gracias al rápido crecimiento de la población colombiana durante la primera mitad de este siglo -la cual condujo a una expansión notable de la frontera agrícola-, se produjo una mayor presión no solo sobre los derechos y propiedad de la tierra, sino también sobre el suministro de agua. Dicha coyuntura, sumada a los innumerables pleitos generados por los derechos al agua (que rara vez eran provocados por las plantas eléctricas, y más bien, eran un resultado de los reclamos conflictivos entre terratenientes), se intensificó hasta el punto en el que los gobiernos departamentales y municipales se vieron en la imposibilidad de solucionarlos, por lo que el Estado se vio en la necesidad de aprobar la Ley 113 de 1928, donde por primera vez se investía al Gobierno Nacional con la facultad de otorgar todas las concesiones futuras sobre derechos de aguas.

Lo anterior puede ser ejemplificado a través del caso de las Empresas Unidas de Energía Eléctrica de Bogotá (EUEEB), una entidad que nace en 1927 como fruto de una fusión de las dos empresas existentes en aquel momento luego de que el Estado, por medio del concejo municipal, utilizara los dineros de un empréstito concedido por la firma neoyorquina Baker, Kellog & Company para adquirir el control y la mayoría de las acciones de la misma (Medina, 1977). Dichas acciones suscritas por el concejo, serían las que luego le permitirían a dicho ente gubernamental inyectar un monto de capital indispensable para la realización de proyectos y planes de expansión, reflejados en el incremento de la capacidad eléctrica de 14 megavatios en 1930 a 22 megavatios en 1936 (De la Pedraja Tomán, 1993). El destino e historia de esta compañía será un caso excepcional, ya que 3 años después de su nacimiento y después de varios litigios entre empresas extranjeras (decididas a quedarse con el manejo de la compañía) y facciones de corte nacionalista, acompañadas de la creciente acción intervencionista del Estado y el actuar de los accionistas colombianos, finalmente se impidió la venta de la EUEEB a entidades extranjeras a inicios de la década de 1930.

Esta victoria económica política e institucional se vio reflejada en la evolución y diversificación de tipos de suministro de energía, así como un incremento en el alcance y capacidad de producción que perduró hasta mediados del S. XX. La compañía había aprendido que la prolongada sequía durante los meses de verano era inevitable al menos una vez cada cinco años y que el clamor por los cortes en el suministro público -que en varias ocasiones se vio materializado en protestas públicas-<sup>8</sup>, también eran tangibles. Esto

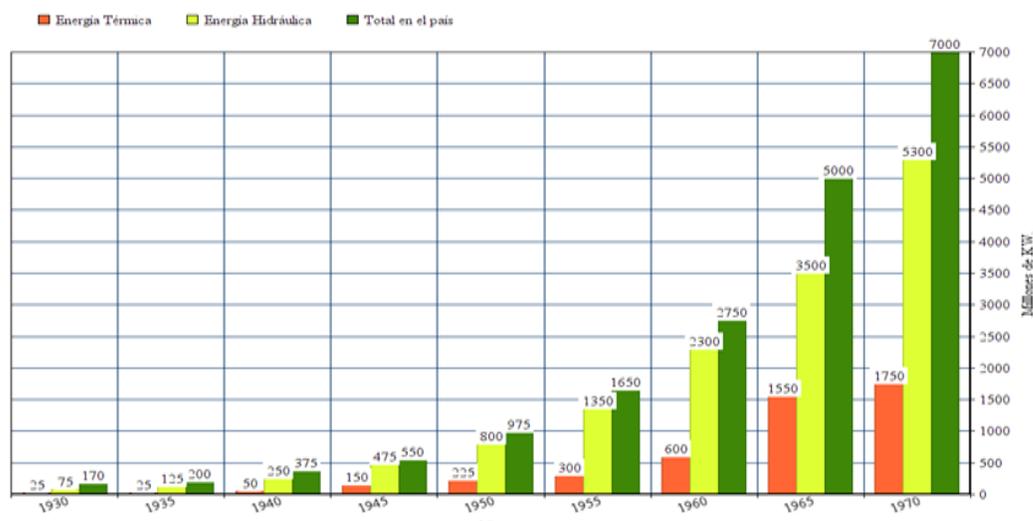
---

<sup>8</sup> Unas de las manifestaciones más fuertes tuvieron lugar en la ciudad de Cali, cuando la American and Foreign Power Company, a través de su filial colombiana, la CCE (Compañía Colombiana de Electricidad), enfrentó a fines de octubre de 1931 un fuerte movimiento de protesta precedido por grupos políticos de clase media y popular de la ciudad. Dicha protesta tuvo como principales causas una serie de acusaciones que señalaban indicios de explotación hacia los trabajadores, así como reivindicaciones para que las tarifas del servicio se redujeran en un 70% y el suministro gratuito para los sectores más pobres. Si bien la serie de protestas que se extendieron hasta el año de 1947 estuvieron plagadas de grupos que, al ver el dominio de la empresa extranjera, se veían privados de una serie de jugosos contratos, la disconformidad de una gran

repercutió en el desarrollo y la ampliación de las reservas de otros tipos de energía térmica, que a través del uso del carbón, podrían llegar a suplir la reducción en la generación de energía hidráulica durante los periodos de sequía. Sin embargo dicha ampliación requería de esfuerzos en términos de ahorro interno, pero también de la voluntad del gobierno en obligar a la empresa a mantener, e inclusive incrementar, el marco tarifario para reinvertir las utilidades en la expansión energética de Bogotá y del país con el fin de poder ultimar el bastimento de las plantas hidroeléctricas del Muña y del Guavio, sin que fuese preciso recurrir a empréstitos externos (Medina, 1977).

Aquel plan significaba en gran medida el primer paso que emprendería el Estado y sus instituciones hacia la transformación de una sociedad agraria atrasada, a una moderna comunidad urbana. Sin embargo como lo señala De la Pedraja Tomán en su libro “Petróleo, electricidad, carbón y política en Colombia”, tales proyectos nunca fueron del agrado de la clase dirigente ni de los grandes empresarios puesto que ellos eran los principales y más grandes consumidores de energía en el país. Esta puja en materia de términos tarifarios, pero también en torno al manejo de los recursos del país, es fundamental para el estudio de la historia de la energía en Colombia, ya que esta vendría a conjugarse como la primera experiencia real de una dinámica de constante roce entre la clase dominante y el Estado por limitar la maniobrabilidad de este último en su lucha por administrar los recursos y el suministro de la energía nacional durante gran parte del S.XX.

Gráfico 1 Desarrollo de la energía generada en Colombia 1930- 1970

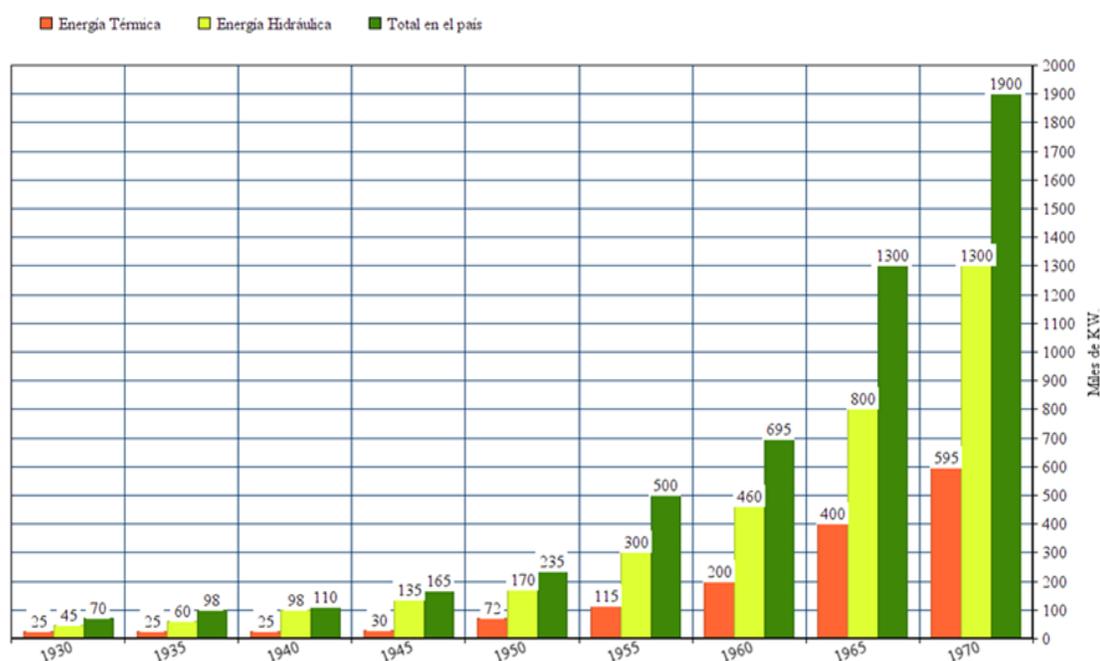


Fuente: ICEL

parte de la sociedad llevó a que en 1947, la CCE fuera expropiada y pasara a manos del gobierno municipal (Vélez Álvarez, 2013; Mondragón, 2006).

En el caso de la EUEEB , esta actitud particular del Gobierno Nacional que, en primera instancia parecía una decisión de carácter popular, terminó convirtiéndose en una medida que apoyó los intereses de la clase dirigente al subsidiar los costos de las residencias de clase alta, los dueños de almacenes, a los industriales y a los comerciantes, condenando al resto del país al subdesarrollo y eliminando así la posibilidad de canalizar las reservas de la empresa hacia la ampliación de la capacidad de generación instalada y suministrada (De la Pedraja Toman, 1993). En este sentido y como se puede apreciar en las gráficas 1 y 2, no fue hasta finales de la década de 1930, e inicios de la década de 1940, que el suministro y la potencia instalada de las fuentes de energía térmica e hidráulica iban a mostrar avances reales (De la Pedraja Tomán, 1993).

Gráfico 2 Desarrollo de la potencia instalada en Colombia 1930- 1970



Fuente: ICEL

Aunque, en este caso particular y bajo la ya recurrente presión de las altas clases nacionales, el Gobierno, acudiendo a juicios de carácter “humanitario” y bajo el precepto de estar “en favor de la clase trabajadora”, terminó cediendo al reducir las tarifas en repetidas ocasiones, el maniobrar del Estado, así como las pujas políticas y económicos por la administración del sector, iban a tener distintas facetas que se desarrollan a lo largo del trabajo.

Esta presión local y privada tanto en el desarrollo del sector como con relación a su regulación caracterizó el primer periodo de evolución del sector eléctrico en Colombia. El servicio era de difícil acceso para la mayoría de la población sin ser concebido aún como un derecho social. En el panorama general del periodo también son notorias las dificultades financieras de las empresas y las continuas protestas

cívicas que llevarían al proceso de intervención estatal que caracteriza el siguiente periodo.

## **1930 y 1940: Antecedentes de una intervención limitada del Estado en el sector energético.**

Con la entrada de la década de 1930, el panorama institucional iría cambiando poco a poco, y a diferencia de los primeros 20 años de historia eléctrica en el país, en el contexto de la Gran Depresión y las tesis Keynesianas sobre el papel del Estado en la economía, el Gobierno Nacional en Colombia iba a tener una maniobrabilidad mucho mayor en torno a la administración energética del país, la cual se iría incrementando de forma constante hasta finales de la década de 1980. Las acciones legales desde el Congreso fueron continuas y visibles, pero las pugnas entre clase dirigente e instituciones gubernamentales, que en ocasiones también se dieron en forma de acercamientos políticos, seguirían marcando esa lucha continua que en última instancia dinamizaría la evolución del sector eléctrico y energético en Colombia.

La ya mencionada Ley 113 de 1928 que otorgaba al Gobierno Nacional la facultad de otorgar todas las concesiones futuras sobre derechos de aguas, fue el antecedente jurídico y legislativo que marcaría la participación del Estado en materia de electricidad a través de una cantidad considerable de intervenciones político jurídicas que se darían durante la mayor parte del S. XX. El Decreto 1551 inicia la participación en la regulación de las tarifas del servicio y la asignación de presupuesto nacional a las empresas municipales para aumentar la cobertura.

Con la reforma constitucional de 1936 se posibilita la intervención estatal en diversas actividades de la economía nacional (Vélez Álvarez, 2013). Con relación al sector eléctrico la Ley 109 del mismo año y el Decreto 1606 de 1937 darían inicio a la creciente injerencia de la Nación en control técnico y la administración del sector eléctrico y en general de los servicios públicos domiciliarios por medio de la instauración del Departamento de Empresas de Servicios Públicos (DESP), el cual se encargaría también de distribuir los dineros públicos para la construcción de pequeñas plantas municipales.

Es necesario señalar que la función del DESP se vería opacada desde el inicio de su operación por las constantes problemáticas locales de las pequeñas ciudades que, ya para la década de 1930, eran parte tangible de su constitución. Al ser aprobados por primera vez dichos dineros del Estado, la ambición y el apetito de varios gobiernos seccionales se hicieron presentes, y los hechos de corrupción y de transferencias desproporcionales entre secciones nacionales fueron una realidad que caracterizaría los inicios de la década de 1930 (De la Pedraja Toman, 1993).

En respuesta a estas concurrentes presiones locales, el gobierno creó a fines de 1940 un Fondo de Fomento Municipal para financiar la construcción de acueductos, alcantarillados, escuelas primarias, hospitales y plantas eléctricas. Este mismo Fondo se iría a convertir más

adelante, a partir década de 1950, en una institución independiente que, bajo el nombre de Instituto Nacional de Fomento Municipal (INSFOPAL), contribuiría de forma importante al sector eléctrico por medio de la instalación de los pequeños generadores necesarios para el bombeo de los sistemas de agua municipales.

Posteriormente, bajo el gobierno de Eduardo Santos, se presentaría ante el Congreso de la Nación la Ley 26 de 1938, “sobre suministro de luz y fuerza eléctrica a los Municipios, adquisición de empresas de energía eléctrica, (...) e intervención del Estado en la prestación de los servicios de las mismas empresas” (Ley 26 de 1938), donde se disponía a la Nación, los Departamentos, y los Municipios como principales responsables del establecimiento, desarrollo y financiación del sector.

Bajo esta enmienda legislativa, se le autorizaría al Gobierno Nacional constituir fondos destinados al desarrollo de proyectos energéticos -eléctricos- de orden municipal y departamental, y además se declararía de interés público la propiedad municipal de las empresas privadas de servicios públicos. El Gobierno Nacional ahora podía extender préstamos para que los municipios que carecían de fondos pudieran adquirir las acciones de los inversionistas privados, para así obligar a sus compañías a reducir drásticamente las altas tarifas que prevalecían en las principales ciudades del país, amenazándolas con la eventual expropiación. De igual forma, como lo expone Luis Guillermo Vélez Álvarez (2013), al amparo de esta norma, se llevó a cabo la creación de HIDROLEBRIJA, la CHEC y CHIDRAL<sup>9</sup>.

Sin embargo, y al igual que la Ley de 1936, esta medida se vería también obstaculizada por los frecuentes litigios entre el Estado, sus instituciones y la clase dirigente de las distintas regiones del país. Aunque es cierto que el fin último de esta era otorgarle al Estado un rol más activo en la economía, la facultad que se le concedía para fijar las tarifas se tornó inútil, pues la mayoría de las veces ésta era contrarrestada por intensas presiones políticas locales<sup>10</sup>. En efecto, la medida no garantizó la estabilidad financiera para la inversión en

---

<sup>9</sup> CHIDRAL (Central Hidroeléctrica del Río Anchicayá), fue, desde su creación, la empresa eléctrica pionera en los proyectos eléctricos en el Valle, donde se distinguía su participación y asesoría en programas de gran envergadura, preocupándose por lograr la mayor eficiencia en la producción del servicio energético (Vélez Álvarez, 2013).

Por su parte la CHEC (Central Hidroeléctrica de Caldas), fue la central encargada de llevar a cabo las transferencias en amplias zonas de la región antioqueña a distintas instalaciones hidroeléctricas y térmicas del lugar (Vélez Álvarez, 2013).

En cuanto a la Central Hidroeléctrica del Río Lebrija, esta nació como una iniciativa de negociantes-comisionistas dispuestos a crear una empresa rival que pudiera competir con la ya existente Compañía Eléctrica de Bucaramanga. Aunque dicha idea de particulares y privados nunca se pudo dar a causa de los estimativos y costos previstos del proyecto, después de intenso cabildeo y presiones políticas, el gobierno colombiano finalmente accedió a proporcionar el 51% del capital necesario para la construcción de la Central Eléctrica del Río Lebrija en el año de 1943 (Medina, 1977).

<sup>10</sup> Uno de los acontecimientos más notables fue cómo a causa de los intereses políticos de la clase dirigente, el departamento de Caldas se vio en la imposibilidad de cubrir los gastos locales de la construcción de la CHEC (Central Hidroeléctrica de Caldas), obligando a que la región padeciera una escasez permanente de electricidad, durante finales de la década de 1930 e inicios de la década de 1940. Como consecuencia de la falta de fondos gubernamentales para abastecer los costos de la CHEC, en la década 1940, dos técnicos

proyectos que posibilitaran un aumento sostenido de la oferta de energía eléctrica en el país (Mantilla González, Duque Daza y Galeano Hureña, 2008). En efecto entre 1930 y 1946 el aumento de cobertura municipal del servicio de energía eléctrica fue de tan solo 6 municipios y la expansión de la capacidad instalada se desacelera con respecto a la década anterior (Ochoa Franco, 2002).

El limitado impacto de la Ley en la evolución del sector eléctrico se explica en gran medida por la premura con la que fue aprobada en el Congreso. La falta de un acondicionamiento previo del Estado en materia de financiación pública y maniobrabilidad operativa para manejar la expropiación de las empresas privadas de servicios públicos significó que al llevarse a cabo la confiscación de estos activos, la subvención del sector energético dependería totalmente del presupuesto nacional, lo que ya de entrada suponía un conflicto de intereses concurrentes en materia de gasto público (Livardo, 1966).

El Gobierno Nacional en el proceso de asumir el manejo del sector eléctrico carecía de un plan nacional coherente para sacar adelante los proyectos. El DESP y el Ministerio de Economía, en su facultad de fomentar los proyectos con dineros públicos, distribuían cantidades exiguas a municipios y pequeñas ciudades para luego asignar un equipo operativo a funcionarios municipales no sabían manipularlos, como lo plantean Hernández Umaña y Ávila Forero (2010) en gran medida debido a dificultades en la migración de conocimiento que generara capacidades. En adición estos equipos solían no alcanzar el nivel de suministro necesario para las necesidades locales además de que con frecuencia solo suministrara energía en el rango de los 100 kw y utilizara como combustible diésel o gasolina, lo que hacía más su costoso funcionamiento (De la Pedraja Toman, 1993).

Con base en lo anterior, es posible establecer que la primera mitad de S. XX fue una época que significó avances tanto para el sector eléctrico como para el sector energético en general, se modernizó, se amplió la cobertura y la inversión (Tobón & Valencia, 2003). Sin embargo, un análisis detenido muestra que los resultados de la participación del Gobierno en el sector eléctrico nacional fueron más bien escasos (De la Pedraja Tomán, 1993; Vélez Álvarez, 2013). Dichos resultados fueron la consecuencia no solo de la poca experiencia y preparación en materia de planeación y rango de operatividad, con la cual el Estado asumiría las riendas de la administración del sector energético, sino también, y en mayor

---

que hacían parte de la embajada soviética en Bogotá, y que ya habían llevado a cabo rutinas de inspección de la sede hidroeléctrica, ofrecieron la asistencia técnica necesaria con el objetivo de llegar a un acuerdo mediante el cual los excedentes de café de Caldas pudieran ser intercambiados por equipos técnicos, entre ellos costosos generadores eléctricos de procedencia soviética. Este hecho no solo significaba una gran oportunidad para el desarrollo del departamento, sino también una alternativa para solucionar los problemas de costos que significaba la monopolización de manufactura y venta de equipó eléctrico pesado por parte de un puñado de multinacionales que negociaban con el gobierno colombiano. Sin embargo, la clase dirigente local rechazó abruptamente la propuesta, sin siquiera someterla a consideración del Gobierno Central. El capricho político de dicho sector, no solo generaría un malestar por parte de los soviéticos, sino también la insuficiencia de fondos destinados a los costos locales de construcción, que finalmente el Gobierno Nacional se vio obligado a suministrar, empeorando los problemas financieros que se dieron producto de los elevados costos de la importación de maquinaria pesada, luego de la negación de una solicitud por un millón de dólares presentada al Export Import Bank (De la Pedraja Toman, 1993)

medida, de las intensas presiones políticas de la clase dirigente y de algunos gobiernos locales, los cuales limitaron la jerarquía institucional de los gobiernos de turno sobre el manejo del sector (De la Pedraja Tomán, 1993; Sandoval, 2004). Como lo plantea Wiesner (1992) el control nacional no se ejercía en forma efectiva y el financiamiento y control del sector seguía siendo municipal.

El cierre de la primera mitad del S. XX se da con la aprobación de la Ley 80 de 1946, que le daría la función social a la propiedad pública y que paradójicamente sería aprobada en el Congreso con el apoyo de los principales terratenientes del país (De la Pedraja Toman, 1993). Se crea entonces el Instituto de Aguas y Fomento Eléctrico (ELECTRAGUAS), con la función de llevar a cabo los estudios de factibilidad de electrificación además de tener a cargo la construcción y financiación de estas obras. Por otra parte, el instituto tendría la función de control de las inundaciones y de la irrigación. La Ley era el resultado de la necesidad del Estado de ir más allá de la regulación del sector energético para intervenir en el desarrollo de proyectos de generación y distribución.

El sustento financiero de la institución requirió el otorgamiento de partidas adicionales del presupuesto nacional y la asignación de todos los ingresos por concepto de regalías de concesiones petroleras. Si bien en ese momento las regalías pagadas por las compañías petroleras eran muy bajas, ELECTRAGUAS iba a descubrir a principios de 1947 que el Gobierno no tenía importantes proyectos de electrificación en consideración y que el verdadero propósito de esta ley había sido canalizar las regalías del petróleo hacia los bolsillos de los principales terratenientes en forma de proyectos de irrigación. De esta forma, durante sus primeros años de operación, ELECTRAGUAS, institución pública del Estado, iba a limitarse a atender los ambiciosos trabajos de irrigación exigidos por los propietarios de haciendas y la clase dirigente regional (De la Pedraja Tomán, 1993). En la década siguiente el instituto cumpliría la función para la que había concebido, entre 1950 y 1962 crea dieciséis electrificadoras departamentales, algunas de las cuales siguen en funcionamiento como la Central Hidroeléctrica del Bajo Anchicayá, en el Valle del Cauca, y la Central Hidroeléctrica La Esmeralda, en Caldas.

De igual manera es posible señalar la reforma constitucional de 1954 como otro hito histórico en el desarrollo de los servicios públicos. Por medio de ésta se permitiría la creación de establecimientos públicos con personería jurídica, autonomía presupuestal y financiera (Álvarez, 2013; Livardo, 1966), con lo cual pudieron concebirse nuevas empresas autónomas como lo fue la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC- y algunas de las empresas ya existentes, como fue la Empresa de Energía de Bogotá y las Empresas Públicas de Medellín, las cuales pudieron convertirse en entidades autónomas de los gobiernos municipales al subsidiarse propiamente de sus utilidades generadas.

En este mismo año se inician los primeros estudios para la interconexión del sistema eléctrico que sin embargo no tomarían forma real hasta el condicionamiento del Banco Mundial en 1963 que propició el acercamientos entre las principales empresas electrificadoras (EPM, EEEB y CVC). Este tenía como propósito evaluar la factibilidad de

interconexión de sus sistemas eléctricos a través del “Comité de Interconexión”. Posteriormente en 1964, ELECTROAGUAS y el DNP se unirían al comité para darle un carácter de interés nacional al tema de la interconexión.

La ausencia de interconexión entre las plantas generadoras locales impedía el su aprovechamiento óptimo. Mientras que en la mayoría de ciudades de la Costa Atlántica se abastecían de costosa energía térmica, en el interior del país se desperdiciaba el excedente hídrico que se producía durante los fuertes inviernos. Además el sistema estaba desprotegido frente a las eventualidades climáticas y no era posible explotar ni las complementariedades hidrológicas entre el occidente y el oriente del país. En consecuencia la idea de la interconexión, que iba a tener un papel fundamental en la administración Lleras Restrepo, comenzaba a tomar forma pero era vista con recelo por las empresas departamentales, municipales y de las ciudades grandes que la percibían como una posible limitación de su autonomía (Wiesner, 1992).

Para los albores de mitad del S.XX, el panorama eléctrico del país respondía al criterio con el que había evolucionado su regulación, de cobertura dentro de las regiones y de ampliación de la generación, pero era aún desalentador y requería de una evolución que solamente pudo verse materializada en términos infraestructurales y de cobertura a finales de la década de 1960 como se puede observar en las Gráficas 1 y 2. Para Agosto de 1966, la generación eléctrica estaba concentrada en las principales ciudades del país y su producción en plantas eléctricas aisladas era solamente de 1.558.740 kw instalados y 1667 kilómetros de líneas de 66 y 115 kw de transmisión e interconexión a un plano únicamente regional (De la Pedraja Tomán, 1993; Ochoa Franco, 2002).

## **El sector eléctrico y la administración Lleras Restrepo (1966 – 1970): un estudio de caso relevante**

El gobierno de Lleras Restrepo tiene una importancia particular en términos de la participación del Estado y las instituciones gubernamentales en el manejo del sector energético. Este llevaría a su máxima expresión la influencia del Estado y las instituciones gubernamentales sobre el sector hasta el punto que la regulación, la administración, distribución y suministro de los recursos energéticos del país iban a ser una cuestión en su mayoría estatal.

Después de la creación del Comité de Interconexión en los primeros años de 1960, que encargó a la firma Middle West Service Co recomendar la estructura institucional más adecuada para el sistema de interconexión, desde 1966 se dan los primeros indicios factuales de evolución y organización en torno a los proyectos de energía eléctrica, con la creación de Interconexión Eléctrica SA (ISA) en 1967 y a partir del llamado Plan Eléctrico de 1966 y la Política Eléctrica del Gobierno. Los puntos principales y esfuerzos de dicho plan, se concentraban esencialmente en la interconexión general de los sistemas eléctricos nacionales (primero con líneas a 230 Kw. y 115 Kw., y posteriormente a 380 Kw) y en la creciente descentralización del sistema de energía eléctrico del país, donde se le daba un énfasis especial a la energización de las zonas rurales.

Teniendo en cuenta los problemas de fondos y de baja autonomía por los cuales atravesaba ELCTRAGUAS, la administración Lleras Restrepo, se propuso llevar a cabo, a través del Decreto 3175 de 1968, su reforma administrativa. Por medio de La Ley Orgánica del Instituto este pasaría a ser el Instituto Colombiano de Energía Eléctrica (ICEL) que hasta los años 90, sería la entidad rectora de las electrificadoras y la encargada de canalizar a los departamentos los recursos de la Nación. Las novedades de este nuevo ente regulador versaban en torno a la creación de un grupo de trabajo dedicado a la Planeación (el cual fue inexistente bajo la administración de ELECTRAGUAS), que se ofrecía a estudiar los planes de generación, transmisión y distribución y las proyecciones de los consumos. De igual manera se adjudicaba las tareas de control y vigilancia del Plan Nacional de Electrificación y los estudios de planes específicos.

El nuevo instituto encargado de la planeación y ejecución de proyectos de transmisión significó sin embargo conflictos con las competencias de las recientemente creadas ISA y la Corporación Eléctrica de la Costa Atlántica (CORELCA). La primera de estas en efecto tenía como funciones principales la coordinación, la planeación y ejecución de proyectos de interconexión entre los grandes centros de consumo, como lo eran Bogotá, Cali y Medellín y tenía como socios las Empresas Públicas de Medellín, la Empresa de Energía Eléctrica de Bogotá, la CVC-CHIDRAL y ELECTROAGUAS, cada una con el 25% de participación accionaria. CORELCA a su vez tenía estas mismas funciones pero con relación a las electrificadoras de los siete departamentos de la Costa Atlántica. Sólo hasta la década siguiente se tendría un enfoque integrado del sector, empezando a superar las disputas entre los intereses regionales y los nacionales.

A través del programa trazado en la Política Eléctrica de Gobierno, se llevaron a cabo grandes esfuerzos por conformar un plan nacional que procurara la extensión del servicio eléctrico a los distintos rincones del país. El proyecto de interconexión masiva del sistema eléctrico, que se encontraba en periodo de construcción durante el mandato de Lleras Restrepo, y a cargo de ISA, planeaba la construcción de las líneas Bogotá – Manizales (La Esmeralda), La Esmeralda – Medellín y la Esmeralda –Cali, con la posibilidad de extraer otras líneas de transmisión de 230 kw que permitieran formar la extensa red de conexión que conocemos actualmente. Eran para ese momento proyectos de interconexión de 533 km con una capacidad de 250 mw que constituirían la “espin dorsal” de la interconexión del interior del país y que registraría inversiones de US\$ 24 millones financiadas a través de un empréstito de US\$18 millones del Banco Mundial y US\$ 6 millones de recursos públicos y de las empresas accionistas.

Por otra parte, con el objetivo de hacer efectiva la ampliación en cobertura y potencia eléctrica instalada, la política buscaba transferir, de manera prioritaria, aportes del presupuesto nacional a las diferentes entidades que prestaban el servicio público en los centros urbanos del país a la vez que se le daba prioridad a los sectores rurales (teniendo en cuenta que para ese momento alrededor de 6 millones de personas equivalentes a un 30% de la población no contaban con el servicio de energía eléctrica) (ICEL, 1970). El programa trazado en la Política Eléctrica de Gobierno, condujo a grandes esfuerzos por conformar un

plan nacional que procurara la extensión del servicio eléctrico a los distintos rincones del país.

Estos precedentes serían fundamentales en cuanto a historia eléctrica en Colombia se refiere, tanto por el efecto que tendrían frente al aumento de la potencia instalada, como por el alcance de esta en distintas zonas rurales del país. En este sentido, la administración Lleras procuraba no solamente el mejor aprovechamiento de la plantas existentes para obtener energía a más bajo costo, sino también poner en marcha unos de los procesos de descentralización más grandes del país, mediante la mejora del servicio donde ya existía y llegando con la energía confiable también a la gran masa de población rural que, en dicho momento, al carecer de los servicios eléctricos, recurrían al uso de energéticos no convencionales como la leña no comercial y los trabajos animados. Se crea para este fin la Sección de Electrificación Rural, encargada de todos los aspectos relacionados a la solución de problemas del servicio eléctrico en las zonas rurales del país y de la coordinación de esfuerzos de las entidades gremiales, de acción comunal y asociaciones de usuarios.

Los postulados básicos de la Política Eléctrica de 1966 – 1970 constituía la estructura del programa de gobierno de esta administración en materia energética y prevalecerían más adelante en otros gobiernos. El primer punto hacía referencia a la idea de que el Estado, en los diferentes niveles gubernamentales y a través de las entidades especializadas existentes o que se creyeran convenientes de establecer en el futuro, deberían ser los productores y distribuidores de la energía eléctrica (Informe del Instituto Colombiano de Energía Eléctrica, 1970).

De esta forma se establecían no solamente las bases fundamentales para conceder al Estado la propiedad perentoria sobre el sector, sino también las bases políticas para declarar que tanto el sector energético en general, como el servicio eléctrico, deberían ser servicios eminentemente públicos.

Entre los postulados básicos de esta política se señala también la intención del gobierno por “terminar *aceleradamente* el plan de construcción de plantas hidroeléctricas y termoeléctricas y de líneas de trasmisión e interconexión que se hallaban en proceso, así como el rápido inicio de los proyectos ya aprobados por las entidades ejecutoras y por Planeación Nacional” (ICEL, 1970).

Frente a las inversiones en el sector, se señala que la orientación general de dicho gasto público “tendría que hacerse alrededor del concepto de la satisfacción oportuna de la demanda de la comunidad para adelantar los estudios de las diferentes fuentes hidroeléctricas” (ICEL, 1970).

Así, y según el informe realizado por el ICEL en el año de 1970, para 1958 había una potencia instalada de 633.934 kw cuatro años más tarde había aumentado un 34% y desde 1962 a 1966 la potencia instalada creció 2.5 veces más que en los cuatro años anteriores. Finalizando la década del sesenta la potencia instalada sin contar la generación privada era 1.903.990 kw, es decir 300 veces mayor que a inicios de la misma década. Esta evolución rápida de la potencia instalada en términos absolutos, se mantiene con relación a la

pobalcion. Los wattios instalados por habitante pasan de ser en 1958 de 46 watts por habitante a 54 watts cuatro años más tarde y a 84 watts en 1966. Esto quiere decir que en el lapso de 8 años la capacidad instalada de energía eléctrica por habitante tuvo una tasa de crecimiento acumulada del 83%. Ya para 1970 se llegó a los 110 w. por habitante. Así mismo, la generación eléctrica y potencia instalada creció al punto casi de duplicar las cifras de la década anterior (gráficos 1 y 2) con incrementos materializados en los 400 Kwh/habitante/año. En términos de consumo, desde 1966 hasta el final de la década el crecimiento sería de un 36.5% (DANE – Sector de Energía Eléctrica).

*Tabla 1 Potencia instalada y watts por habitante 1958 - 1970*

	<b>POTENCIA INSTALADA SIN PRIVADOS</b>	<b>W POR HABITANTE</b>
1958	633.934 KW	46w
1962	847.945 KW	54w
1966	1.558.740 KW	84w
1969	1.903.990 KW	110w

*Fuente: ICEL – construcción del autor*

Aunque la administración Lleras Restrepo estuvo caracterizada por llevar a cabo una dedicada misión en torno al proyecto energético nacional, es necesario enfatizar que por una parte el carácter premuroso y ambicioso del Gobierno para impulsar aquellos proyectos de cobertura e interconexión eléctrica que se encontraban en periodo de construcción y licitación, sumado a la diversidad de intereses regionales y la falta de intereses consolidados nacionales iban a tener unos efectos devastadores para el sector en términos financieros.

## **Las crisis energéticas mundiales y la apertura económica**

En los primeros años de la década de 1970 hasta la década de 1990, la coyuntura nacional e internacional en materia energética se caracterizaba por mostrar índices prometedores en cuanto a la evolución de las fuentes de producción, oferta y demanda energética, una estabilidad en los índices tarifarios, así como un crecimiento estable en cuanto a producción y exportación de hidrocarburos y carbón, que permitía el acceso de energía a la mayoría de los sectores de la sociedad colombiana.

Sin embargo, la década iniciaría con una grave crisis interna en ISA por intereses regionales contrapuestos que tuvo un gran impacto en el comportamiento del sector y fue la muestra de la necesidad del gobierno de tomar el control directo del sector. Tal impacto y el origen del conflicto se debían a que para finales de la década de 1960 la institución dominaba el sector eléctrico colombiano. En el transcurso de dos décadas se había convertido en la generadora cuasi monopolística del país, tras darse un acuerdo entre el

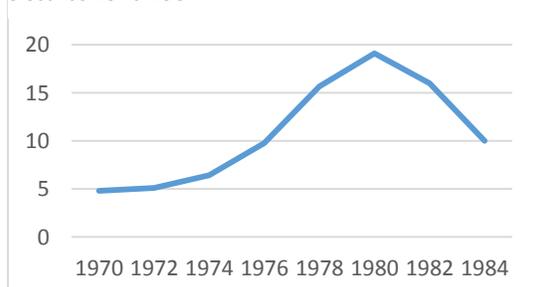
gobierno y la empresa mediante el cual se le otorgaba a esta última las concesiones para coordinar, planear y ejecutar proyectos de largo alcance. Sus socios en compañías distribuidoras vendrían a ser dueños de una pequeña capacidad de generación. Este hecho terminó causando un verdadero malestar en el sector, puesto que se condicionaba la participación de empresas de la índole de EPM (Empresas Públicas de Medellín) y la EEB (Empresa de Energía de Bogotá) en su intención de ejecutar proyectos que ya tenían estudios avanzados (Álvarez, 2011).

Con la creación del Ministerio de Minas y Energía y la Comisión Nacional de Recursos Energéticos el gobierno aúna el tema eléctrico para dirigir directamente las políticas de este, centralizando las decisiones de expansión y ejecución. De igual forma los Gobiernos Nacionales de la década de 1970, encomendaron a las principales instituciones nacionales ya instauradas como lo era ISA, con la ayuda del DNP, para realizar diversos estudios sobre el sector con el propósito de ampliar los conocimientos que el Estado debía tener en materia de recursos de generación, haciendo un énfasis especial en el análisis del inventario nacional de recursos hidroeléctricos, el desarrollo de metodologías de planeamiento a mediano y largo plazo, y el análisis de la estructura institucional del sector energético (Méndez Ávila, 2014) en particular respecto a la coordinación efectiva de las políticas energéticas. Entre estos se encuentran el Estudio del Sector de Energía Eléctrica (ESSE) en 1975 y el Estudio Nacional de Energía a finales de la década. La estrategia sin embargo no fue suficiente para afrontar los problemas institucionales acrecentados por los conflictos de intereses regionales y la incapacidad financiera de las empresas del sector para culminar las obras programadas que mantenía atrasado el desarrollo de infraestructura de generación y transmisión en el país.

Por una parte la estructura institucional del sistema continuaba presentando el problema generalizado de superposición de objetivos en relación con sus jurisdicciones y actividades. Este es el resultado en gran medida del proceso de consolidación del sector eléctrico por empresas oficiales creadas a nivel municipal, departamental y del gobierno central, cada una gestionada con cierto nivel de autonomía y con la firme disposición de mantenerla. La falta de coordinación institucional impacta en la sostenibilidad financiera del sistema a través desde la relación local con los problemas sociales que provocan las subidas de las tarifas para sostener los costos de producción, hasta las dificultades de poner en funcionamiento las complementariedades climáticas entre regiones por los afanes de preeminencia y celos entre las mismas y la duplicación de esfuerzos y políticas contradictorias que aumentan los costos de transacción en el sector.

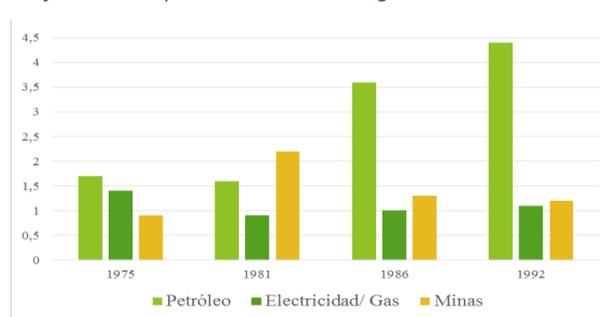
En cuanto a la insostenibilidad en términos de finanzas del sistema esta se iría acumulando durante dos décadas hasta la crisis general del sistema a principios de los noventa. A los impactos de las crisis energéticas

Gráfico 3 % del Presupuesto nacional dirigido al sector eléctrico 1970-1984



Fuente: ISA

Gráfico 4 Participación del sector energético en el PIB

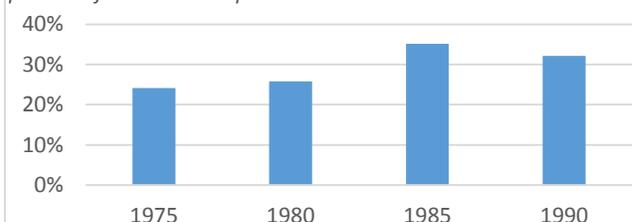


Fuente: DANE – Sector energético

internacionales en términos de financiación externa y a la reducción del presupuesto nacional destinado a este sector particularmente en la década de 1980, se sumó el deterioro real de las tarifas que descendieron un 25% en los primeros cinco años de la década del setenta, el aumento de en los costos de los proyectos de generación y transmisión y el congelamiento de la financiación del Banco Mundial de varias obras de infraestructura.

Entre 1973 y 1978 el país no obtiene créditos nuevos destinados al sector, mientras que entre 1976 y 1981 se crea, se cierra por problemas de política monetaria (1979) y se vuelve a abrir el Fondo Financiero de Desarrollo Eléctrico del Banco de la República. Para 1975 la deuda del sector alcanzaba el 25% del total de la deuda pública y el 17% de la inversión pública estaba destinada al sector eléctrico, porcentaje superior al de otros países en

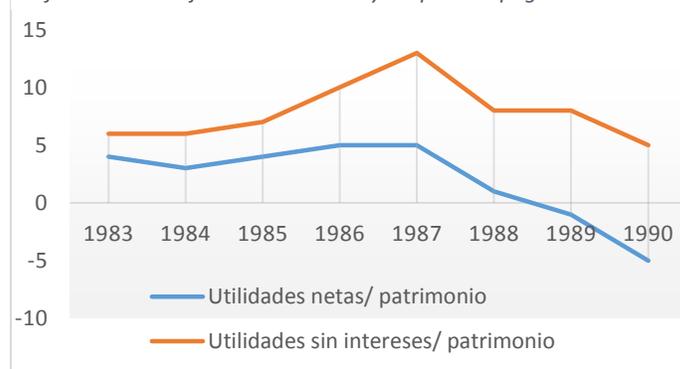
Gráfico 5 Deuda del sector eléctrico colombiano 1975-1990 como porcentaje de la deuda pública total



Fuente: Banco de la República

proceso de consolidar su sector eléctrico como México (13%) o India (15%) (Medina, 1977) y desproporcionado en relación con la contribución de este sector al PIB. A inicios de la década de 1980 se da además un drástico recorte de la proporción del presupuesto público destinado al sector eléctrico que se profundizada desde 1986 por el ajuste

Gráfico 6 Porcentaje utilidades antes y después de pago de interés



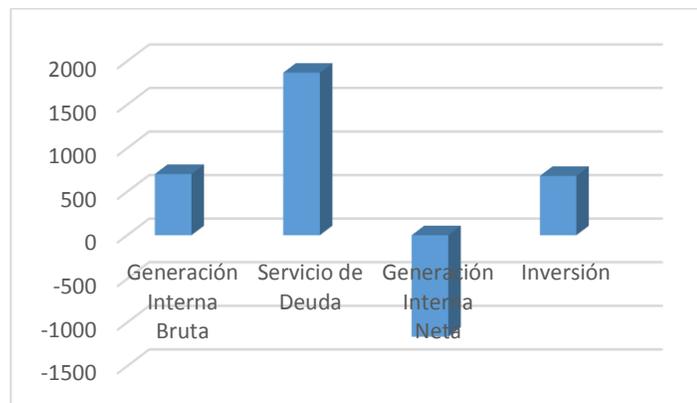
Fuente: FEN

cambiarlo que impacto con fuerza las finanzas del Estado con altos montos de pasivos en divisas. Este cambio, sin haber diseñado programas de diversificación energética, ni haber fomentado la generación suficiente de recursos por parte de las empresas públicas de electricidad, significó que para financiar las cuantiosas inversiones programadas, el sector acudió a más endeudamiento externo. En consecuencia hubo un incremento desmedido en el saldo de la deuda que ya para la década de 1980 venía incrementando de forma ininterrumpida. La deuda externa ascendió a tasas del 20% anual, pasando de US\$ 2860 millones en 1980 a US\$5,200 millones en 1990, es decir una tercera parte de la deuda pública externa del país (Proyecto de Ley Eléctrica, 1992). El sector era responsable del 30% de la deuda externa total y del 33% del déficit del sector público no financiero.

Durante toda la década de 1980 las utilidades después del pago de intereses estaban por debajo del 5% y continuaron descendiendo hasta llegar a ser negativas después de 1988. Para 1990 los ingresos totales (sin costos operacionales) eran de US\$700 millones, mientras que el servicio de la deuda ascendía a US\$1870 millones, dejando una generación interna negativa de US\$1170 millones. El sector se encontraba en una situación donde los recursos generados no eran lo suficientemente elevados ni para cubrir la deuda, ni para darse el lujo de saldar la deuda de proyectos que se encontraban en periodo de construcción o emprender nuevos proyectos de inversión y/o infraestructura.

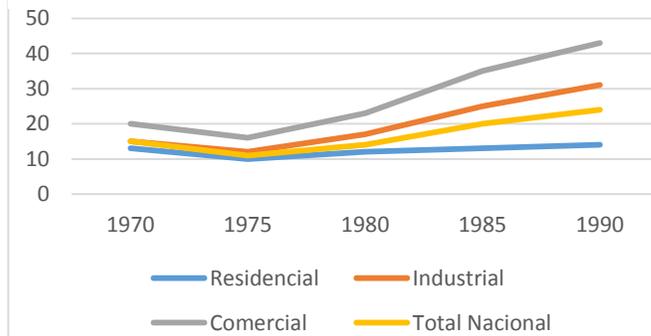
Como se estipulaba en el Proyecto de Ley Eléctrica de 1992, el efecto de dicho endeudamiento tuvo graves repercusiones al momento de agudizar lo problemas financieros de proyectos hidroeléctricos con largos periodos de construcción, ya que, por un lado, las condiciones de los créditos estipulaban la necesidad de iniciar la amortización de préstamos previo a la entrada en operación de los proyectos, y por otro, los niveles de amortización se encontraban en un nivel tan elevado, que era imposible trasladar los efectos de estas gravosas condiciones a los usuarios y consumidores.

Gráfico 7 Consolidado sector eléctrico colombiano - 1991



Fuente: FEN

Gráfico 8 Tarifa media real de energía eléctrica por sectores 1970 – 1990 \$/kWh

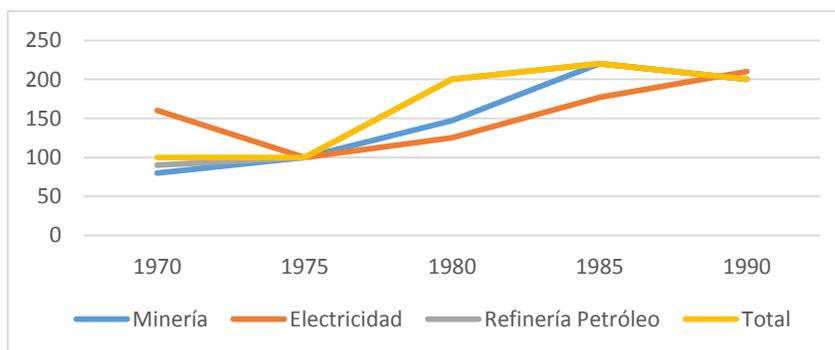


Fuente: ISA construcción del autor

El comportamiento de las tarifas durante el periodo, sumado al hecho de que la mayor parte de las inversiones realizadas se concentraron únicamente en la expansión de la capacidad de generación y sistemas de transmisión de alto voltaje, dejando de lado los esfuerzos por aumentar la calidad en la distribución (Banco Mundial, 1991), explican la recurrencia del sector al

endeudamiento por la dificultad del sistema para sostenerse con ingresos propios.

Gráfico 9 Precio de los insumos energéticos 1975 - 1990



Fuente: DANE

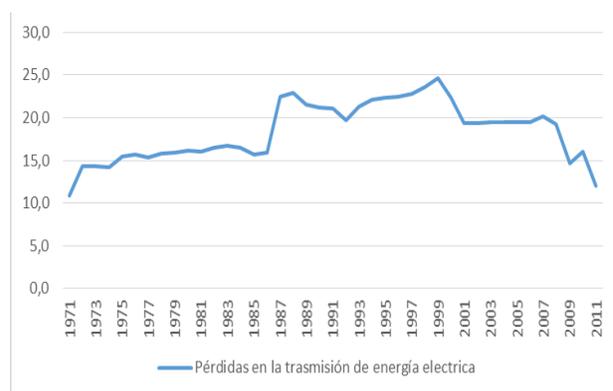
En términos reales, las tarifas decrecieron progresivamente durante el periodo de 1970-1975 en un 25%. Del 75 en adelante las

tarifas crecen paulatinamente, con el fin de introducir hábitos de uso más eficientes, especialmente en las actividades productivas. En efecto la tarifa media real del sector comercial e industrial inclusive se ubican por encima del costo económico de la prestación del servicio aún cuando en términos de insumos energéticos la electricidad es la de menor costo después de 1975. Sin embargo, la tarifa residencial, sector con mayores niveles de consumo, escasamente pudo recuperar el nivel que tenía en 1970. Este fenómeno tiene una conexión causal con el mal manejo del sistema nacional de subsidios energéticos.

Como se señala en la evaluación del Banco Mundial (1991), las bajas tarifas eran fruto de un sistema de subsidios poco riguroso y con escasos análisis socioeconómicos, que impedía diagnósticos adecuados sobre sus beneficiarios. En muchas ocasiones dichos programas resultaban subsidiando a familias pudientes de las ciudades que realmente no lo necesitaban, a costa de generar sobrecargos en las actividades productivas y de sacrificar la atención de otros sectores sociales y necesidades básicas de la comunidad. Así, y según un estudio independiente de ISA y la Universidad Javeriana realizado en 1991, los subsidios implícitos que se otorgaron, solo en 1991, tenían un valor próximo a los 150 mil millones de pesos (Proyecto de Ley Eléctrica, 1992).

Lo anterior coincide con la tasa de crecimiento promedio del consumo de cada uno de los sectores. Durante este periodo se mantiene superior en casi todos los años aquella del sector residencial en un promedio del 7.8% mientras que la tasa de crecimiento del consumo de energía eléctrica de las sectores productivos está alrededor del 5%.

Gráfico 10 Porcentaje de pérdidas de la producción de energía eléctrica en la transmisión



Fuente: Datos CEPAL – construcción del autor

Además de los problemas derivados de la estructura institucional y la sostenibilidad financiera el sector eléctrico del país consolidó la crisis que afrontaría a finales de la década de 1980 con las crecientes pérdidas eléctricas que se presentaban durante el proceso de producción y distribución de la electricidad. Aunque no todas las pérdidas eran recuperables por su naturaleza (fallas técnicas inherentes al proceso de transmisión de la corriente eléctrica), las pérdidas que se debían a fraudes, contadores adulterados, facturación deficiente y sobrecarga en redes y equipos de distribución eléctrica,

conocidas como pérdidas negras, eran consideradas el resultado de la gestión ineficiente de las empresas distribuidoras de electricidad (Plan Energético Nacional, 1994). Las pérdidas presentaron una tendencia a aumentar desde los primeros años de la década de 1970 hasta finales de la década de 1990. De la demanda total de electricidad en el país durante los primeros años de esta década, el 21,7% era atribuida a pérdidas energéticas que en términos económicos, representaban US\$150 millones al año, alrededor de un 10% de las ventas totales (Plan Energético Nacional, 1994). La cobertura del Estado de la sostenibilidad

financiera de estas empresas disminuía los incentivos a mejoras en eficiencia en este aspecto.

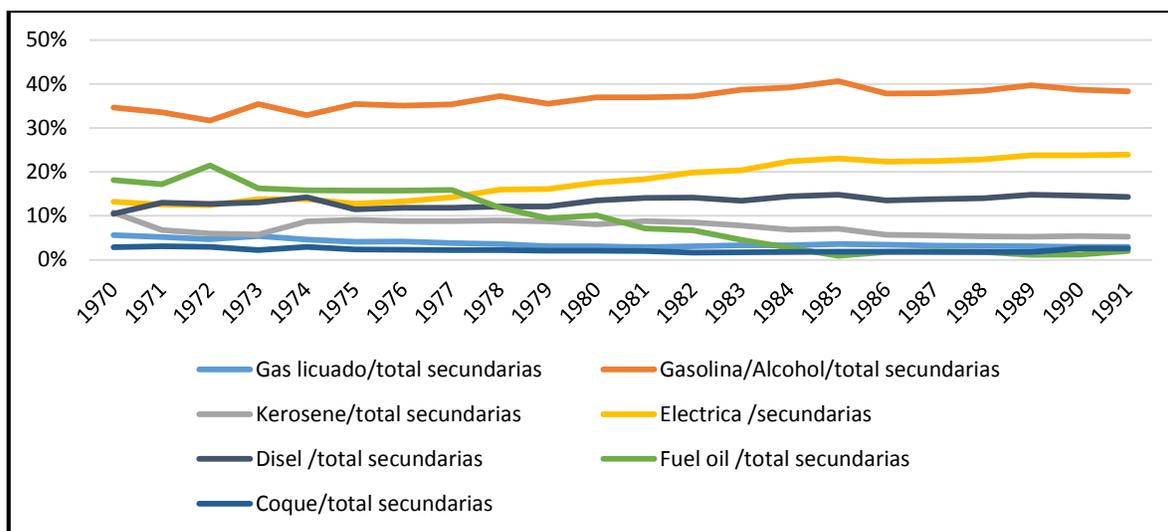
Los factores presentados se conjugan en la insolvencia generalizada del sector con utilidades netas negativas en más de cuatro puntos porcentuales.

Como consecuencia de la inversión desproporcional destinada al sector energético, que en su mayoría provenía de empréstitos externos en conjunto con la caída de las tarifas reales, las finanzas del sector desembocarían en un desequilibrio entre utilidades y costos que llegaron a poner en duda el hecho de que el plan de ampliación en cobertura se hubiera puesto en práctica con base en el concepto de la satisfacción oportuna de la demanda. De igual forma la insostenibilidad financiera del sistema ponía de relieve las ineficiencias que generaba la estructura de incentivos derivada de la forma en que funcionaba la institucionalidad del sector.

En última instancia es pertinente tener en cuenta los efectos que ha significado la ineficiencia administrativa sobre la crisis financiera que presentaba el sector energético en los primeros años de la década de 1990. Muchas de las empresas eléctricas de carácter público, que hasta ese momento habían prestado el servicio, habían perdido la credibilidad pública por ineficiencias plasmadas en temas como excesos en la planta de personal, actitud laxa de las administraciones, baja productividad de los trabajadores, pérdidas elevadas de electricidad, recaudación insuficiente, entre otros aspectos (Proyecto de Ley Eléctrica, 1992). Dichos problemas, sumados a las malas decisiones en materia de proyectos de inversión y de administración de los recursos, hacían inevitable que el costo del servicio se hiciera cada vez más caro y que en últimas fueran los consumidores quienes asumieran esta carga, ya sea en forma financiera o por medio de la deficiente prestación del servicio eléctrico.

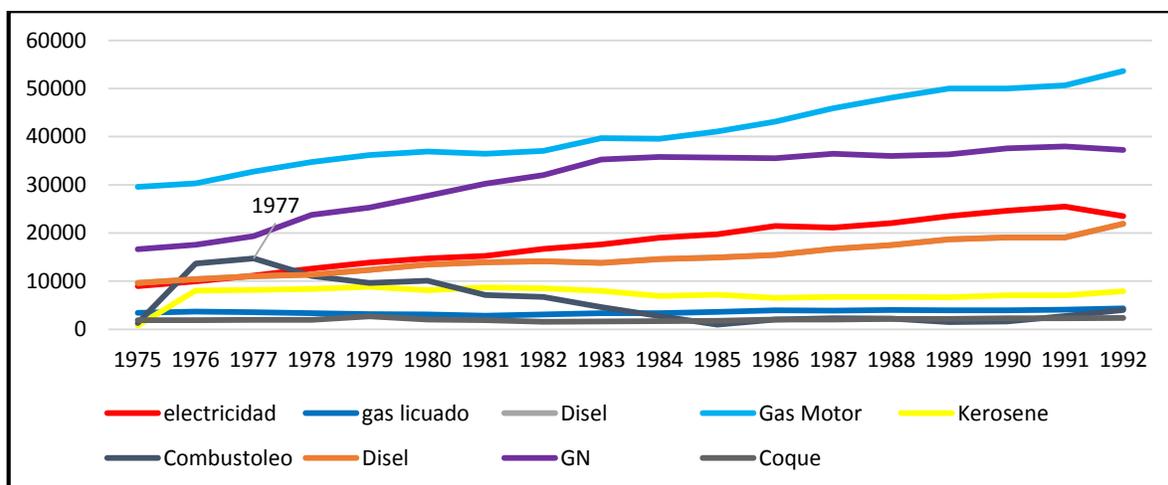
A pesar de la crisis del sector en términos financieros un efecto positivo de las crisis energéticas externas fue el mejor posicionamiento de la energía eléctrica dentro de las energías secundarias. En términos relativos el aumento de los precios de hidrocarburos significó un crecimiento de la participación de la energía eléctrica en la oferta de energías secundarias. Desde 1977 el combustible continuó cayendo hasta finales del periodo analizado mientras que la energía eléctrica se posiciona como la segunda energía con mayor participación. Desde el mismo año, en términos absolutos, la energía eléctrica es la tercera en la oferta interna, después del gas motor y el gas natural.

Gráfico 11 Participación en la oferta de energías secundarias



Fuente: datos CEPAL – construcción del autor

Gráfico 12 Oferta interna de energía en tercalorías.

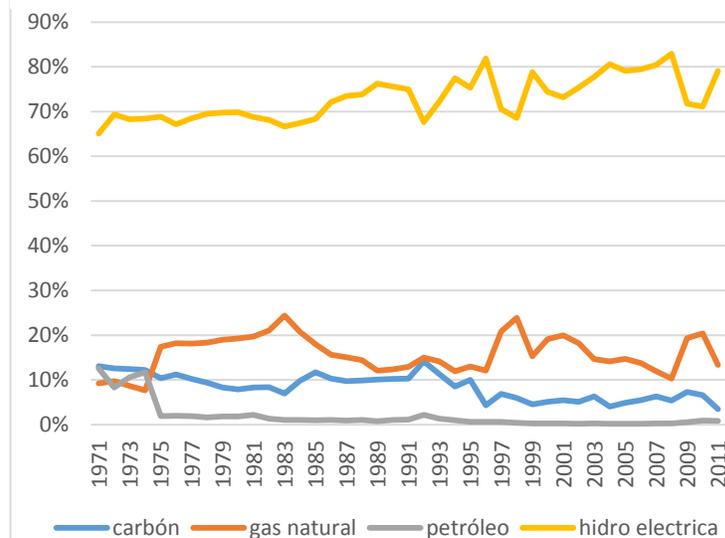


Fuente: datos UPME – construcción del autor

En efecto, a diferencia de la caída en la participación en la oferta de energías secundarias del combustóleo y el kerosen y del consumo de este último por el sector residencial, la oferta de energía eléctrica mantiene un crecimiento constante en el periodo y es después de la leña la energía de mayor consumo residencial. El comportamiento del consumo industrial de electricidad es también de crecimiento constante superando desde 1981 el consumo de combustóleo y desde el 89 el de bagazo.

De esta forma, los avances del sector eléctrico a lo largo del S.XX en torno al desarrollo de infraestructura física fueron bastante significativos, alcanzando los mayores índices en el contexto latinoamericano y superando en promedio a países como Brasil y ligeramente por debajo de países como Argentina y Chile. En 1970 solo el 40% de la población colombiana contaba con este servicio, veinte años después, en 1990, este porcentaje llegó al 80%. Durante el periodo se alcanzó una cobertura prácticamente del 100% en la mayoría de las cabeceras municipales del país.

Gráfico 13 Porcentaje tipos de energía primaria en producción de electricidad



Fuente: Datos CEPAL – Construcción del autor

El resultado general fue un aumento de la capacidad instalada 1970 hasta 1990 de cuatro veces y media la inicial, lo que significaba grandes inversiones en infraestructura pasando de 2080 megawattios en 1970 a 8356 en 1990 (Wiesner, 1992). La capacidad instalada era en un 78% de energía hidroeléctrica.

El crecimiento que se había dado a lo largo de este periodo puede dividirse en dos líneas de crecimiento de la producción: la primera data de la década previa a 1980, en la que se mantiene una tasa de crecimiento estable anual alrededor del 10%. La segunda línea de crecimiento, después de 1980 se encuentra en el rango del 6% anual, en consecuencia en primer lugar de la situación financiera de las empresas y en parte a causa de los ajustes en el consumo que significaron los cambios en el esquema de tarifas de aquel momento.

Con base en lo anterior es posible establecer que las reformas que vendrían para la década de 1990 surgieron como respuesta a una crisis continua del funcionamiento y financiamiento del sector, ocasionada en parte por la falta de separación de las funciones del Estado como empresario, como fijador de políticas para el sector y como regulador. Esta falta de separación de funciones del Estado, hacía mucho más difícil el manejo eficiente del sector ya que no solo comprometía la capacidad del Estado para endeudarse, sino que además creaba un alto grado de politización en las decisiones del sector a todos los niveles, poniendo a prueba su sostenibilidad (Ayala – Millán, 2003).

## La apertura económica y el nuevo panorama energético para Colombia.

El nuevo panorama energético se da en un contexto donde los cambios políticos y económicos a nivel regional tomaban fuerza y la mayoría de gobiernos latinoamericanos le apostaban a un nuevo modelo de desarrollo económico en el que se reducía el papel del Estado en el mercado y se abrían las puertas a nuevos agentes económicos para que, bajo la premisa de dinamizar el mercado al hacerlo más competitivo, las iniciativas y el capital privado tomaran impulso y se convirtieran en ejes fundamentales del entramado socioeconómico.

En el caso del sector eléctrico colombiano, es posible ver cómo la fragmentación y vulnerabilidad institucional del Estado de Bienestar, que llevaron a la politización de las decisiones del sector y el ineficiente manejo gerencial de las instituciones públicas, dio como resultado la reforma que se llevó a cabo durante el periodo presidencial de César Gaviria en materia de servicios públicos. Con la expedición de la Ley 142 de servicios públicos y la Ley 143 de energía eléctrica se materializaría un nuevo marco legal para el sector.

Un resultado inmediato y fundamental de la primera de estas normas fue el fin del monopolio natural del Estado sobre la provisión de los servicios públicos domiciliarios y con este la posibilidad entrada a este mercado de agentes inversionistas que aportaran capital financiar proyectos en el sector y el objetivo de optimizar el uso de los recursos en función de una mejor prestación del servicio y su sostenibilidad financiera. El gobierno sería el encargado ya no de todas las funciones en este mercado sino únicamente la de regulador, diseñando políticas y directrices para todas las actividades del proceso, desde las normas técnicas para la generación, hasta la fijación de tarifas del servicios interconectado.

La función del Estado consistía en mantener vigente un hábitat propio para que los agentes privados pudieran competir justa y libremente en el mercado eléctrico colombiano. En ese sentido y como se había establecido previamente en el análisis de los lineamiento del Proyecto de Ley Eléctrica 1992, por medio de la Ley 142 y 143, se establecían medidas complementarias para que, además de la existencia de una regulación estatal sobre aquellos mercados que, por su naturaleza, constituyeran monopolios naturales, se diseñaran también medidas de corte estatal para que exista en el sector, un nivel de competencia que garantice la entrada de un número mayor de actores en los segmentos donde fuere posible (Méndez Álvarez, 2015).

El nuevo orden reformista de inicios de la década de 1990, comenzó su funcionamiento con un sector en manos públicas, que empezó a ser privatizado a través de la compra de activos existentes (inicialmente en materia de generación eléctrica), participación accionaria y posteriormente en la compra y creación de empresas de distribución, que fueran capaces de responder la necesidad de reducir los costos económicos y políticos inherentes a una deficiente gestión pública. En la tabla 2 es posible observar cuáles fueron las principales ventas del sector público al sector privado y su respectivo valor en \$US.

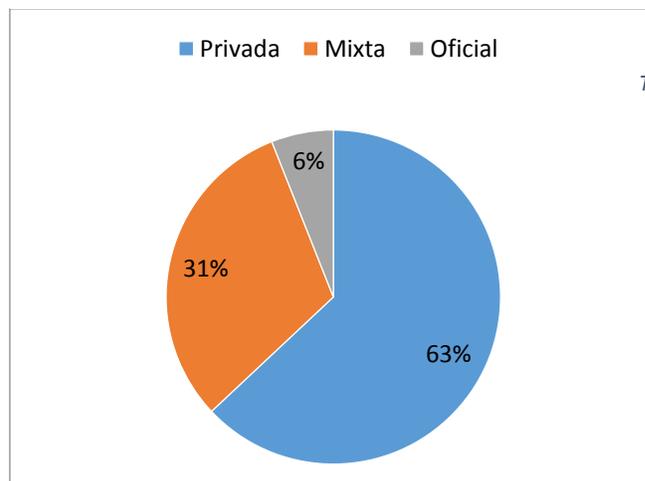
Tabla 2 Privatizaciones del sector eléctrico colombiano 1996 - 1998

	PROCESO	% VENDIDO	VALOR OPERACIÓN \$US MILLONES
<b>1996</b>	Chivor	100%	625
	Betania	100%	489
	Tasajero	56%	19
	Cartajena	100%	27
Total			<b>\$US 1160</b>
<b>1997</b>	EPSA	57%	519
	CODENSA	48.5%	1194
	EMGESA	48.5%	891
	EEB	11%	311
Total			<b>\$US 2916</b>
<b>1998</b>	Electrocaribe	65%	523
	Electrocosta	65%	512
	Traselca	65%	137
Total			<b>\$US 1172</b>

Fuente: DNP

La constitución de un nuevo marco legal para el sector energético, plasmado en la Carta Constitucional de 1991, no solo comprometería el alcance que el Estado tendría en el manejo de las empresas públicas del sector eléctrico, sino que también vendría a ser el incentivo que alentaría al capital privado a ingresar y posteriormente hacerse cargo del negocio mayoritario de la energía en Colombia.

Gráfico 14 Composición de la propiedad de empresas del sector eléctrico 2009



Fuente: SUI- SSPD (Informe Sectorial Energía, Gas y GLP 2010)

Tabla 3

PROPIEDAD	GENERADORES	
	% NÚMERO	% CAPACIDAD
PRIVADO	70,8%	56,4%
PÚBLICO	16,7%	26,1%
MIXTO	12,5%	17,5%

Fuente: ACOLGEN, tomada de UPME, informe 2011.

La composición de propiedad mayoritariamente privada de las empresas del sector eléctrico, sería el resultado de un proceso que, durante la década de 1990 y del 2000, permitiría al capital y a las empresas privadas apropiarse del servicio eléctrico y apoderarse

de la generación y distribución eléctrica del país. Para el año 2009, el 63% de la composición total de empresas que prestaban el servicio eléctrico era de carácter privado, entretanto, el número de la propiedad generadores, así como la capacidad generada también era liderada por los agentes privados, con un 70,8% y un 56,4 % respectivamente.

Para fines del estudio de los efectos institucionales y normativos del proceso de apertura económica sobre el sector se hace necesario tener en cuenta los criterios plasmados en el Proyecto de Ley Eléctrica (034) de 1992. Esta acción legislativa marcará una ruptura frente a los lineamientos económicos políticos e institucionales en cuanto al manejo que se le había proporcionado al sector eléctrico del país a lo largo del S.XX.

El objetivo de este proyecto de ley se plasmaba en torno a la posibilidad de construir un marco político y jurídico que permitiera solventar la crisis institucional y financiera del sector energético de la década de 1980, por medio de una acción legislativa que permitiera al sector eléctrico colombiano enfrentar los retos de la modernización de la economía, mediante empresas dotadas de estructuras institucionales ágiles y eficientes, sometidas a reglas comerciales y operativas claras y estables (Proyecto de Ley Eléctrica, 1992)

Los ejes fundamentales que marcarían esta iniciativa legislativa, (y el proceso que iniciaba con la apertura económica de la década de 1990), sería el papel protagónico que vendría a cumplir el sector privado en la administración del suministro energético y decaimiento del rol del Estado en su intención por tener el control sobre el manejo energético del país, remitiéndose únicamente a cumplir las tareas de carácter regulatorio en temas de observación y vigilancia.

La forma mediante la cual se pudiera subsanar las deficiencias estructurales del sector eléctrico se establecerían a partir de 4 elementos fundamentales plasmados en:

1. la creación de un mercado competitivo entre empresas, como medio para fomentar la eficiencia en el sector,
2. la regulación estatal de aquellos mercados que, por su naturaleza, constituyeran monopolios naturales con el objetivo de evitar abusos y proteger al usuario. A esto se sumaban las tareas de control, inspección y vigilancia por parte de las instituciones del Estado para garantizar eficiencia, calidad y continuidad en la prestación del servicio de electricidad.
3. La apertura al sector privado para fortalecer la competencia y estimular la incorporación de nuevas fuentes de capital, junto con la concesión de autonomía presupuestal, administrativa y financiera dichas empresas con el fin de que puedan operar en un ambiente competitivo.

Estas medidas sentarían las bases fundamentales del proceso que se emprendería desde la década de 1990, hasta hoy en día, con el fortalecimiento de las empresas privadas y el rescate financiero del sector eléctrico. La razón que explicaba este giro político y económico sobre la administración de los recursos energéticos se fundamentaba sobre el argumento de que una eventual prolongación del ritmo de las inversiones en el sector

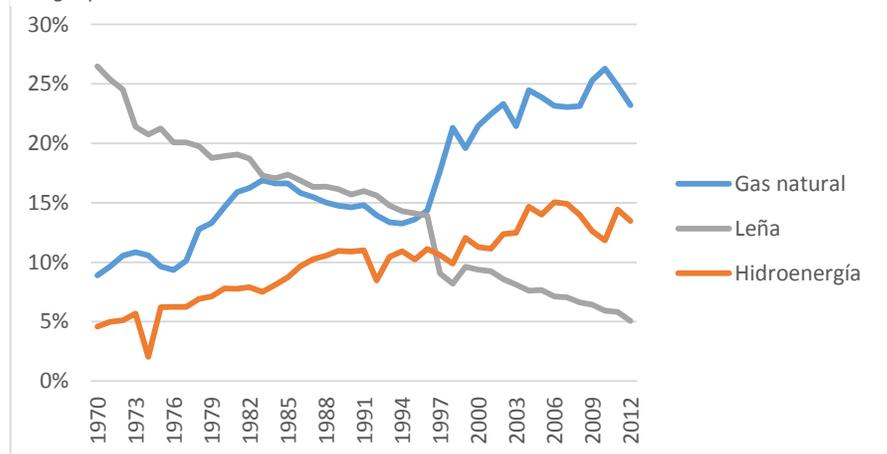
podría causar un daño significativo para la economía colombiana, en caso de mantenerse la estructura de propiedad estatal a todos los niveles del servicio. Por ello, según el Proyecto de Ley Eléctrica se establecía que “la única manera de reducir dicho impacto, consistía en incorporar nuevos inversionistas mediante el diseño de una reglamentación que permitiera el ingreso del capital privado al sector eléctrico junto con el reforzamiento de los programas de diversificación energética” (Proyecto de Ley Eléctrica, 1992).

Así, y según lo estipulado por el documento CONPES 2571 de 1991 realizado por el DNP, se establecía que El Proyecto de Ley Eléctrica permitía aliviar los problemas de inversión y endeudamiento por medio de la disposición de garantías para la atracción del capital privado, sentando los fundamentos para que los ajustes tarifarios en los precios de la electricidad, estimularan nuevas elecciones económicas y sustituyeran los consumos ineficientes de energía eléctrica por usos eficientes de fuentes alternas de energía.

Teniendo en cuenta lo anterior, la diversificación energética, como concepto referente a la reducción del consumo de electricidad mediante su sustitución por otros energéticos (en aquellos usos donde éstos últimos presentan un costo inferior), pudo ser en ese momento una solución estable para impulsar el consumo de los demás recursos, como lo eran el carbón, el petróleo y el gas natural.

En este sentido, se hace visible cómo, desde los lineamientos del Proyecto, se instó principalmente a fomentar el uso de gas natural como fuente alternativa de energía, a través del Programa de Masificación del Consumo de Gas, donde se promovía la optimización en el uso de las reservas, la extensión de la red de gasoductos, la ampliación de la oferta y la racionalización de los precios. En 1997 se crea la empresa industrial y comercial del Estado, Ecogas con la transferencia de los activos y los contratos sobre este recurso que tenía Ecopetro. El gas natural se convirtió dentro de las energías primarias en la de mayor participación en la oferta, desde finales de la década de 1990 con más del 20% del total. Al programa se sumó además un incremento sustancial de las reservas probadas y probables durante la década de 1990.

Gráfico 15 Porcentaje de participación de los tipos de energía primaria en la oferta de energía primaria total



Fuente: datos CEPAL – construcción del autor

Otro aspecto que se sumaba al incentivo de la diversificación energética, versaba en torno a la implantación de medidas que permitieran incrementar los niveles de eficiencia en los procesos de consumo de todos los energéticos, de tal manera que se

modificaran los hábitos de consumo tradicionalmente inadecuados y se incrementara el control sobre el desperdicio de los energéticos y su mala utilización. En relación con las pérdidas en consumo la iniciativa parece haber tenido un efecto positivo aunque no en la tendencia creciente de estas, si en su tasa de crecimiento. Desde 1975 hasta 1992 la tasa de crecimiento promedio fue del 8% y desde ese año en adelante desciende a un promedio de 6%, particularmente desde el inicio del siglo XXI cuando el promedio se encentra alrededor del 3%.

En cuanto a las ventas de electricidad, se puede observar que para 1990 casi la mitad del consumo final de electricidad (47%) era residencial, mientras que en la mayoría de países desarrollados del mundo, las ventas al sector residencial no superaban el 30% de las totales. Dicha cifra podría hacer pensar que, en aquel momento, e inclusive hoy en día, no se le está dando un uso adecuado a la electricidad en el país. En efecto, después del cambio en la estructura institucional del sector las participaciones en el consumo residencial de electricidad descendieron muy poco, de un promedio de 43.5% entre 1975 y 1990 a uno de 42% desde 1990 hasta 2012, mientras que las industriales también descendieron módicamente de un promedio de 32.5% en el primer periodo a 31% en el segundo. Solo el consumo comercial y público aumento su participación promedio en el consumo final de energía eléctrica en casi 3 puntos porcentuales.

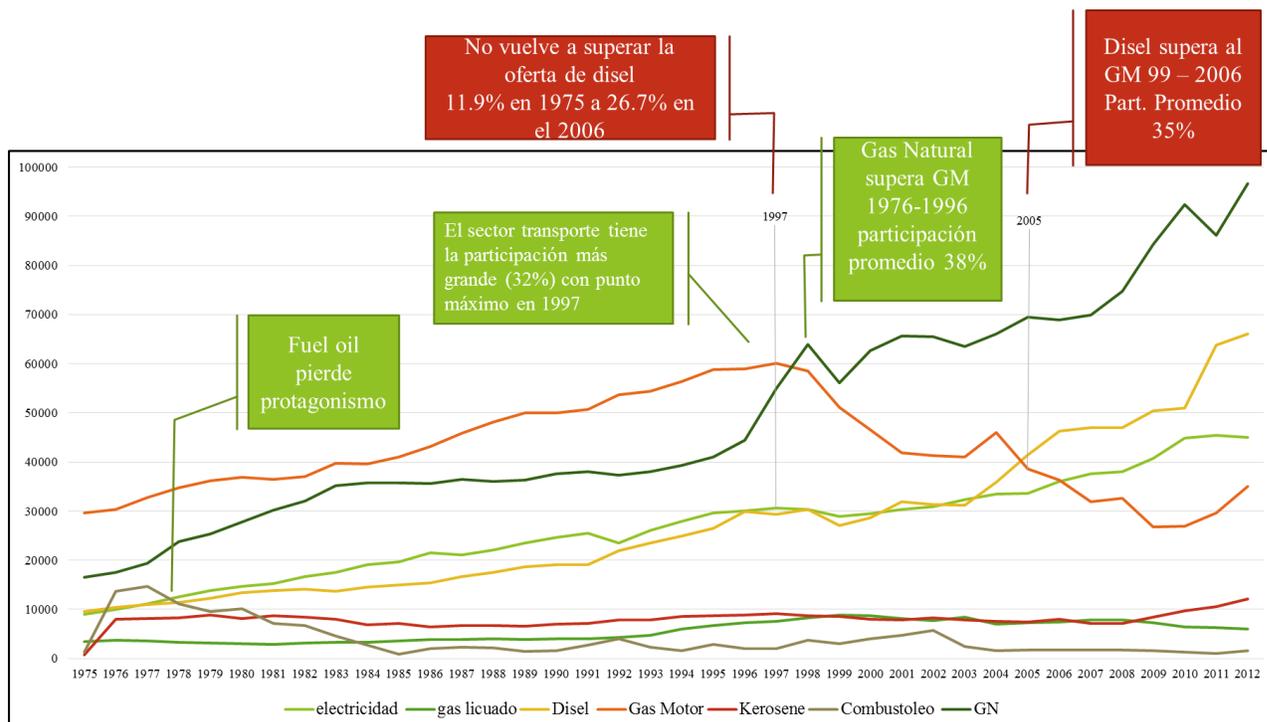
En oposición el programa de masificación del consumo de gas parece haber tenido un importante impacto sobre el consumo de esta fuente de energía en el sector industrial. Mientras que a principios de la década la principal fuente de energía en este sector era el carbón mineral y el aporte de la electricidad y el gas natural eran bastante similares, este último, con un crecimiento pronunciado desde el 2000 para finales de la primera década de este siglo era en términos absolutos la principal fuente de energía de la industria, mientras que la electricidad se había mantenido en un rango casi constante durante todo el periodo, llegando a ser la segunda más empleada en el 2007 y con un aporte bastante menor al del gas natural.

Con relación al consumo residencial también se puede apreciar la diferencia en el comportamiento de las dos fuentes de energía cuyos marcos institucionales tuvieron modificaciones fundamentales en los primeros años de 1990. Al inicio de la década la leña seguía siendo la principal fuente de energía consumida a nivel residencial en el país, seguida la electricidad y el gas licuado. Para el 2007 la electricidad era la energía más consumida por los hogares colombianos y el gas natural era la tercera después de la leña. Sin embargo, la tasa de crecimiento del gas natural es notablemente más alta que aquella de la electricidad. Mientras que entre 1990 y 2012 la tasa de crecimiento del consumo residencial del gas natural es en promedio del 11% aquella de la electricidad es apenas del 0.5%.

En término de oferta interna también se pueden ver las diferencias entre el comportamiento del gas natural y la electricidad después de la reestructuración de las reglas del juego de ambas fuentes de energía. En términos absolutos desde 1975 hasta inicios del a década de 1992 el gas natural había sido la segunda energía con mayor oferta interna después del gas

motor. La electricidad era la tercera y la distancia con el gas natural se mantuvo relativamente constante hasta 1994, año desde el cual las tasas de crecimiento del gas empiezan a aumentar mucho más que las de la electricidad. Para 1998 la oferta interna de gas natural había superado la de gas motor mientras que la oferta de diésel estaba empezando a superar a la de electricidad y en el 2003 ya estaría muy por encima de esta.

Gráfico Oferta interna de energía



Fuente: UPME – Construcción del autor

Las problemáticas y aciertos administrativos que se han manifestado a lo largo de un siglo permiten revelar cuáles fueron las causas primarias que llevaron al país a repensar el manejo del sector energético de manera integral y cuáles fueron las fallas gubernamentales, financieras, administrativas, técnicas, económicas y sociales que dieron como resultado la reforma estructural del sector, plasmada en la enmienda constitucional de 1991.

Desde el enfoque institucional, una mirada al proceso histórico de la evolución del sector eléctrico muestra que, si bien el manejo del Estado del sector significó que para la década de 1990 la cobertura eléctrica nacional era más del 85%, la estructura de incentivos que se creó durante este periodo condujo el sistema a una situación de crisis. La estructura institucional entendida como las reglas del juego que regían este mercado implicó ineficiencias en el manejo de las empresas públicas regionales del sector, una falta de planeación y de coordinación por parte del gobierno nacional que culminarían en la total insostenibilidad financiera del sector. Los racionamientos ocasionados por la incapacidad del sistema para afrontar el fenómeno del niño en 1992 fueron la evidencia más contundente de la necesidad ineludible de un cambio de paradigma en materia del manejo

del mercado de la electricidad y de la energía en general, en el que el Estado ya no tendría aquel rol de conductor activo que sí tuvo en décadas anteriores.

Este fenómeno climático caracterizado por las altas temperaturas y extensas sequías que provoca, indujo a que los cauces de los ríos niveles no tuvieran los niveles de agua necesarios para abastecer los embalses hidroeléctricos que satisfacían la demanda y el consumo eléctrico de aquel momento. Teniendo en cuenta que la capacidad instalada de las fuentes hidroeléctricas llegaban a asumir casi el 78% de reservas eléctricas del país (ver Gráfica No.4) , es importante señalar que el consolidado nacional de reservas marcaba apenas un 28% de ocupación y que reservas como la de El Peñol llegaron a un histórico 20,66 por ciento de su capacidad (Naranjo, 2012).

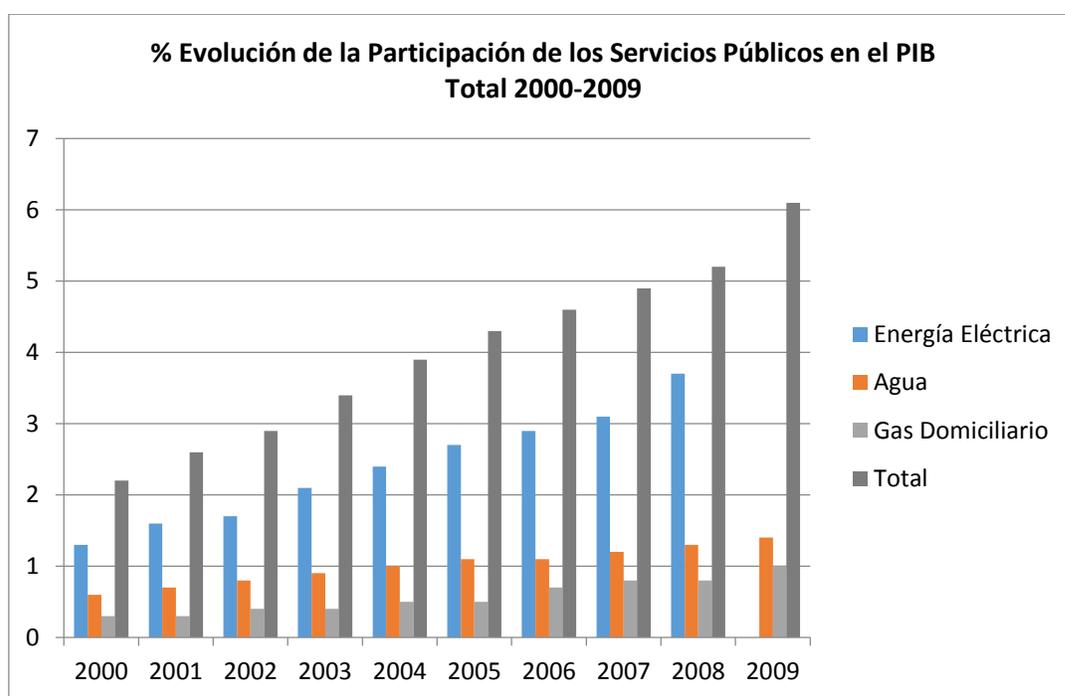
Este hecho de gran impacto nacional causó que la generación de energía dependiera únicamente de las termoeléctricas, que para el momento representaban apenas el 22 por ciento de capacidad instalada eléctrica en el país. La situación obligó al Gobierno Nacional a declarar el racionamiento del 2 de marzo de 1992, el cual consistió en dejar sin luz de manera intermitente a partes del territorio, con el fin de garantizar que la disminución de la demanda total de energía no superara el 3% y no se impidiera la operatividad de la industria para afectar lo menos posible la economía.

Entretanto, es posible establecer que el Fenómeno del Niño no solamente tuvo impactos sobre la productividad económica del sector eléctrico, sino también institucionales en materia de reestructuración administrativa y política pública. Entre las medidas que fueron adoptadas por el Gobierno Nacional para menoscabar el racionamiento de energía eléctrica, entre el año 1992 y 1993, se incluyó la eliminación de la intermediación comercial de energía eléctrica que realizaba el ICEL (Instituto Colombiano de Energía Eléctrica). De ese momento en adelante, el instituto tendría la función de cubrir las necesidades de energía eléctrica en las zonas no interconectadas (ZNI) y el fomento de la reestructuración financiera del sector eléctrico. Tanto ICEL como CORELCA fueron transformadas en Empresas Industriales y Comerciales del Estado. De la misma manera, y con la finalidad de buscar solución a los problemas financieros y políticos que las empresas tenían en sus respectivas regiones, el gobierno terminó asumiendo el control de importantes electrificadoras, como ISA.

En materia de planeación, el Gobierno Nacional vio la necesidad de crear nuevos referentes que permitieran darle una mejor organización institucional a la administración pública del sector eléctrico. A través del Decreto 2119 de 1992 se establecía un nuevo modelo de planeación, que tenía como fines primordiales la reestructuración del Ministerio de Minas y Energía que pasaría a asumir el cargo de la dirección del sistema eléctrico. Además la Comisión Nacional de Energía (CNE) se transformaría en la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), nuevo órgano de planeación del sector en el país. El objetivo de esta nueva institución pública era generar las condiciones que la nueva estructura de mercado, con la entrada de inversionistas privados, requería en términos de información relacionando las proyecciones del mercado de energía en el país con los Planes Nacionales de Desarrollo y a las políticas macroeconómicas.

Aunque las reformas energéticas que marcarían el periodo de la década de 1990 no acabaron con las fallas estructurales de la administración del sector eléctrico, y en definitiva, mediante la creación de un marco normativo guiado por la lógica privada, sometieron a las empresas estatales de servicios públicos a un juego riesgoso del que no todas saldrían vencedoras (Álvarez, 2011), es posible ver cómo la apuesta por la desregulación de los mercados tuvo efectos positivos en la evolución del sector eléctrico.

Entre los resultados positivos de la reforma del sector se encuentran los avances que se han evidenciado durante la década de 1990, e inicios de la década del 2000, en torno a la participación del sector eléctrico en el PIB. La electricidad ha sido el servicio público que ha tenido el crecimiento más pronunciado en su participación en el producto interno bruto del país pasando del 1,3% en el 2000 a 3,7% en 2009. Además la electricidad es el servicio público que más aporta a la economía nacional.

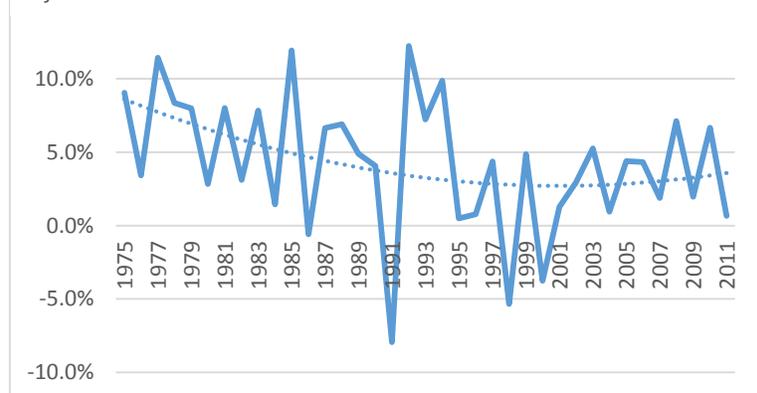


Como lo revela un estudio realizado por la UPME (Unidad de Planeación Minero Energética), a finales de la década del 2000, “en la última década, los Servicios Públicos y particularmente el sector energético, ha incrementado su participación en el Producto Interno Bruto, PIB, constituyéndose hoy día en uno de los ejes de las locomotoras que ha definido el Gobierno Nacional” (UPME, 2011).

De igual forma la variación anual de la demanda de electricidad y sus tasas de crecimiento (con excepción de la tasa de crecimiento negativa que se presentó en 1999), no solamente fueron constantes, sino que se mantuvieron en constante crecimiento a lo largo de la década de 1990 y del 2000. En términos generales, después de la reestructuración del sector las tasas de crecimiento volvieron a presentar una tendencia hacia arriba con una tasa

promedio de 3.6% y acumulada de durante este periodo, se registró una tasa de crecimiento promedio anual del 2,10% y una tasa acumulada del 71% entre 1993 y 2012.

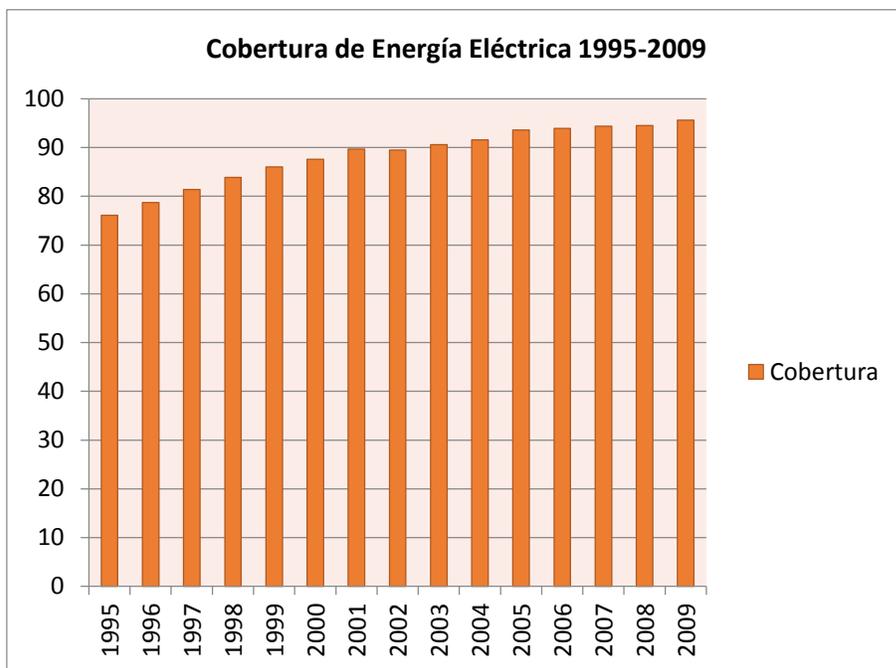
Gráfico 16 Tasas de crecimiento demanda interna de electricidad



Si bien el tema de cobertura nacional en Colombia no ha sido considerado un problema desde la década de 1960 y 1970, durante la década de 1990 y pasando por la década del 2000, los índices de cobertura en todo el país siguieron aumentando hasta llegar casi al 100%. Como se permite ver en la Gráfica No. 27, en el período 1997-2010, la cobertura pasó del 83,9% al 95,6%, un hecho que no solamente demuestra índices envidiables dentro del contexto latinoamericano, sino también en torno a las potencialidades y avances prolongados que ha tenido Colombia en cuanto a disposición y distribución de recursos energéticos.

Por otra parte en términos de cobertura los avances no son muy significativos por los altos porcentajes a lo que se había llegado con el modelo anterior. Sin embargo se presentan avances hasta el punto de que finalizando la primera década del presente siglo la cobertura es casi del 100%.

Gráfico 27

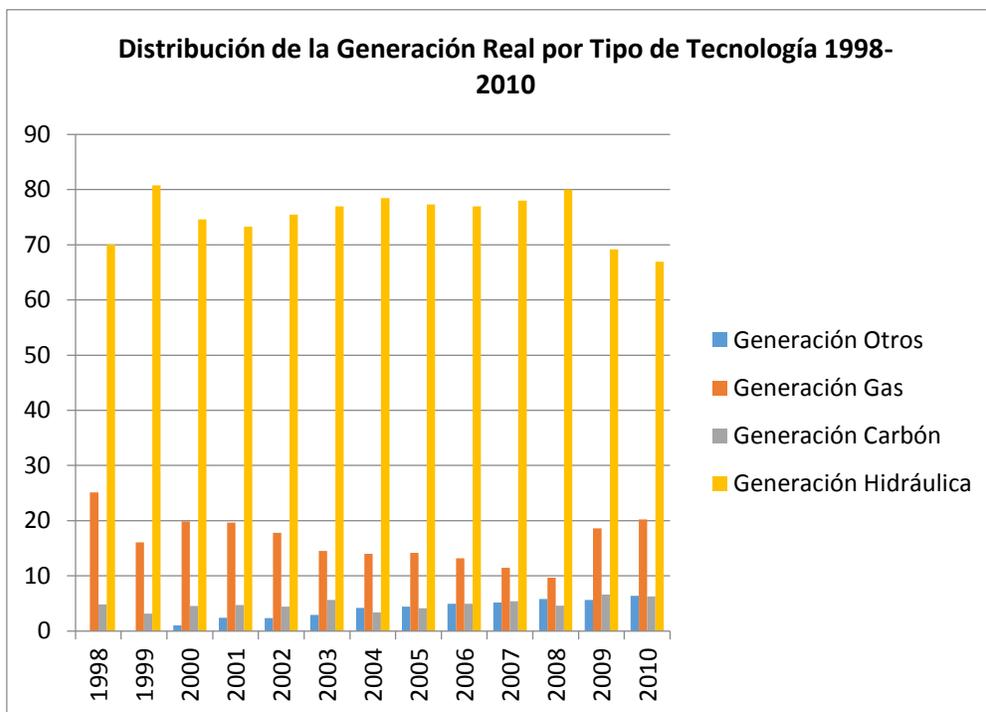


Fuente: UPME

En cuanto a la capacidad efectiva neta de generación del Sistema Interconectado Nacional, como lo expone el estudio realizado por la UPME (2011), entre 1997 y 2011 creció a una tasa del 18%, en la cual la generación hidráulica sigue siendo la tecnología predominante llegando casi a un 70% para inicios de la década del 2010. De igual manera, para inicios del 2011, la capacidad de potencia instalada neta ascendió a 14.423 MW, lo que significó un incremento en la capacidad de 2.296 MW durante el periodo de 1997 – 2010.

Las cifras positivas que muestra Colombia en torno a la cobertura nacional van de la mano de los índices favorables de la capacidad efectiva de generación eléctrica nacional. Un análisis más detenido muestra que los avances que se generaron a partir del gobierno Lleras Restrepo en torno al Sistema de Interconexión Nacional, han tenido sus frutos y estos se han venido desarrollando de manera progresiva durante las 3 décadas posteriores.

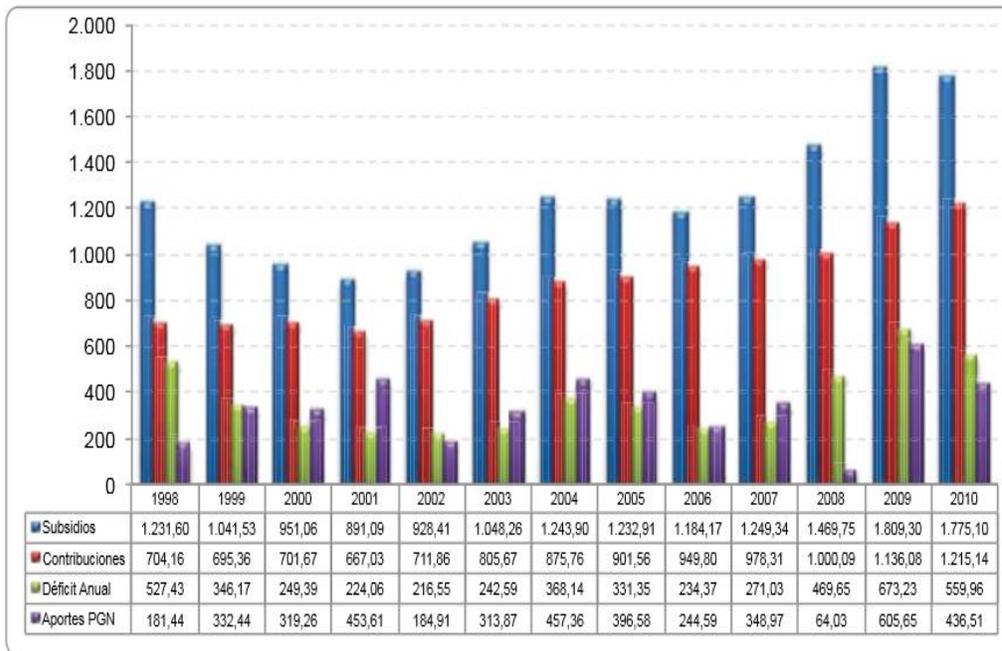
Gráfico 29



Fuente: UPME

Finalmente es posible ver también que las cifras en cuanto a subsidios del Estado, con respecto a los aportes y contribuciones del sector, han aumentado (ver Gráfica 31). Como se vio anteriormente, las favorabilidades en materia de subsidios dependen en gran medida del nivel de utilidades y de empresas superavitarias que genere el sector, por lo cual si el sistema en general se encuentra estable y en crecimiento constante, los subsidios no llegarían a representar un mayor esfuerzo fiscal de la Nación. Aunque el volumen de subsidios fue realmente variable durante la década de 1990 y década del 2000, estos se mantuvieron estables y constantes durante la década del 2000, con un crecimiento que no afectó en gran medida la viabilidad financiera del sector. Sin embargo, la UPME estableció que, en el 2012, a diferencia del esquema de subsidios y contribuciones de algunos años anteriores, donde se presentaron empresas superavitarias, que ayudaron solidariamente a cubrir el déficit de subsidios, los niveles de subsidio de aquel año, sí implicaron un desbalance financiero para el Estado. Como se mencionó, el tema de los subsidios dependerá en gran medida de la variabilidad en cuanto al balance de utilidades y déficits que genere el sector público y privado del servicio eléctrico.

Gráfico 31



Fuente: MME, tomada de UPME, informe 2011

Por otra parte, es interesante ver cómo el año 2009 fue el año que mayor índice de subsidios presentó con una cifra de 1,809 millones de pesos anuales y un crecimiento anual del 23,1% con respecto al 2008. Este crecimiento desproporcional con respecto a las cifras de años anteriores y posteriores puede hacer alusión a los efectos que el Fenómeno del Niño en Colombia en el año de 2009 que significó considerables déficits para la producción y distribución eléctrica.

El efecto del paso de este fenómeno climático por el país en el 2009 respecto a la emergencia que generó casi dos décadas antes es una muestra clara de los efectos positivos del cambio del modelo institucional del sector eléctrico. Por un lado, desde la crisis energética de 1992 el país ha evolucionado en términos de generación térmica instalada. A diferencia del año 1991, donde el país solo contaba con un 22% de capacidad de generación termoeléctrica, para el año 2011, el país ya contaba con 33% de la misma.

Por otro lado hay que tener en cuenta la evolución en torno a las tecnologías, no solo de los sistemas de generación y transmisión de electricidad, sino también de los electrodomésticos y los aparatos electrodependientes. La novedad de dichos equipos eléctricos vendría a darse con la introducción de la tecnología trifásica tanto en los motores como en la corriente. En el caso de equipos con alimentación trifásica, la potencia total de electricidad se reparte entre las distintas fases que, a diferencia de un motor monofásico, podría llegar a tener un motor trifásico. El resultado de dicha distribución hace que menos potencia contratada o requerida satisfaga sin problema la alimentación eléctrica de un equipo eléctrico o de residencias, donde por lo general el consumo es elevado. En términos generales, este tipo de factores también han permitido que el consumo de energía pueda racionarse significativamente, sin que los periodos de disminución de la generación eléctrica tengan un efecto tan importante en la economía y en el consumidor.

De igual forma, y más allá de los avances tecnológicos y el hecho de que “el sector energético cuenta con un tercio de su capacidad de generación a partir de las centrales termoeléctricas” (Santamaría Mauricio, Ministro de Minas y Energía 2011), las cifras expuestas durante el trabajo señalan un ineludible crecimiento en cuanto a generación, potencia instalada, cobertura y diversificación energética. Esto, sumado al incremento del número de agentes que hacen parte de la gestión del servicio eléctrico y la “desregulación” del mercado eléctrico, son elementos que podrían llegar a amortiguar los efectos de un nuevo ‘golpe climático’ sobre el suministro de energía eléctrica.

## **El sector energético en la actualidad: Conclusiones**

El proceso de evolución del sistema de energía eléctrica del país fue lento pero con avances importantes en la primera mitad del siglo xx. La intervención del Estado que inicia desde la década de 1930 se consolida durante la segunda mitad del siglo y trae consigo avances sustanciales en términos de generación y cobertura. Sin embargo, la estructura institucional que se constituye desde el gobierno de Lleras Restrepo genera un conjunto de incentivos inadecuados para la consolidación de un sector eléctrico sostenible en términos financieros, tanto por el esquema de subsidios como por las ineficiencias de las empresas estatales.

El fenómeno climático que afectó la capacidad de generación de un sistema muy dependiente de la energía hidráulica se sumó a la crisis financiera del sector llevando a un cambio de paradigma en la estructura institucional hacia el aprovechamiento de las eficiencias que trae consigo un sistema de mercado y los incentivos a la diversificación. Fruto de estos últimos es en gran medida la preponderancia del gas natural, tanto como energía primaria como en el aumento de su participación en la producción de energía eléctrica. Esta respuesta positiva a un cambio en las reglas del juego podría dar pie para plantear hipótesis respecto a las nuevas normas que pretenden incentivar el uso de energías renovables.

Pese a que a los problemas administrativos, técnicos y financieros que agobian al sector son tangibles, es posible establecer que el sector eléctrico colombiano tuvo una evolución innegable luego de ponerse en marcha la reforma de servicios públicos y del sector energético en general.

Aunque las contrariedades en materia de tarifas, subsidios, impactos climáticos y administración de los recursos siguen siendo tangibles, las cifras que se exponen a lo largo del documento en cuanto a capacidad real de generación, potencia instalada, cobertura y demanda revelan ritmos de crecimiento continuo y equilibrado. Igualmente, el gran número de reservas de hidrocarburos, carbón y en general de recursos naturales, hace que Colombia sea uno de los países más productivos y estables en materia energética dentro del contexto latinoamericano.

Como lo afirma el Ministerio de Minas y Energía, a lo largo de varias décadas, y a pesar de los obstáculos, Colombia ha evolucionado de forma favorable en materia energética, llegando inclusive a exportar energía a otros países como lo son Ecuador, Panamá y Venezuela. Según el informe realizado por el Ministerio en 2013 durante el período 2012,

las exportaciones de energía hacia Ecuador totalizaron los 236 GWh, mientras que las exportaciones a Venezuela ascendieron a 478.4 GWh. Entre el 2003 y el 2012, Colombia llegó a exportar a Ecuador un total de 10.983,6 GWh por valor de US\$ 895,2 millones (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

En Colombia todas las ciudades cuyo suministro de energía eléctrica depende del sistema interconectado tienen un flujo continuo y confiable y aquellas que no hacen parte de este sistema tienen también un servicio de calidad, financiado en gran parte con recursos generados por el propio sector. En cuanto a la sostenibilidad financiera hasta finales de la primera década del siglo xx todas las empresas tienen utilidades positivas y han dejado de ser una carga para el presupuesto nacional e incluso son contribuidoras.

## Bibliografía

- Acemoglu, D., Johnson, S., & Robinson, J. A. (2001). The Colonial Origins of Comparative Development : An Empirical Investigation. *The American Economic Review*, 91(5), 1369–1401.
- Alfonso Piña, W. H., & Pardo Martínez, C. I. (2014). Urban material flow analysis: An approach for Bogotá, Colombia. *Ecological Indicators*, 42, 32–42. doi:10.1016/j.ecolind.2013.10.035
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2009). Energy consumption and economic growth: Evidence from the Commonwealth of Independent States. *Energy Economics*, 31(5), 641–647. doi:10.1016/j.eneco.2009.01.011
- Apergis, N., & Tang, C. (2013). Is the energy-led growth hypothesis valid? New evidence from a sample of 85 countries. *Energy Economics*, 38, 24–31. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988313000315>
- Ayres, R. (1989) Industrial metabolism. *Technology and Environment*, 23-49
- Baptiste, L. G. (2008). El poder de la carne: historias de ganaderías en la primera mitad del siglo XX en Colombia. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Bértola, L., & Williamson, J. G. (2003). Globalization in Latin America before 1940. Cambridge: National Bureau of Economic Research.
- Bortz, J., & Haber, S. (2002). *The Mexican economy 1870-1930*. Stanford: Stanford University Press.
- Brannstrom, C. (2004). Territories, commodities, and knowledges. *Latin American environmental history*. London: Institute of Latin American Studies.
- Brannstrom, C., & Gallini, S. (2004). Introducción . En C. Brannstrom, Territories, commodities, and knowledges. London: Institute of Latinamerican Studies.
- Bulmer-Thomas, V. (1994). *The economic history of Latin America since independence*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bunker, S. (1996). Materias primas y la economía global: olvidos y distorsiones de la ecología industrial. *Ecología Política*, 12, 81–89.

- Cleveland, C. J. (1995). The direct and indirect use of fossil fuels and electricity in USA agriculture, 1910–1990. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 55(2), 111–121.
- Cleveland, C. J., Costanza, R., Hall, C. A., & Kaufmann, R. (1984). Energy and the us Economy: a biophysical perspective. *Science (New York, NY)*, 225(4665), 890–897. Retrieved from <http://europepmc.org/abstract/med/17779848>
- Coatsworth, J. H., & Taylor, A. M. (1998). *Latin America and the world Economy since 1800*. Cambridge Harvard University Press.
- Colombia Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). (1994). *Plan Energético Nacional (PEN)*. Editorial, UPME.
- Colombia Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). (2010). *Estrategia energética integral Plan energético nacional visión 2002 – 2020*. Editorial, Unidad de Planeación Minero Energética.
- Colombia Unidad de Planeación Minero Energética. (2006). *Balances energéticos consolidados de Colombia*. Editorial, Ministerio de Minas y Energía.
- Coloquio Internacional Sobre "La Situación Energética Colombiana y el Contexto Internacional". (1979). *Colombia y la crisis energética*. Editorial, Presencia.
- De la Pedraja Toman, R. (1993). *Petróleo, electricidad, carbón y política en Colombia*. . Bogotá: El Áncora.
- Dean, W. (1995). *The destruction of the Brazilian Atlantic forest*. Berkeley: University of California Press.
- Della Paolera, G., & Taylor, A. (2003). *A New Economic History of Argentina*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Diaz Alejandro, C. (1970). *Essays on the Economic History of the Argentine Republic*. New Haven: Yale University Press.
- Engerman, S. L., & Sokoloff, K. L. (2002). Factor endowments, inequality and paths of development among New World economies. Working Paper 9259.
- Etter, A., McAlpine, C., & Possingham, H. (2008). Historical Patterns and Drivers of Landscape Change in Colombia Since 1500: A Regionalized Spatial Approach. *Annals of the Association of American Geographers*, 98, 2–23.
- Etter, A., McAlpine, C., Pullar, D., & Possingham, H. (2006). Modelling the conversion of Colombian lowland ecosystems since 1940: drivers, patterns and rates. *Journal of Environmental Management*, 79(1), 74–87. doi:10.1016/j.jenvman.2005.05.017
- Falconí-Benítez, F. (2001). Integrated Assessment of the Recent Economic History of Ecuador. *Population and Environment*, 22(3), 257–280. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/27503744> .
- Gallini, S. (2009). Historia, ambiente, política: el camino de la historia ambiental en América Latina. *Nómadas - Universidad Central*, 30, 92–102.
- Gierlinger, S., & Krausmann, F. (2012). The Physical Economy of the United States of America. *Journal of Industrial Ecology*, 16(3), 365–377. <http://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2011.00404.x>

- Gligo, N., & Morello, J. (1980). Notas sobre la historia ecológica de América Latina. *Estudios Internacionales*, 13(49), 112–149.
- Grande, B. (1875). Indian Resguardos ^ Cattle Ranching and Social Conflict in Old Bolivar , 1850-1875 Resguardos indigenas , ganaderia y conflictos sociales en el Bolivar Grande ,, (34), 1850–1875.
- Haber, S. (1999). *Cómo se rezagó la América Latina* . México: Fondo de Cultura Económica.
- Haber, S. (1999). El crecimiento económico y la historiografía económica de América Latina. In S. Haber (Comp.), *Cómo se rezagó la América Latina* (pp. 9-46). México: Fondo de Cultura Económica.
- Henriques, S. T., & Kander, A. (2010). The modest environmental relief resulting from the transition to a service economy. *Ecological Economics*, 70(2), 271–282. <http://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.08.010>
- Hernández Umaña, I. D., & Ávila Forero , R. A. (2010). Paradigma técnico económico del sector eléctrico en Colombia a través de innovaciones tecnológicas, organizacionales, financieras y de mercadeo. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, v. 18, No. 1.
- Instituto Colombiano de Energía Eléctrica (ICEL). (1971). *La electrificación en Colombia*. Editorial,
- Instituto Colombiano de Energía Eléctrica (ICEL). (1987). *40 años electrificando a Colombia, Reunión Conmemoratoria (1987 Mar. 19: Bogotá)*. Editorial ICEL.
- Jackson, T., & Marks, N. (1999). Consumo, bienestar sostenible y necesidades humanas. Un examen de los patrones de gasto en Gran Bretaña 1954 - 1994. *Ecological Economics*, 28(3), 421–441.
- Junguito, R., & Rincón, H. (2004). *La política fiscal en el siglo xx en Colombia* (pp. 1–160). Bogotá.
- Kalmanovitz, S. (2011). *Nueva Historia Económica de Colombia*. Bogotá : Taurus .
- Kander, A. (2005). Baumol’s disease and dematerialization of the economy. *Ecological Economics*, 55(1), 119–130. <http://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.10.008>
- Lee, C.-C. (2005). Energy consumption and GDP in developing countries: A cointegrated panel analysis. *Energy Economics*, 27(3), 415–427. <http://doi.org/10.1016/j.eneco.2005.03.003>
- Livardo, O. E. (1966). *Una vida, una lucha, una victoria: monografía de las empresas y servicios públicos de Medellín* . Medellín: Empresas Públicas de Medellín.
- Mantilla González, J. M., Duque Daza, C. A., & Galeano Ureña, C. H. (2008). Análisis del esquema de generación distribuida como una opción para el sistema eléctrico colombiano. *Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia*, No. 44, 97-110.
- Martínez-Alier, J. (1991). La interpretación ecologista de la historia socioeconómica: algunos ejemplos andinos. In *Actas de las VIII Jornadas de Andalucía y América* (pp. 313–336). Escuela de Estudios Hispano-Americanos de Sevilla. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10334/597>
- Medina, G. (1977). *La electrificación en Colombia*. *Nueva Frontera*, No 16, 5-18.

- Meisel (ed.), A. (1994). *Historia económica y social del Caribe colombiano*. Bogotá: ECOE Ediciones.
- Mejía Gutiérrez, M. (1988). *Caribe colombiano: clima y uso de la tierra*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Melville, E. (1994). *A plague of sheep: environmental consequences of the conquest in México*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Méndez Ávila, L.F. (2015). “Políticas Públicas del Sector Eléctrico Colombiano 1990-2009” [en línea] disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/40959/1/6700571.2014.pdf>.
- Ministerio de Minas y Energía. (1992). Proyecto de ley eléctrica proyecto de ley 034 de 1992 (Senado), mediante la cual se establece el régimen para la generación transmisión y distribución de electricidad en el territorio nacional. Editorial, Comisión Nacional de Energía.
- Mondragón, H. (2006). *Movimientos sociales: una alternativa democrática al conflicto colombiano*. Barcelona: Quaderns per a la solidaritat.
- Muradian, R., & Martinez-alier, J. (2001). Trade and the environment: from a southern perspective. *Ecological Economics*, 36, 281–297.
- Naredo, J. M. (2003). *La economía en evolución*. Madrid: Siglo XXI editores .
- North, D. C. (1993). *Instituciones, cambio institucional y desempeño económico*. México: Fondo de Cultura Económica.
- North, D. C., Summerhill, W. R., & Weingast, B. R. (2000). Order, Disorder and Economic Change: Latin America vs . North America. In B. Bueno de Mesquita, *Governing for prosperity* (p. cap. 2). New Haven and London: Yale University Press.
- Ochoa Franco, F. J. (2002). *El sector eléctrico colombiano: orígenes, evolución y retos, un siglo de desarrollo (1882 - 1999)*. Medellín: Interconexión Eléctrica Colombia S.A ESP (ISA).
- Oh, W., & Lee, K. (2004). Causal relationship between energy consumption and GDP revisited: the case of Korea 1970–1999. *Energy Economics*, 26(1), 51–59. [http://doi.org/10.1016/S0140-9883\(03\)00030-6](http://doi.org/10.1016/S0140-9883(03)00030-6)
- Palacios (ed.), G. (2001). *Naturaleza en disputa: Ensayos de historia ambiental de Colombia, 1850-1995*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia - Facultad de Derecho, Ciencias Políticas y Sociales - Instituto Colombiano de Antropología e Historia - ICANH.
- Palacios, G., & Ulloa, A. (2002). *Repensando la naturaleza: encuentros y desencuentros disciplinarios en torno a lo ambiental*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Pérez-Rincón, M. A. (2006). Colombian international trade from a physical perspective: Towards an ecological “Prebisch thesis.” *Ecological Economics*, 59(4), 519–529. doi:10.1016/j.ecolecon.2005.11.013
- Piña, W. H. A., & Pardo Martínez, C. I. (2014). Urban material flow analysis: An approach for Bogotá, Colombia. *Ecological Indicators*, 42, 32–42. <http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.10.035>

- Prados de la Escosura, L. (2007). When Did Latin America Fall Behind? In S. Edwards, G. Esquivel, & G. Márquez (Eds.), *The Decline of Latin American Economies: Growth, Institutions, and Crises* (Vol. I, pp. 15–57). University of Chicago Press.
- Preciado Beltran, J., Leal Pulido, R., & Almanza Castañeda, C. (2005). *Historia ambiental de Bogotá, siglo XX: Elementos históricos para la formulación del medio ambiente urbano*. Bogotá: Fondo de publicaciones Universidad Distrital Francisco José de Caldas .
- Ramos-Martín, J. (2001). Historical analysis of energy intensity of Spain: From a “conventional view” to an “integrated assesment.” *Population and Environment*, 22(3), 281–313.
- Recalde, M., & Ramos-martín, J. (2011). On why argentina is increasing its energy intensity: a multi-scale integrated analysis of its energy (pp. 1–10). Barcelona.
- Rhoades, P. C. (2009). Un balance de la historia ambiental latinoamericana. *Revista de Historia*, (59-60), 185–201. Retrieved from <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/historia/article/view/3474>
- Romero López, D.J. (2010). “Modelo de incentivos para la reducción de pérdidas de energía eléctrica en Colombia” [en línea] disponible en: <http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/revmaescom/article/view/7172/5702>.
- Romero Mestre, M. (2006). *La privatización del sector eléctrico en Colombia y sus incidencias en la prestación del servicio*. Bogotá : ESAP.
- Sánchez, F., Fernández, A., & Armenta, A. (2005). *Historia monetaria de Colombia en el siglo XX: grandes tendencias y episodios relevantes*. Documentos CEDE (pp. 1–124). Bogotá.
- Sandoval, A. M. (2004). *Monografía del sector de electricidad y gas colombiano: Condiciones actuales y retos futuros* . Archivos de Economía, Departamento Nacional de Planeación, Documento 272.
- Schandl, H., & West, J. (2010). Resource use and resource efficiency in the Asia–Pacific region. *Global Environmental Change*, 20(4), 636–647. <http://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2010.06.003>
- Seabrook, L., McAlpine, C., & Fensham, R. (2006). Cattle, crops and clearing: Regional drivers of landscape change in the Brigalow Belt, Queensland, Australia, 1840–2004. *Landscape and Urban Planning*, 78(4), 373–385. doi:10.1016/j.landurbplan.2005.11.007
- Smith, M. (1995). The Political Economy of Sugar Production and the Environment of Eastern Cuba , 1898-1923. *Environmental History Review*, 19(4), 31–48.
- Smulders, S., & Nooij, M. De. (2003). The impact of energy conservation on technology and economic growth. *Resource and Energy Economics*, 25, 59–79.
- Solano de las Aguas, S. P., & Flórez Bolívar, R. A. (2007). Resguardos indígenas, ganadería y conflictos sociales en el Bolívar Grande, 1850 - 1875. *Historia Crítica*, 34, 92–117.
- Steinberger, J. K., Krausmann, F., Getzner, M., Schandl, H., & West, J. (2013). Development and dematerialization: an international study. *PloS One*, 8(10), e70385. doi:10.1371/journal.pone.0070385

- Tobón, D., & Valencia, G. (2003). Dinámica institucional de la industria eléctrica colombiana: propuestas para un cambio. *Lecturas de Economía*, No. 58, 7-45.
- Toman, M., & Jemelkova, B. (2003). Assessment of the State of Knowledge Energy and Economic Development : An Assessment of the State of Knowledge. *Resources for the Future*, (April).
- Toro Botero, C. (1984). Inversión privada en servicios públicos: el caso del alumbrado eléctrico de Bogotá y Medellín. 1880 - 1918. *Lecturas de Economía*, No. 15, 103-168.
- Urrutia, M., & Robinson, J. (2007). *Economía colombiana del siglo XX: un análisis cuantitativo*. Bogotá: Fondo de Cultura Económica, Banco de la República.
- Vallejo, M. C., Pérez Rincón, M. a., & Martínez-Alier, J. (2011). Metabolic Profile of the Colombian Economy from 1970 to 2007. *Journal of Industrial Ecology*, 15(2), 245–267. <http://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2011.00328.x>
- Vélez Álvarez, L. G. (2013). Evolución de las empresas de agua y saneamiento de Medellín y Cali en Colombia: ¿vidas paralelas? Banco Interamericanos de Desarrollo .
- Vélez Álvarez, L.G. (2011). “Breve historia del sector eléctrico colombiano” [en línea] disponible en: <http://luisguillermovelezalvarez.blogspot.com/2011/09/breve-historia-del-sector-electrico.html>.
- West, J., & Schandl, H. (2013). Material use and material efficiency in Latin America and the Caribbean. *Ecological Economics*, 94, 19–27. doi:10.1016/j.ecolecon.2013.06.015
- West, J., Schandl, H., Krausmann, F., Kovanda, J., & Hak, T. (2014). Patterns of change in material use and material efficiency in the successor states of the former Soviet Union. *Ecological Economics*, 105, 211–219. doi:10.1016/j.ecolecon.2014.06.013
- Wiesner Durán, E. (1992). *Plan Energético Nacional política energética y estructura institucional en Colombia*. Editorial, Comisión Nacional de Energía.
- Zon, A. Van, & Yetkiner, I. H. (2003). An endogenous growth model with embodied energy-saving technical change. *Resource and Energy Economics*, 25, 81–103.