Reto Bertoni

# Energía y desarrollo

## La restricción energética en Uruguay como problema (1882-2000)

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA URUGUAY
CSIC
bibliotecaplural

Reto Bertoni

# Energía y desarrollo

## *La restricción energética en Uruguay como problema (1882-2000)*

La publicación de este libro fue realizada con el apoyo
de la Comisión Sectorial de Investigación Científica (CSIC)
de la Universidad de la República y fue seleccionado
por el Comité de Referato de Publicaciones de la Facultad de Ciencias Sociales
integrado por Adriana Berdía, Ruben Tansini y Daniel Chasquetti.

Este trabajo fue defendido como tesis para acceder al Título de Doctor en Ciencias Sociales
Opción Historia Económica en la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de la
República, Uruguay. La tutora del mismo fue María del Mar Rubio de la Universidad Pública de
Navarra (España), actuando como co-tutor Luis Eduardo Bértola Universidad de la República
(Uruguay)

Bertoni, Reto
Energía y desarrollo : la restricción energética en Uruguay como problema (1882-2000) / Reto Bertoni. – Montevideo :
UR-UCUR:CSIC, 2011.
216 p.; gráfs., cuadros.
Bibliografía: p. 181-192
Anexo estadístico: p. 193-216
ISBN:
1. Energía. 2. Desarrollo Económico. 3. Historia Económica. 4. Política Energética.
5. Recursos Energéticos. 6. Energía Eléctrica. 7. Resultados de Investigación.
8. Uruguay. I. Título

CDD 333.79

Ficha catalográfica elaborada por la Sección Procesos Técnicos de la Facultad de Ciencias Sociales de la Udelar.

© Reto Bertoni, 2011
© Universidad de la República, 2011

Departamento de Publicaciones, Unidad de Comunicación de la Universidad de la República (UCUR)
José Enrique Rodó 1827 - Montevideo C.P.: 11200
Tels.: (+598) 2408 57 14 - (+598) 2408 29 06
Telefax: (+598) 2409 77 20
www.universidadur.edu.uy/bibliotecas/dpto_publicaciones.htm
infoed@edic.edu.uy

ISBN: 978-9974-0-0838-0

# Contenido

Presentación Colección Biblioteca Plural, *Rodrigo Arocena* ..... 7

Agradecimientos ..... 9

Resumen ..... 11

Introducción ..... 13
El escenario: geografía, demografía, economía y política ..... 18

Capítulo 1. Antecedentes ..... 25

Capítulo 2. Marco analítico ..... 35
La economía de la energía ..... 35
Teorías de la transición energética ..... 39
Enfoques neoschumpeterianos ..... 42
Restricción externa al crecimiento:
estructuralismo cepalino y «ley de Thirlwall» ..... 45
Estrategia analítica, interrogantes y objetivos del trabajo ..... 47

Capítulo 3. Una transición dependiente y atípica ..... 51
Construcción de series de consumo energético ..... 52
El consumo de energía primaria en el Uruguay: una visión de largo plazo ..... 60
La transición: de la energía tradicional a la moderna ..... 67
La intensidad energética ..... 75
El consumo final de energía y la dinámica sectorial ..... 80
Una contribución desde la matriz de insumo-producto ..... 89
Claves para entender el modelo energético uruguayo en el largo plazo ..... 91
Anexo A. Metodología de construcción de la serie de consumo de leña ..... 92
Anexo B. Energía muscular animal ..... 94
Anexo C. Energía muscular humana ..... 114
Anexo D. Del carbón al petróleo ..... 119

Capítulo 4.
El sector eléctrico factor de inestabilidad del sistema energético ..... 127
Electrificación y modernización ..... 128
Electrificación y regulación ..... 129
Expansión del servicio público ..... 140
El consumo de energía eléctrica ..... 142
La «industria eléctrica» en Uruguay ..... 146
Reflexión sobre los costos energéticos de la electrificación ..... 153

Capítulo 5. Esfuerzo energético y restricción externa ..... 155
La restricción energética como problema ..... 157
Antecedentes y herramental analítico específico ..... 159
Algunos hechos estilizados ..... 161
Esfuerzo energético importador ..... 164
El esfuerzo energético uruguayo en perspectiva comparada ..... 173
El poder de compra en relación al petróleo ..... 177
Los costos energéticos de la «Suiza de América» ..... 179

Capítulo 6. Conclusiones ..... 181
Una transición dependiente y atípica ..... 181
La energía eléctrica como problema ..... 182
Los costos de la modernización energética ..... 182
A manera de cierre ..... 183

Bibliografía ..... 185
Fuentes y referencias documentales ..... 190

Anexo estadístico ..... 193
El agregado energético. Unidades y factores de conversión ..... 193
Ley de Thirlwall ..... 215

*A Judith, por estar siempre*
*a Canito, para vencer a la ausencia*
*a mis padres, por dejarme ser*
*a los amigos y amigas, por su cariño y su estímulo*
*a Florencia, mi futuro*
*a Eleonora y Frances, más futuro*

# Colección Biblioteca Plural

La universidad promueve la investigación en todas las áreas del conocimiento. Esa investigación constituye una dimensión relevante de la creación cultural, un componente insoslayable de la enseñanza superior, un aporte potencialmente fundamental para la mejora de la calidad de vida individual y colectiva.

La enseñanza universitaria se define como educación en un ambiente de creación. Estudien con espíritu de investigación: ése es uno de los mejores consejos que los profesores podemos darles a los estudiantes, sobre todo si se refleja en nuestra labor docente cotidiana. Aprender es ante todo desarrollar las capacidades para resolver problemas, usando el conocimiento existente, adaptándolo y aun transformándolo. Para eso hay que estudiar en profundidad, cuestionando sin temor pero con rigor, sin olvidar que la transformación del saber sólo tiene lugar cuando la crítica va acompañada de nuevas propuestas. Eso es lo propio de la investigación. Por eso la mayor revolución en la larga historia de la universidad fue la que se definió por el propósito de vincular enseñanza e investigación.

Dicha revolución no sólo abrió caminos nuevos para la enseñanza activa sino que convirtió a las universidades en sedes mayores de la investigación, pues en ellas se multiplican los encuentros de investigadores eruditos y fogueados con jóvenes estudiosos e iconoclastas. Esa conjunción, tan conflictiva como creativa, signa la expansión de todas las áreas del conocimiento. Las capacidades para comprender y transformar el mundo suelen conocer avances mayores en los terrenos de encuentro entre disciplinas diferentes. Ello realza el papel en la investigación de la universidad, cuando es capaz de promover tanto la generación de conocimientos en todas las áreas como la colaboración creativa por encima de fronteras disciplinarias.

Así entendida, la investigación universitaria puede colaborar grandemente a otra revolución, por la que mucho se ha hecho pero que aún está lejos de triunfar: la que vincule estrechamente enseñanza, investigación y uso socialmente valioso del conocimiento, con atención prioritaria a los problemas de los sectores más postergados.

La Universidad de la República promueve la investigación en el conjunto de las tecnologías, las ciencias, las humanidades y las artes. Contribuye así a la creación de cultura; ésta se manifiesta en la vocación por conocer, hacer y expresarse de maneras nuevas y variadas, cultivando a la vez la originalidad, la tenacidad y el respeto a la diversidad; ello caracteriza a la investigación —a la mejor investigación— que es pues una de las grandes manifestaciones de la creatividad humana.

Investigación de creciente calidad en todos los campos, ligada a la expansión de la cultura, la mejora de la enseñanza y el uso socialmente útil del conocimiento: todo ello exige pluralismo. Bien escogido está el título de la colección a la que este libro hace su aporte.

La universidad pública debe practicar una sistemática Rendición Social de Cuentas acerca de cómo usa sus recursos, para qué y con cuáles resultados. ¿Qué investiga y qué publica la Universidad de la República? Una de las varias respuestas la constituye la Colección Biblioteca Plural de la CSIC.

Rodrigo Arocena

# Agradecimientos

Una década es mucho en la vida de una persona. Ese tiempo es el que ha transcurrido desde aquellos esbozos de proyecto de investigación sobre «el tercer Kondratief» que el coordinador del Programa de Historia Económica y Social del Uruguay Contemporáneo le proponía a un recién llegado, para armar su tesis de maestría.

El recién llegado era yo, un Profesor de Historia mutante, el coordinador era Luis Bértola, Doctor en Historia Económica, factor determinante de aquella mutación. Por aquellos días también cambiaba el siglo... y el milenio... buen momento para proponerse cambios.

El Profesor de Historia se convirtió en Magíster en Historia Económica y hoy aspira al Doctorado en esa especialidad... Un periplo difícil de recorrer «de grande» pero apasionante. Luis ha sido un compañero de lujo en ese viaje. A él va mi agradecimiento, por su orientación, por sus consejos y, sobre todo por su complicidad en muchas de las actividades colaterales en las que nos embarcamos.

En la primavera boreal de 2006 conocí a Mar Rubio, mi tutora. Una visita guiada por Carmona fue el contexto en que sellamos el pacto de colaboración. Si su orientación ha sido de enorme utilidad en el proceso de investigación, su generosidad intelectual no le va en zaga. En el tramo final del trabajo no ha podido estar todo lo cerca que ella hubiera querido, pero su impronta está presente en varios pasajes de esta tesis.

Es imprescindible incorporar a esta sección de agradecimientos a aquellos colegas con quienes he discutido y elaborado muchos de los documentos y artículos que nutrieron los procesos de búsqueda y descubrimiento: en primer lugar a Carolina Román —corresponsable del primer esfuerzo por explicar la transición energética en Uruguay, allá por 2006 y coautora en varios artículos—, María Camou, Silvana Maubrigades, Lucía Caldes y Valentina Cancela.

La orientación de monografías de grado ha sido una experiencia de aprendizaje muy fértil y un ámbito de generación de evidencia privilegiado para esta tesis. Por ello debo agradecer a Gastón Carracelas, Rodrigo Ceni, Milton Torrelli, Leonardo Falkin, Cinthia Álvarez, Melissa Hernández, María José Rey, Andrea Mayola, Marianella Ricco y Venancio Lacurcia.

El carácter multidimensional de los problemas energéticos me ha obligado a plantear y discutir problemas con colegas que cultivan otras disciplinas, ello me ha enriquecido notablemente. Gracias a las ingenieras Ventura Croce, Mónica Loustaunau y Virginia Echinope; a los economistas Rossana Gaudioso y Rafael Laureiro; al antropólogo Javier Taks.

Gracias también a todos los compañeros del Programa de Historia Económica y Social por sus aportes, su apoyo y su estímulo y a los colegas de la Asociación Uruguaya de Historia Económica.

Gracias a la Universidad de la República y en particular a la Facultad de Ciencias Sociales, por confiar en mi trabajo y privilegiarme con el Régimen de Dedicación Total, condición necesaria para poder dedicarme a lo que me dedico.

Gracias a la Comisión Sectorial de Investigación Científica de la Universidad de la República por su apoyo a través de los programas de recursos humanos y a la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo por la financiación del Proyecto «Energía y Desarrollo», que me permitió estrechar los vínculos internacionales.

Gracias a Henry, a Paola y a Sebastián por constituir un permanente estímulo y por su cariño y solidaridad.

Montevideo, 31 de marzo de 2010

# Resumen

En Uruguay la transición a formas de energía moderna implicó un problema de sostenibilidad por la dependencia de la importación de los principales portadores. Este fenómeno se habría visto particularmente agudizado durante la culminación del proceso de cambio estructural que caracterizó a la economía uruguaya en el tercer cuarto del siglo XX, aun en un marco internacional de «energía barata». El shock petrolero actuó en ese escenario.

La idea central que inspira la hipótesis inicial del trabajo y estructura el mismo es que la incorporación de las energías modernas al proceso productivo, y a las pautas de consumo de la sociedad uruguaya, provocó una progresiva dependencia de la energía importada. Este fenómeno alcanzó una máxima histórica al promediar el siglo XX, imponiendo a la economía un esfuerzo muy importante para satisfacer las necesidades de provisión de energía a una sociedad que alcanzaba niveles de bienestar que hicieron que se hablara de la «Suiza de América».

Desde mediados de los años cincuenta, el estancamiento de la economía uruguaya y la dinámica del consumo energético conformaron una combinación crítica. La demanda de energía por parte del sector residencial se independizó de la dinámica económica global. La crisis del modelo energético interactuó dialécticamente con el agotamiento del modelo de crecimiento de posguerra.

Aunque después de las crisis petroleras Uruguay pudo aprovechar la energía hidroeléctrica a una escala no conocida hasta entonces, la irregularidad en el suministro de esta fuente de suministro siguió generando presiones en el sector externo.

Uno de los aportes importantes de este trabajo es la estimación del consumo de energías tradicionales, tales como la leña y la energía muscular animal, lo que habilita a realizar una aproximación a la dinámica de la transición energética en Uruguay. Con base en esa evidencia, ha sido posible observar la progresiva dependencia de la importación de energía a lo largo del tiempo e identificar escenarios críticos, aún antes de las crisis petroleras de los años setenta del siglo pasado. Como elemento complementario se analiza la importancia de la electrificación y las debilidades estructurales del sector eléctrico, una componente decisiva para entender el carácter sistémico de los problemas de la energía en el país. Finalmente se extraen conclusiones respecto al esfuerzo económico que ha significado hacer frente a la demanda creciente de energía moderna.

## Palabras clave

<energía y desarrollo> <restricción energética> <transición energética> <esfuerzo energético> <dependencia energética> <matriz energética>

## Keywords

<energy and development> <energy constraint> <energy transition> <energy effort> <energy dependence> <energy matrix>

# Introducción

Hay algunas preguntas recurrentes en los trabajos de historia económica del Uruguay tales como ¿qué le pasó a este país en la segunda mitad del siglo XX?, y ¿cuáles serían las fuerzas que actuaron para producir el proceso de divergencia que emerge de los estudios que han abordado el desempeño de largo plazo de esta economía? Las respuestas han sido múltiples y articuladas a partir de diferentes marcos analíticos, lo que aún mantiene abierto el debate sobre la incidencia relativa de diferentes factores. Pero el importante esfuerzo de búsqueda ha dado lugar a un salto cualitativo en lo que respecta a la evidencia con que se cuenta para discutir los problemas del desarrollo económico del Uruguay. Quizá ello haya permitido superar, en el ámbito académico —aunque no totalmente en el imaginario colectivo y en el elenco político— la errónea idea de que el Uruguay sería un país rico y las falencias estarían en la distribución de sus frutos.

Parafraseando a Deirdre N. Mc Closkey (1975) y, en línea con la caracterización de Luis Bértola (2000) sobre el desarrollo de la disciplina, la Historia Económica ha construido —en Uruguay— más y mejores hechos económicos y contribuido a la movilización de mejor teoría económica, con lo que la situación es muy distinta —en cuanto a capacidad analítica— a aquella de los años sesenta, cuando en medio del estancamiento productivo y una polarización política y social sin precedentes, pudo titularse un libro «Uruguay: un país sin problemas, en crisis» (IEPAL, 1965).

No obstante, hay que señalar que la temática energética es una asignatura pendiente. Aunque es un lugar común reconocer que el país no cuenta con carbón y petróleo, recursos vinculados estrechamente al crecimiento económico moderno, no existen —en el campo de la Historia Económica— trabajos que hayan analizado su implicancia en el desarrollo económico en el largo plazo.

El desafío al que responde esta tesis es incorporar la dimensión energética al análisis de los factores que pudieron incidir en el desempeño de largo plazo de la economía uruguaya y, en tal sentido, realizar una contribución específica al análisis del «fracaso uruguayo».

La pertinencia de la temática se ve reforzada por la actual coyuntura que vive el sector energético y los debates en torno a las políticas más adecuadas para impactar en la matriz energética y diseñar una estrategia sustentable, lo que refleja el carácter estructural y de largo plazo que reviste la cuestión en Uruguay. La severa crisis socioeconómica que caracterizó el comienzo del nuevo siglo dio lugar a diversos esfuerzos para intentar explicar su origen y subsidiariamente ofrecer salidas a la misma. Tanto desde el Poder Ejecutivo, como desde la Universidad de la República (Udelar), se promovieron estudios en diversos temas, entre ellos la energía. Resultado de ello vieron la luz una serie de estudios de diagnóstico y prospectiva.

Desde el programa *Prospectiva Tecnológica Uruguay 2015*, desarrollado a través de un convenio suscrito entre Presidencia de la República y la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), se promovió un estudio de

diagnóstico y prospectiva para el sector energético, que fue coordinado por la Facultad de Ingeniería de la Udelar. La estrategia de trabajo desarrollada se basó esencialmente en un conjunto de encuentros de los cuales participó un panel de expertos, así como de especialistas en las diferentes áreas temáticas consideradas. El trabajo evaluó esta estrategia como muy eficiente a los efectos de recoger las experiencias y expectativas locales. El informe final hace énfasis en la vulnerabilidad del sector energético uruguayo y la necesidad de encarar medidas tendientes a lograr una integración eficiente con los países vecinos, la seguridad de la oferta, la eficiencia en el consumo y el desarrollo de fuentes sustitutivas de energía. Así mismo propuso la integración de un «grupo interdisciplinario de energía» (Presidencia de la República-ONUDI, 2002).

En 2004 finalizó el trabajo de la Mesa de Energía de la Comisión Social Consultiva con un informe final que complementó el trabajo realizado por la Facultad de Ingeniería en 2002. Cabe destacar la amplia participación de actores en la discusión y elaboración del documento. En el mismo se lleva a cabo un análisis de factibilidad de algunas energías renovables y se construyen escenarios alternativos con horizontes de cinco a treinta años (Comisión Social Consultiva, Udelar, 2004).

El último trabajo de análisis y prospectiva energética es el informe elevado a la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) por Ramón Méndez Galain en febrero de 2008. Según Méndez Galain los grandes desafíos de la planificación estratégica en el sector energía provienen de factores institucionales en interacción con problemas tecnológicos y tecno-económicos vinculados al desarrollo de fuentes de energía alternativas. Plantea la necesidad de que el Estado asuma un rol protagónico en la planificación, coordinación e impulso de una política energética nacional. Y, finalmente, propone objetivos, instrumentos y herramientas que, si bien están diseñados para un Plan Estratégico Nacional de Ciencia y Tecnología (Pencti), bien pueden formar parte de la planificación estratégica del sector energético (Méndez Galain, 2008).[1]

El carácter estratégico de la problemática energética ha quedado de manifiesto recientemente, al definir el nuevo gobierno electo que la energía fuera uno de los cinco temas que articularían los grupos multipartidarios para definir políticas de estado.

Hace cincuenta años el país vivía el ocaso de un modelo de crecimiento que había creado condiciones como para que propios y ajenos hablaran de la «Suiza de América». En esa coyuntura, en que la sociedad uruguaya comenzaba su «largo adiós al país modelo»,[2] vio la luz un extraordinario estudio que indagó profundamente en las causas

1 La Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear (DNETN) del Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM), bajo la conducción del propio Ramón Méndez Galain, ha dado a conocer, en el mes de julio de 2008, el denominado *Plan Nacional de Energía 2005-2030* que, luego de presentar las acciones desarrolladas en la materia entre 2005 y 2008, esboza definiciones estratégicas y líneas de acción. En los aspectos conceptuales se enfatiza en el rol directriz del Estado (desde el MIEM) con participación regulada de agentes privados, la necesidad de la diversificación de la matriz energética para superar la petróleo-dependencia, la promoción de la eficiencia en el uso de la energía y el compromiso de velar por un acceso adecuado a la energía de todos los sectores sociales.

2 Título de un trabajo de Filgueira y Filgueira (1994).

de la crisis y articuló, a partir de su diagnóstico, un *Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social* (CIDE, 1963 y 1965). El sector energético ocupó un lugar destacado entre los factores identificados como decisivos para el desarrollo. La Comisión de Inversiones y Desarrollo Económico (CIDE) sentenciaba al respecto

> La disponibilidad de energía en todas sus formas siempre ha precedido a la demanda, salvo en caso de conflictos mundiales o inundaciones extraordinarias. Por ello se puede considerar que la energía no ha sido en manera alguna un factor limitante del desarrollo económico en el pasado. (CIDE, 1963: II-76)

Como se verá en los capítulos 3 y 5 del presente trabajo, tal afirmación aparecería relativizada en otros pasajes del documento de la CIDE. No obstante, la misma ha constituido un verdadero disparador para el proyecto de investigación que ha dado lugar a esta tesis. ¿Puede aceptarse —sin más— que un pequeño país carente de combustibles fósiles, haya enfrentado los desafíos emergentes del crecimiento económico moderno sin dificultades en el suministro de energía? Aún aceptándose la disponibilidad, ¿pudo la importación de energía operar en el sector externo de la economía, generando presiones sobre la balanza de pagos, debido a los usos finales de los energéticos?

La respuesta primaria o hipótesis que guió la investigación es que, en Uruguay, la transición a formas de energía moderna implicó un problema de sostenibilidad por la dependencia de la importación de los principales portadores. Este fenómeno se habría visto particularmente agudizado durante el truncado proceso de cambio estructural que caracterizó a la economía uruguaya en el tercer cuarto del siglo XX, aun en un marco internacional de «energía barata».

Para someter a prueba esta hipótesis era necesario construir información respecto al consumo de energía, a las fuentes a través de las cuales se aseguraba el suministro, a los procesos de sustitución que implicó la modernización económica y social, a los usos de la energía, etcétera. Un largo periplo, iniciado hace casi una década, ha concluido en este trabajo. Durante el mismo se debió hurgar en distintas fuentes, se necesitó apelar a variadas estrategias de estimación y se movilizó distintos enfoques teóricos para interpretar los hechos estilizados construidos.

A manera de síntesis del recorrido realizado se presentan a continuación algunos de los mojones en el camino transitado.

En el Programa de Historia Económica y Social de la Facultad de Ciencias Sociales (FCS) de la Udelar, el autor de esta tesis ha desarrollado una línea de investigación orientada al análisis de la problemática de la relación entre energía y desarrollo focalizada en el caso de Uruguay, con una perspectiva de largo plazo. Como resultado de esta labor se han ejecutado algunos proyectos concretos, se han orientado trabajos monográficos de grado y se han concretado algunas publicaciones.

El punto de partida puede ubicarse en la elaboración de la tesis de maestría sobre *Economía y cambio técnico. Adopción y difusión de la electricidad en Uruguay, 1880-1980* (Bertoni, 2002). La culminación de ese trabajo abrió una serie de interrogantes sobre la relación entre consumo de energía y desempeño económico en el largo plazo que motivaron la definición de una línea de investigación específica en el campo de la historia económica.

Los primeros resultados fueron presentados en el *III Simposio Latinoamericano y Caribeño de Historia Ambiental-III Encuentro Español de Historia Ambiental. Metabolismo social y sustentabilidad*, Carmona, 2006. Allí se presentó un análisis del agregado energético para el período 1880-2000, incorporando una estimación del consumo de leña y discutiendo cómo incidía su inclusión en el análisis de la intensidad energética (Bertoni y Román, 2006).

A partir de entonces, se cultivó una estrecha relación de colaboración académica con la Dra. María del Mar Rubio, entonces en la Universidad Pompeu Fabra de Barcelona. La experiencia de investigación en la temática energética y los contactos internacionales de Mar Rubio brindaron un respaldo importante al trabajo realizado en el Programa de Historia Económica y Social. En particular debe destacarse la organización conjunta de un simposio en el Primer Congreso Latinoamericano de Historia Económica (Montevideo, 2007) y la ejecución conjunta del proyecto *Energía, innovación y desarrollo* financiado por la Agencia Española de Cooperación Internacional.

Resultado de esta actividad de cooperación internacional fue publicado un libro, compilación de varios de los trabajos realizados en el marco de la misma (Rubio y Bertoni, 2008). Entre los artículos allí contenidos deben destacarse algunos antecedentes directos de esta tesis (Bertoni y Román, 2008; Bertoni y Caldes, 2008; Bertoni *et al.*, 2008).

Finalmente, cabe destacar el esfuerzo de comparación de las transiciones energéticas de Uruguay y España (Bertoni, Román, Rubio, 2009). Allí se avanzó de manera sustantiva en el análisis de la dependencia energética, problema definido como central en esta tesis.

El fortalecimiento de esta línea de investigación en temas energéticos permitió la orientación de tres monografías de grado para obtener el título de Licenciado en Economía en la Facultad de Ciencias Económicas y Administración de la Universidad de la República (Carracelas, Ceni y Torrelli, 2006; Álvarez y Falkin, 2008; Lacurcia, Mayola y Ricco, 2010). Cada una de ellas, en distinta medida, ha aportado elementos a la tesis que se sostiene aquí. La primera de ellas reúne información relevante respecto a la evolución de la estructura tarifaria del sector eléctrico entre 1912 y 2000, a partir de un novedoso enfoque institucional. La segunda permitió la elaboración de una base de datos de importaciones uruguayas «producto por producto», cubriendo el período 1938-2006. La misma ha sido de gran valor para la reconstrucción del índice de esfuerzo energético que se maneja en este trabajo. Finalmente, la tercera analiza el papel de la leña como energético en la industria uruguaya.

Finalmente, corresponde mencionar dos trabajos —en los que participó el autor— que contribuyeron a la maduración de las ideas centrales que aquí se presentan. En el marco del convenio Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP)-Udelar *Ejecución de estudios técnicos de prospectiva*, se llevó a cabo una labor de revisión de todos los estudios de diagnóstico y esfuerzos de planificación desde los años sesenta del siglo XX (Bertoni y Croce, 2008). Esa labor contribuyó notablemente a identificar el *common sense* sobre la temática energética en cada momento y los lineamientos de política

dominantes. Y, por último, la ejecución de un proyecto de corte multidisciplinario sobre la matriz energética nacional ha permitido un intercambio muy rico entre ingenieros, economistas, antropólogos e historiadores económicos, con respecto a la dinámica a través de la cual se conforma la matriz energética (Bertoni *et al.*, 2010).

Como parte de esta introducción se incluye una presentación del escenario, para aquellos lectores que no conozcan algunas de las características estructurales de Uruguay. Después el cuerpo del trabajo se articula en cinco capítulos y a continuación se resumen las conclusiones a que se ha arribado. Complementariamente, las referencias bibliográficas y un anexo estadístico aportan información imprescindible para el lector.

En el capítulo 1 se realiza un recorrido por los trabajos académicos que han constituido antecedentes valiosos para esta investigación, en lo que refiere a la relación general entre energía y desarrollo, metodología y técnicas de estimación y análisis de las problemáticas energéticas en perspectiva histórica, tanto a nivel regional como nacional.

Una discusión sobre papel de la energía en la teoría económica convencional se lleva a cabo en el capítulo 2. Se incorporan también otros cuerpos analíticos relevantes respecto a la transición energética y se manejan herramientas teóricas de origen estructuralista y postkeynesiano, por su aporte a la comprensión de la restricción externa al crecimiento. El cierre de este capítulo se dedica a presentar el marco y la estrategia analítica adoptados.

Los tres capítulos siguientes están dedicados a la presentación de los resultados de la investigación. El capítulo 3 es el más extenso del trabajo; allí se presentan los hechos estilizados de la dinámica de la transición energética en Uruguay, desde las energías tradicionales a las formas modernas de energía; se analiza la evolución de la intensidad energética y se discuten los factores que explican el comportamiento de este indicador; finalmente, se ofrece una aproximación al consumo final de energía por sectores socioeconómicos. Se ha incorporado a este capítulo un anexo específico, en el que se provee al lector de la información necesaria para comprender los procedimientos a través de los cuales ha sido posible reconstruir la oferta energética primaria por fuente. En algunos casos, se trata de piezas de investigación con vida propia.

Habiendo cumplido la electricidad un rol fundamental en la modernización energética, se dedica el capítulo 4 a presentar la evolución del subsector eléctrico. La dinámica de la electrificación y las características de la oferta y de la demanda, ofrecen elementos claves para entender algunos de los problemas del sector energético en su conjunto.

El capítulo 5 se focaliza en discutir los costos económicos de la transición energética en Uruguay. El incremento de la dependencia energética del exterior, a lo largo de la primera mitad del siglo XX, dio lugar a un importante esfuerzo importador. Esto generó, articulado con un proceso de «residencialización» del consumo, problemas de sostenibilidad ya en los años cincuenta.

Una síntesis de las discusiones realizadas en los capítulos 3 al 5 y las principales conclusiones del trabajo, a la luz de los enfoques teóricos presentados en el capítulo 2, se articulan en el capítulo 6.

## El escenario: geografía, demografía, economía y política

Uruguay es un pequeño país, cuyo territorio —que no alcanza a los 180.000 km²— puede definirse como una vasta penillanura. Por esta razón no cuenta con desniveles importantes que generen caídas de agua potencialmente utilizables para la generación eléctrica. En caso de optarse por este tipo de generación, la altura de caída necesaria debe crearse artificialmente. Por otra parte, si bien el territorio cuenta con una red hidrográfica amplia, la hidraulicidad es aleatoria debido a que sus caudales son consecuencia de un régimen pluvial caracterizado por su extremada irregularidad y variabilidad.[3] Esto constituye un importante condicionamiento para la explotación de este recurso energético autóctono para la hidrogeneración. La ausencia de combustibles fósiles completa un panorama complejo desde el punto de vista de los recursos naturales en cuanto a la oferta energética.

**Figura 1.** Uruguay: un lugar en el mundo.
*Fuente: <http://www.worldatlas.com/webimage/countrys/samerica/uy.htm#maps> (05.02.2010)*

El clima muestra pequeñas variaciones espaciales de temperatura y precipitaciones. Todo el territorio está comprendido dentro de las características de clima templado, moderado y lluvioso. La temperatura media anual se sitúa en el entorno de 17 °C con variaciones estacionales, que en el mes más frío oscilan entre -3° y 18 °C y en el mes más cálido los registros superan los 22 °C. Las temperaturas más altas se presentan en los meses de enero y febrero y las más bajas en junio y julio (<http://meteorologia.fcien.edu.uy/>).

3 Se han producido extensos períodos de sequía, como los registrados en 1891-94, 1916-17, 1942-43, 1964-65 y 1988-89. También son hechos frecuentes años con abundantes precipitaciones como lo fueron 1914, 1959 y 1983 y 1992 (<http://meteorologia.fcien.edu.uy>).

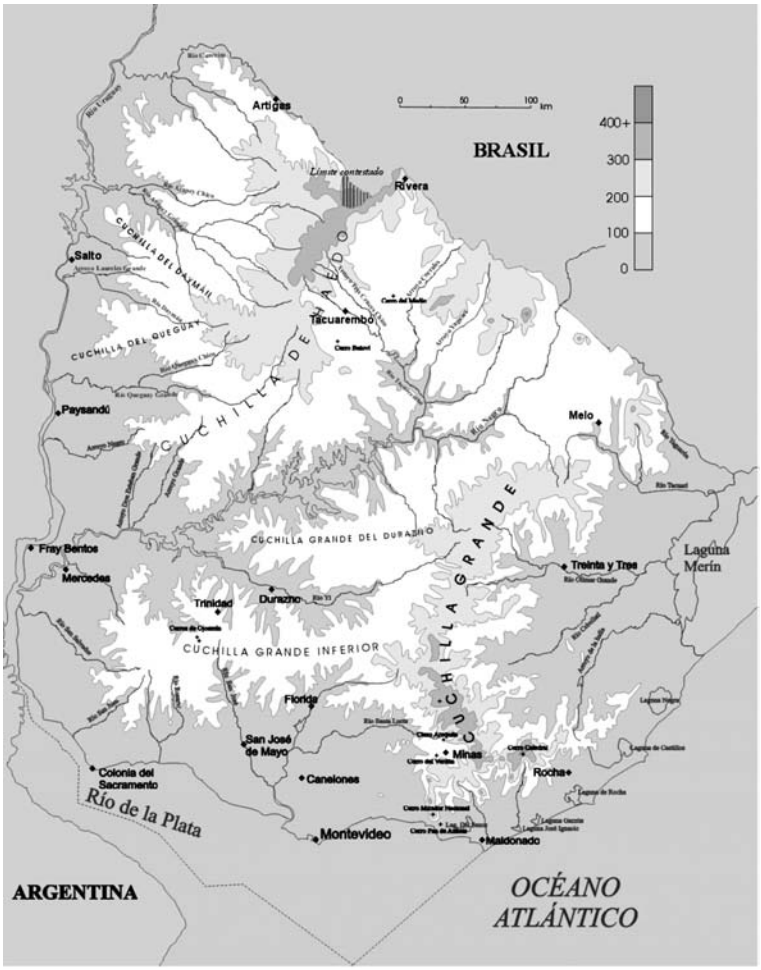


**Figura 2.** Uruguay: mapa físico.
*Fuente: <dhttp://www.mapsorama.com/physical-map-of-uruguay/> (05.02.2010)*

Demográficamente, el Uruguay debe catalogarse como un país escasamente poblado, que mostró un acelerado proceso de urbanización y una fuerte concentración de su población en la ciudad capital. Al comenzar el siglo XX la densidad poblacional se ubicaba en torno a seis habitantes por km$^2$, en 1963 la misma oscilaba alrededor de quince y al finalizar el siglo era diecisiete. Aún siendo muy bajas, estas cifras agregadas no reflejan la desigual distribución de los habitantes en el espacio: la población rural pasó de 50% a 20% en los primeros sesenta años del siglo y, en una sola ciudad, Montevideo —que ya a comienzos de siglo albergaba casi un tercio de la población— en 1963 residía casi 50% de los habitantes del país. El temprano exterminio de las comunidades indígenas y el aluvión migratorio en las últimas décadas del siglo XIX y

primeras del siglo XX contribuyeron a conformar una sociedad relativamente homogénea, fuertemente europeizada.

| Cuadro 1. Uruguay. Distribución de la población según área geográfica | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1908 (*) | | 1963 | | 1975 | | 1985 | | 1996 | |
| | Población | % | Población | % | Población | % | Población | % | Población | % |
| Montevideo | 309.231 | 29,7 | 1.202.757 | 46,3 | 1.237.227 | 44,4 | 1.311.976 | 44,4 | 1.344.839 | 42,5 |
| Interior | 733.455 | 70,3 | 1.392.753 | 53,7 | 1.551.202 | 55,6 | 1.643.265 | 55,6 | 1.818.924 | 57,5 |
| Urbano | 521.343 | 50,0 | 2.097.129 | 80,8 | 2.314.356 | 83,0 | 2.581.087 | 87,3 | 2.872.077 | 90,8 |
| Rural | 521.343 | 50,0 | 498.381 | 19,2 | 471.073 | 16,9 | 374.154 | 12,7 | 291.686 | 9,2 |

(*) El censo de 1908 no distinguió entre población urbana y rural, pero demógrafos e historiadores coinciden en estimar la población urbana en 50%.
Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE), <www.ine.gub.uy>.

Uruguay ha tenido un crecimiento parsimonioso y fluctuante en el largo plazo, en buena medida resultado de un comportamiento cíclico de su economía (Bértola, 2004 y 2008).

**Gráfico 1.** Uruguay: evolución del PBI real por habitante.
*Índice PBI real per cápita (1913=log 100)*

| Cuadro 2. Los ciclos de la economía uruguaya. PBI real *per cápita*. Fases de Crecimiento (tasa acumulativa anual) | | |
|---|---|---|
| *1870-2000* | *1,1* | |
| 1870-1930 | 1,1 | Modelo Agroexportador |
| 1930-1945 | -0,7 | |
| 1945-1957 | 4,3 | Modelo Introvertido (ISI) |
| 1957-1973 | -0,3 | |
| 1973-1981 | 2,9 | Modelo «Dictatorial» |
| 1981-1990 | -1,3 | |
| 1990-1998 | 4,0 | Apertura e Integración |
| 1998-2000 | -3,0 | |
| Fuentes: 1870-1936: Bértola, L. «El PBI del Uruguay», Montevideo, 1998; 1936-1955: Bertino-Tajam. «El PBI de Uruguay», Montevideo. 1999; 1955-1963: BROU, «Cuentas Nacionales», 1965; 1963-2000: BCU. Población: Base de Datos Historia Económica, FCS-Udelar. (Tomado de Caetano, Gerardo; Rilla, José (2005) *Historia contemporánea del Uruguay. De la colonia al siglo XXI*. Montevideo, Fin de Siglo 2ª. ed. Apéndice estadístico). | | |

A influjos del modelo primario exportador el país concretó, durante la primera globalización, una relativamente exitosa inserción en la economía mundial, que habría alentado un fuerte crecimiento de la actividad interna. Según estimaciones de Bértola (2000) el PBI por habitante de Uruguay representaba —a fines del siglo XIX— 80% del promedio de las cuatro economías líderes (Gran Bretaña, Francia, Alemania, EEUU). A pesar que esa relación habría caído a 70% en las primeras cuatro décadas del siglo XX, Uruguay nunca abandonó el «club» de los países de ingreso medio y en los años cincuenta —ahora bajo el modelo de desarrollo introvertido de posguerra— pudo ser calificado por propios y ajenos como «la Suiza de América». El nivel de ingreso y el alto grado de urbanización convergieron para configurar patrones de consumo estrechamente vinculados a la demanda de energías modernas. La dinámica del sector manufacturero constituyó otro factor importante en la demanda energética. Si bien la estructura industrial no incluyó ramas especialmente energo-intensivas, la necesidad de satisfacer los requerimientos energéticos del sector ocupó un lugar destacado en la agenda política en el marco del proceso de industrialización dirigido por el Estado (1946-1959).

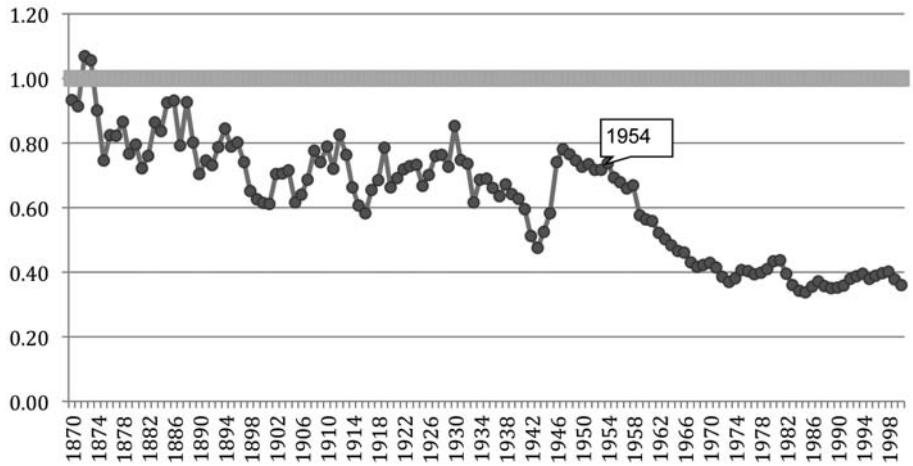


**Gráfico 2.** Desempeño relativo de Uruguay. PBI *per cápita* en relación al promedio simple de Alemania, Francia, Reino Unido y Estados Unidos (1990 Internacional Geary-Khamis dollars) (Promedio 4=1).
*Fuente: Elaboración propia con base en Maddison, 2001.*

El agotamiento de ese modelo de desarrollo dio lugar a una perversa combinación de estancamiento productivo y pugnas distributivas. Entre mediados de los años cincuenta y comienzos de los años setenta —en un escenario de estanflación— los conflictos sociales y la crisis política hicieron naufragar los intentos de ajuste, quedando la política económica a la deriva. La divergencia respecto a las economías centrales fue el resultado inevitable: en 1973 el PBI *per cápita* de Uruguay era menos de 40% del promedio de los cuatro líderes, ese sería el nuevo nivel de desarrollo relativo de la economía, como lo confirma la evolución hasta finalizar el siglo. La preocupación por entender las determinantes de ese «fracaso», sigue ocupando un lugar destacado en la agenda de investigación.

La historiografía ha enfatizado en la presencia de una persistente impronta estatista en la sociedad uruguaya. Se ha identificado como factor clave en la configuración de este fenómeno de larga duración la acción del primer batllismo.[4] En las dos primeras décadas del siglo XX quedó conformada buena parte del dominio empresarial del Estado uruguayo. Ese fue el instrumento elegido para dar respuesta a la necesidad de asumir responsabilidades en aquellos ámbitos en los que ciertas externalidades u otras fallas del mercado, ponían bajo sospecha que la iniciativa privada pudiera asegurar el suministro de ciertos bienes o servicios estratégicos para la promoción del bienestar social. Como parte del combate contra el «empresismo» británico, se determinaron estatizaciones y se resolvió implantar ciertos monopolios estatales... entre ellos la generación,

4 Así se ha denominado al período comprendido entre 1903 y 1916, caracterizado desde el punto de vista político por el predominio de las ideas de José Batlle y Ordóñez, líder reformista perteneciente al Partido Colorado (Barrán y Nahum, 1981/1987; Bertino *et al.*, 2005; Finch, 1980).

transmisión y distribución de energía eléctrica (1912) y la importación, refinación y comercialización de petróleo y sus derivados (1931).

Aunque el rol del Estado ha variado en los distintos modelos de desarrollo, su centralidad en los arreglos institucionales que los sustentan es insoslayable. En particular, en las décadas comprendidas entre 1930 y 1970, su acción fue decisiva en la redistribución del ingreso (Azar *et al.*, 2009) regulando la mayoría de los mercados de bienes y factores. La estructura del sector energético y la política energética deben ser analizadas en el contexto de esa centralidad estatal.

# Antecedentes[5]

La relación entre energía y desarrollo ha sido objeto de diversos estudios. Aunque el marco analítico con que se ha formulado el problema condiciona severamente el tipo de conclusiones que se alcanzan y, a pesar de que las pruebas de causalidad no han arrojado resultados terminantes respecto al sentido de la misma, no hay duda que estamos frente a uno de los fenómenos claves para entender el desarrollo económico y social en el largo plazo.

En uno de los trabajos de síntesis pioneros en la materia, Cipolla señalaba dos grandes revoluciones para entender la «historia económica de la población mundial», cada una de ellas relacionadas a las fuentes de energía con que el hombre encaró la satisfacción de sus necesidades energéticas y el tipo de convertidores utilizados.[6] La revolución agrícola habría consistido en el proceso a través del cual el hombre controló y aumentó el abastecimiento de plantas y animales disponibles (Cipolla, 1964: 32). A partir de entonces y hasta la revolución industrial, las sociedades humanas esencialmente dependieron de las plantas para obtener alimentación y combustible y de los animales para obtener alimentación y energía mecánica (Cipolla, 1964: 39).[7] La revolución industrial habría puesto en marcha la explotación a gran escala de nuevas fuentes de energía (fósiles), mediante la utilización de convertidores inanimados, o sea máquinas (Cipolla, 1964: 41). En esta perspectiva, las revoluciones agrícola e industrial habrían producido profundas brechas en la continuidad del proceso histórico, comenzando a partir de cada una de ellas una «nueva historia, dramática y totalmente distinta de la anterior» (Cipolla, 1964: 22).

En la visión de Cipolla, a partir de la revolución industrial, la humanidad contó con más energía disponible *per cápita*, lo cual se tradujo en mayor consumo pero también en una mayor productividad de la mano de obra. El resultado fue la expansión de los ingresos reales *per cápita*, lo cual permitió mejoras sustanciales de los niveles de vida y la satisfacción masiva de necesidades que no fueran las puramente elementales (Cipolla, 1964: 65). Wrigley (1962 y 1993) ha enfatizado también la extraordinaria

5 Una muy interesante discusión historiográfica sobre «la historia económica, la energía y el consumo de combustibles fósiles», a la cual le debe mucho esta sección, se lleva a cabo en Folchi y Rubio (2008).

6 Como señalan Folchi y Rubio (2008), la primera visión de la historia en clave energética podría atribuirse a Lewis Mumford quien —en 1934— propuso una lectura de la 'civilización industrial' en la que distingue tres grandes etapas: eotécnica, paleotécnica y neotécnica, cada una de las cuales estaría caracterizada por un «complejo tecnológico», definido por el empleo de ciertos recursos y materias primas, por unos medios específicos de utilización y generación de energía, y por unas formas especiales de producción y organización del trabajo (Munford, 1981).

7 La fuerza del viento y del agua también formaron parte de la matriz energética pre-industrial pero, a pesar de su difusión para impulsar navíos y molinos, según Cipolla su aporte habría sido marginal.

transformación que significó la revolución industrial en la historia económica mundial, provocando un aumento amplio y sostenido de los ingresos reales *per cápita*, como resultado de las mejoras en la productividad y abriendo con ello el camino al crecimiento económico moderno. Para Wrigley, la revolución industrial habría concretado el pasaje de la fase de «economía orgánica avanzada», a la «economía basada en la energía de origen mineral» con lo que el sistema en su conjunto podría conseguir una velocidad de crecimiento ascendente (Wrigley, 1993: 42).

De manera similar a lo señalado por Cipolla, Wrigley sostiene que la productividad media se vio incrementada de forma sustantiva cuando tuvo lugar el cambio hacia fuentes de energía minerales (inicialmente el carbón mineral), levantándose la restricción impuesta a la «economía orgánica avanzada» por la base fisiológica de los convertidores. La aparición de la máquina a vapor hizo posible, más que ningún otro adelanto, el incremento de la productividad per cápita. En los dos siglos que siguieron a la revolución industrial inglesa, la dinámica del cambio tecnológico y la explotación de nuevas fuentes energéticas (petróleo e hidroelectricidad) constituyeron factores determinantes de que aquellas economías embarcadas en el crecimiento económico moderno alcanzaran tasas de crecimiento desconocidas en la historia (Maddison, 2003).

Con base en estos trabajos es posible afirmar que el modelo energético asociado al crecimiento económico moderno habría implicado un cambio tan importante en las bases energéticas de las sociedades, que la ausencia de energías fósiles supondría una restricción importante para el sendero de desarrollo de las economías. Sobre este tópico y su incidencia en el caso uruguayo, se focaliza la tesis defendida en este trabajo.

Las transiciones energéticas aparecen en los trabajos citados como un fenómeno clave para entender la relación entre energía y desarrollo. Esto impone la necesidad de conocer la dinámica de dicho fenómeno y para ello es esencial contar con información sobre el consumo de «energías tradicionales», especialmente energía muscular y leña. Lamentablemente, no hay registro estadístico de la contribución de estas fuentes a la satisfacción de las necesidades energéticas. Ello obliga a definir estrategias metodológicas para estimar su consumo.

Una referencia ineludible cuando se pretende analizar la dinámica del consumo energético en el largo plazo y los problemas metodológicos asociados a la incorporación de las fuentes tradicionales, es el trabajo de Astrid Kander (2002). Allí la autora aborda de manera consistente el análisis de la relación entre crecimiento económico, consumo de energía y emisiones de $CO_2$ en Suecia. Una interesante discusión teórica sobre la relación entre energía y crecimiento se articula con un extraordinario trabajo empírico que permite manejar nutrida evidencia y articular un argumento muy sólido respecto a las determinantes que operan en la transición energética. Entre las principales conclusiones que presenta el trabajo, para Suecia, destaca que la intensidad energética en el largo plazo muestra una tendencia descendente cuando se incorporan las fuentes tradicionales y que en la explicación de este fenómeno juega un rol fundamental el cambio tecnológico.

En estrecha relación con los trabajos de Kander se ha consolidado una red europea denominada Long-term Energy-Growth (LEG network)[8], con sede en la Universidad de Lund (Suecia). La misma ha articulado —desde 2003— el esfuerzo de distintos investigadores de aquél continente para definir, diseñar e implementar una metodología común que permita construir series de largo plazo, consistentes y compatibles de consumo de energía, incluyendo las fuentes tradicionales. El objetivo es contar con cantidades y precios para varios países europeos. De manera complementaria se pretende obtener información sobre el consumo de energía por sectores, a los efectos de discutir el papel jugado por el cambio técnico y el cambio estructural en las transiciones energéticas y en la intensidad energética.

La revisión de los trabajos que en los últimos cinco años han producido varios de los investigadores que integran esta red, contribuye a aproximarse de manera significativa al estado del arte de la cuestión energética en la historia económica. Cabe destacar entre los mismos, el artículo de Mar Rubio (2005) sobre la intensidad energética y sus efectos contaminantes para España, cubriendo el período 1850-2000; el trabajo colectivo sobre la transición y la evolución de la intensidad energética en Italia, España, Holanda y Suecia, incorporando una fuerte impronta comparativa (Gales *et al.*, 2007); el artículo de Paolo Malanima (2006) que analiza, con nueva evidencia, la crisis de las sociedades agrarias en la Europa Moderna que planteó Wrigley; los aportes de Magnus Lindmark (2007) para entender las especificidades de la transición energética en Noruega; el trabajo de Kander, Malanima y Warde (2008) que, además de una presentación muy clara de las teorías de la transición energética, encara en perspectiva comparada la transición de la leña al carbón en Suecia e Inglaterra; y el documento de Kander y Warde (2009) que enfrenta el desafío de estimar la energía consumida por los animales de tiro en la agricultura de ocho países europeos entre 1800 y 1914.

Los trabajos citados, de lectura obligatoria para encarar el desafío de reconstruir el consumo de energía en Uruguay en el largo plazo, han contribuido de manera decisiva en el proceso de investigación desde el punto de vista metodológico, pero también sus resultados han operado como casos de referencia con los cuales contrastar las estimaciones realizadas.

En América Latina no hay antecedentes de estudios en el largo plazo sobre la relación entre energía y desarrollo que incorporen las energías tradicionales y discutan los procesos de transición energética a partir de esa evidencia. No obstante, la problemática energética ha estado presente en el debate sobre los problemas latinoamericanos para alcanzar mayores niveles de ingreso y más bienestar.

Según Folchi y Rubio (2008), con anterioridad a los años setenta, sólo aparecieron dos trabajos monográficos sobre la energía en América Latina.[9] El primero, publicado por el Departamento de Comercio de los Estados Unidos en 1931, sólo releva informa-

8 <http://www.esf-globaleuronet.org/activities/research_areas/long_term_energy_and_growth>.

9 Los autores destacan, además, la información que maneja Prebisch en el *Estudio Económico de América Latina*, 1949, publicado en 1951.

ción parcial sobre energías fósiles y potencial hidráulico, cuya heterogeneidad de origen y registro no permite comparar con cierta rigurosidad los países latinoamericanos entre sí. El segundo es una publicación de CEPAL (1956), que reúne información de consumo y producción de energía para veinte países latinoamericanos en el período 1925-1955, incluyendo algunas estimaciones sobre «combustibles vegetales» (leña y carbón de leña). El gran valor de este trabajo es el extraordinario esfuerzo que se realizó para relevar datos de todos los países y, aunque la calidad de los mismos es desigual y no pudo completarse para todos los años, presenta la información de manera uniforme y realiza análisis interesantes para comprender cuál era la visión que se tenía de la energía como factor de desarrollo en aquellos años.

Con respecto a la relación entre energía y desarrollo, el citado trabajo de CEPAL señalaba:

> La escasez de energía es, sin duda, uno de los obstáculos que más seriamente limita el proceso económico y un bajo nivel de consumo es expresión clara de subdesarrollo [...] No parece ocioso recordar que el desarrollo económico es, en última instancia, el aumento de la productividad media del trabajo y que en ésta influye directamente la cantidad de energía de que el hombre dispone para incorporar al proceso productivo. La productividad en las diversas actividades económicas es función directa de las cantidades de energía que se emplean y de las formas que reviste [...] para el empresariado, la disponibilidad de energía inanimada es mucho más importante que su costo, pues aquélla se convierte en elemento indispensable de la producción, sin que su incidencia en el costo industrial, a partir de cierta etapa, tienda necesariamente a subir. (CEPAL, 1956: 3)

Pero, más importante aún resulta —desde el punto de vista de la tesis que aquí se sostiene— su interpretación del proceso de incorporación de energías modernas a las sociedades latinoamericanas:

> De los contados casos que se ha podido analizar, sólo se puede deducir que en las primeras etapas del desarrollo económico el consumo de energía como bien de uso final predomina sobre el destinado a la producción y que su importancia relativa disminuye a medida que progresa la economía. A la inversa, el consumo destinado a las actividades productivas, especialmente de la industria y los transportes adquiere cada vez mayor preponderancia. (CEPAL, 1956: 11)

Como se verá en la presentación del consumo sectorial de energía, Uruguay habría constituido un caso atípico en cuanto a la participación creciente del consumo de energía «como bien de uso final».

En el *Boletín Económico de América Latina*, Volumen XV (CEPAL, 1970) apareció publicado un artículo sobre «La energía en América Latina» que puede considerarse una actualización del citado trabajo de 1956, donde se describen las «tendencias básicas de la economía energética latinoamericana en la década de 1960» y se presenta —a tales efectos— información desde 1955/56. Sin embargo, no utiliza los datos previos para analizar un período más amplio y se focaliza en un diagnóstico para proyectar el nivel y la composición del consumo energético en los años setenta.

Con posterioridad a las crisis petroleras, la producción académica sobre la energía en América Latina es mucho mayor, pero la información estadística no retrocede más allá de 1950-1960 y en todo caso, las energías tradicionales sólo ocupan un lugar secundario en el análisis, ante la preocupación central que se focaliza en los problemas (y oportunidades) emergentes del cambio en los precios relativos originados en 1973 y 1979. Otros dos libros son dignos de destaque, aunque trasciendan el área latinoamericana comprendiendo la problemática energética en los países subdesarrollados en general: Dunkerley, Ramsay y Cecelski (1984) y Dunkerley, Ramsay, Gordon y Cecelski (1985). Ellos realizan un interesante aporte a la discusión de las especificidades de los sistemas energéticos en países en desarrollo y el papel de las energías tradicionales en relación con las pautas de consumo de los hogares pobres.

Particularmente analizan cómo el desarrollo económico implica un proceso de transición de las energías tradicionales a las formas de energía moderna y, como ello genera problemas para satisfacer la demanda derivada:

> Even before the energy price 'shock' of the 1970s, the developing world faced severe challenges in its struggles for economic progress [...] Effective energy management poses an additional challenge. The impact of energy on capital supplies, the balance of payments, and institutional adaptability have now made it a major potential constraint on development prospects (Dunkerley, Ramsay, Gordon y Cecelski, 1985: 1)

Sus conclusiones respecto a cómo incide la industrialización de la periferia en la transformación de los requerimientos energéticos, constituye un aporte relevante a tener en cuenta a los efectos de evaluar el caso uruguayo:

> The more industrialized developing countries have large urban-industrial complexes, manufacturing both consumer and capital goods y providing an array of commercial services that make their modern sectors strikingly similar to those of the industrial countries [...] The rapid pace of economic development in most of the developing world since the 1950s has been accompanied by an even greater increase in use of commercial energy [...] The vast preponderance of the increase, moreover, was in the form of oil. [...] The sharp increases in commercial energy consumption are natural concomitants of the changes in economic structure involved in development [...] Most of the activities connected with these growing sectors can only be carried out using commercial (as opposed to traditional) fuels, al least with current fuel-using techniques (Dunkerley, Ramsay, Gordon y Cecelski, 1985: 7-8)

Los últimos veinte años, en línea con la prioridad adjudicada por la ciencia económica al estudio del funcionamiento de los mercados y el debate sobre las reformas estructurales, los análisis vinculados al marco institucional y los mecanismos de regulación del sector energético dominan la escena.[10]

Los análisis de largo plazo se refugiaron en proyectos vinculados a la historia económica, como el que se desarrolló en la Universidad Pompeu Fabra de Barcelona

10 Una buena síntesis del estado del arte sobre este tópico puede encontrarse en García Delgado y Jiménez (ed.) (2008) *Energía y regulación en iberoamérica*. Comisión Nacional de Energía, Pamplona, Ed. Aranzadi.

«Importaciones y modernización económica de América Latina, 1890-1960», bajo la dirección de Albert Carreras. Este proyecto se autodefine en los siguientes términos:

> The aim of this research project is to estimate consumption, capital formation and the level of economic modernization in Latin American and Caribbean countries between 1890 and 1960 (annually), as well as for 1870. To this end, we systematically use the trade statistics of these countries as well as of their principal trading partners in the developed world (the US, Germany and the UK, the G-3). The purpose is to evaluate economic performance and living standards during the first period of globalization (1870-1913), the increasingly fragmented world thereafter (1914-1945) as well as the period of greater openness after 1945. The latter should be of particular interest since, in many of these countries, it coincided with the adoption of import substitution policies. Our method of estimating foreign trade based on export statistics from the G-3 is well-suited to the task of assembling information on all of Latin America and the Caribbean; it also enables us to contrast and compare the experiences of modernization in small, medium and large economies of the region.
>
> (<http://www.econ.upf.edu/econhist/Laweb>)

A partir del supuesto de que la modernización energética constituye una de las piezas claves para entender el desempeño económico en el largo plazo, este equipo ha producido importantes contribuciones al estudio del consumo energético en América Latina «en el largo siglo XX».[11]

En el caso de Uruguay, los estudios sobre la energía en el largo plazo constituyen una asignatura pendiente. Si bien en los últimos años se puede apreciar una mayor sensibilidad para incorporar miradas históricas a los análisis, la ausencia de información estadística anterior a los balances energéticos hace que en el mejor de los casos los trabajos encuentren como horizonte temporal los años sesenta del siglo XX. Quizá por esta «mirada corta» en ningún caso se ha considerado necesario discutir la importancia de la energía muscular y otras fuentes como la energía eólica[12], aunque sí se ha incursionado en la importancia de la leña en la matriz energética (Oyhantçabal, 1991; Tansini, 1993).

Los trabajos históricos que han abordado la temática energética se focalizan en períodos específicos y, en general, refieren a la primera mitad del siglo XX. Entre ellos cabe mencionar en primer término el trabajo de Labraga *et al.* (1991) que, como lo indica su título, discute la transición del carbón al petróleo en el período 1900-1930. Resulta particularmente importante su análisis del consumo de carbón mineral. Allí se aporta información relevante respecto a la forma en que las fuentes registran las importaciones para consumo doméstico y el carbón destinado a bunkering. La dinámica de la incorporación del petróleo a las pautas de consumo, y las determinantes de la oferta petrolera en el Uruguay de las primeras décadas del siglo, constituyen otro de los aportes de esta obra. Pero, además, su aproximación a la demanda de combustibles vegetales y su abastecimiento ofrece información indirecta sobre el consumo de leña

11 Una parte de la producción académica vinculada al tema forma parte del libro «Energía y Desarrollo en el largo siglo XX. Uruguay en el marco latinoamericano» (Rubio y Bertoni, 2008).

12 Es de destacar que el registro de energía eólica en el *Balance Energético Nacional* se inicia en 2008, debido a la —aún modesta— incorporación de la misma a la generación de electricidad.

para un período en que era fundamental la participación de este combustible en la matriz energética.

En 1979, Raúl Jacob publicó «Inversiones extranjeras y petróleo», trabajo que informa detalladamente de las posiciones y los debates generados en torno a la creación del monopolio estatal de la importación, refinación y comercialización del petróleo y sus derivados. La erudición histórica del autor permite seguir el proceso de instalación de las petroleras en Uruguay, así como su reacción frente a la creación de la Administración Nacional de Combustibles Alcohol y Portland y su relación con actores locales y regionales (Jacob, 1979). En otro libro de Jacob, focalizado en los años treinta, se dedica un capítulo a la política energética (Jacob, 1981b). En el mismo se ofrece una síntesis del conjunto de medidas implementadas, tanto por el Consejo Nacional de Administración (hasta 1933) como por el presidente Terra (1933-1938), en el marco de una coyuntura histórica que muestra características sobresalientes desde el punto de vista del sector energético. A la creación de ANCAP (sobre la que vuelve Jacob en esta obra), se suma: la inauguración de la central térmica José Batlle y Ordóñez (1932) y la puesta en funcionamiento de las líneas de alta tensión para la transmisión de energía eléctrica a buena parte del sur de país (1932), el inicio de las obras de la primera represa hidroeléctrica para el servicio público (1937) y la inauguración de la refinería de petróleo que procesaría todo el crudo importado (1937).

Más allá de estudios históricos la labor de relevamiento llevada a cabo permitió identificar abundantes trabajos de diagnóstico de la situación energética, los cuales aportan interesante información respecto a los problemas identificados como fundamentales en cada momento. La impresión es que, ante cada coyuntura crítica que vivió el país en las pasadas cinco décadas, se habría apelado a estudios de diagnóstico y prospectiva para diseñar planes energéticos. Debe señalarse también que las políticas energéticas sólo muy parcialmente se correspondieron con las recomendaciones de aquellos esfuerzos analíticos (Bertoni y Croce, 2008).

Un antecedente de esos estudios es el trabajo de Ramón Oxman (1961) que ofrece una aproximación al consumo y la producción de energía entre los años 1937 y 1960. Las series anuales que se manejan allí constituyen, hasta el momento, el único reservorio de información sintética sobre el sector energético en su conjunto para el período 1937-1945.[13] Señala la necesidad de mejorar las estadísticas básicas del sector energético para poder concluir «con un mayor grado de generalidad y seguridad» y, quizá por esto el trabajo termina siendo esencialmente descriptivo. No obstante, Oxman avanza en el análisis e interpretación de los datos, lo que le permite realizar un ejercicio de identificación de los principales problemas del sistema energético uruguayo:

a. que las determinantes del incremento del consumo energético serían el aumento del ingreso y las modificaciones estructurales operadas en el proceso de producción;

13 Aunque se presenta una estimación sobre consumo de combustibles vegetales, es discutible su consistencia; en un trabajo anterior se discute sobre este tópico (Bertoni, 2002: 23).

b. que la oferta elástica de energía ha garantizado el suministro, no constituyendo por tanto la energía un factor limitante del desarrollo;
c. que los sectores esencialmente productivos —industria, agro, transportes— tenían una participación menor en el consumo energético frente a los «sectores consuntivos» —domestico, comercial y transporte particular—;
d. que los problemas de abastecimiento habrían respondido sólo a factores externos; y
e. que sería necesaria una mayor coordinación de los distintos organismos rectores del sector energía —Poder Ejecutivo y empresas públicas de energía— (Oxman, 1961: 50-51).

En los años sesenta el extraordinario esfuerzo de diagnóstico, prospectiva y planificación realizado por la Comisión de Inversiones y Desarrollo Económico (CIDE) dedicó uno de los tomos del *Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social* al *Diagnóstico y Plan de Energía 1965-1974*. La publicación cuenta con series estadísticas que cubren el período 1946-1963 y algunas líneas interpretativas interesantes sobre la problemática de la energía en general y de la energía eléctrica en particular. En aquel documento se alertaba sobre una cuestión central: a pesar de la preponderancia del sector público, no existía una acción consciente que coordinara la actividad en el campo energético y, agregaba que del diagnóstico surgía la necesidad de establecer una política coherente y unificada a nivel del gobierno central (CIDE, 1965). Sus conclusiones respecto a la oferta y demanda energética en Uruguay podrían resumirse señalando que, si bien no se identifica como problemático el abastecimiento debido a políticas energéticas adecuadas, se alerta sobre el cambio de coyuntura que se estaría produciendo en los años sesenta. Sobre la interpretación de la CIDE se volverá en los capítulos 3, 4 y 5. Aunque —como fue adelantado— las recomendaciones de la CIDE no encontraron más que parcialmente aplicación, la calidad del trabajo realizado queda de manifiesto en la evaluación de dicho plan realizada desde la OEA donde se señalaba:

> En general, el método empleado por el Plan para establecer la tendencia histórica del desarrollo energético en el Uruguay y la interpretación que deduce en relación con la estructura económica del país, de sus disponibilidades potenciales de energía y del marco institucional, puede considerarse adecuado para la naturaleza del estudio. Los criterios técnico-económicos aplicados por CIDE en la selección de alternativas para el equipamiento del sector energía, son de general validez (Unión Panamericana-OEA, 1967: 394).

En los años setenta, el «Plan Nacional de Desarrollo 1973-1977», elaborado por la Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP) en 1972, partió de un estudio de diagnóstico y prospectiva energética elaborado por UTE para la confección del Capítulo VII dedicado a «Energía» (OPP, s/f). Este fue el documento base que, revisado en los «cónclaves» gubernamentales (especialmente el de Solís, en diciembre de 1977), pautó la política energética de la dictadura. Desde el punto de vista analítico no aparecen aportes sustantivos, apelándose a buena parte de la información y conclusiones manejadas por CIDE. Por otra parte, aunque se pretende una visión sistémica,

el énfasis está puesto en el análisis de los problemas coyunturales derivados del déficit en el sector eléctrico para hacer frente a la demanda.

El impacto de las crisis petroleras de los años setenta, en un país petróleo-dependiente como Uruguay, condicionaron fuertemente el tipo de estudios que se llevaron a cabo en los años ochenta y noventa en el plano de la energía. Los mismos se focalizaron en el campo de los denominados Recursos Energéticos Nuevos y Renovables (RENR) y la factibilidad de la substitución del uso de los derivados del crudo importado (Informe Kalas, 1982); y el análisis de la oferta y demanda energética, estimando proyecciones con base en los patrones de demanda históricos y evaluando los efectos de la incorporación del gas natural a la matriz energética (Argonne, 1995: S1).

La primera década del siglo XXI ha dado lugar a varios estudios sobre el sector energético uruguayo, pero el horizonte temporal de los mismos en cuanto al análisis de tendencias históricas tiene como límite la información brindada por el Balance Energético Nacional y su preocupación fundamental está dirigida a generar evidencia respecto a los posibles cambios en la matriz energética, el rol de las energías renovables en la misma y la construcción de escenarios futuros (Comisión Social Consultiva, Udelar, 2004; Méndez Galain, 2008).

Cabe señalar que en la tarea de relevamiento de antecedentes realizada fue ubicado un trabajo de Ernesto González Posse que procura discutir en el plano teórico la relación entre ambiente, energía y desarrollo y propone, a partir de la delimitación de un marco analítico de corte neodependentista con una fuerte impronta de economía ambiental, una interpretación del desempeño de largo plazo de la economía uruguaya (González Posse, 1988). En palabras del autor, lo que se persigue es focalizar la discusión en «el concepto de excedente y su relación con los flujos de energía involucrados en el mismo, al analizarlo desde el punto de vista del proceso de trabajo» (González Posse, 1988:27) y cuáles serían las formas históricas concretas de esa relación en el caso uruguayo.

Cabe destacar cómo interpreta el autor la «edad de oro» del crecimiento económico de la economía uruguaya en la segunda posguerra

> para comprender por qué es posible ese crecimiento económico... Es importante destacar que sólo la visión ecosistémica, permite valorizar las dos fuentes de energía económica: la tierra, al igual que lo veían los fisiócratas, pero en base a su aptitud para procesar la energía solar y no por otro argumento, y la fuerza del trabajo, al igual que lo vieron los economistas clásicos, incluido Marx. Como sustitutos de ambas aparecen los combustibles fósiles moviendo máquinas o permitiendo fertilizar; pero con la diferencia de que estos combustibles no son renovables y entonces el segundo principio de la termodinámica rige totalmente como restricción al crecimiento... Los precios internacionales favorables, especialmente por la Guerra Mundial II y Corea, apuntalaban todavía ese crecimiento. Pero se acercaba el final de la bonanza industrial sustitutiva de importaciones (González Posse, 1988: 94).

Si bien se trata de un enfoque sugerente y provocativo —que invita al debate— y que aborda uno de los temas medulares para esta tesis, en el trabajo no se maneja información alguna sobre los flujos de energía. Esto contrasta con la interesante discusión

teórico-metodológica que se desarrolla en el mismo y obliga a que buena parte de las conclusiones no puedan considerarse sino como interesantes hipótesis de trabajo.

# Marco analítico

## La economía de la energía

El abordaje del problema de la restricción energética desde la historia económica, se enfrenta a una limitante teórica importante y es la ausencia de desarrollos analíticos consistentes desde la ciencia económica. Como señala Paul Stevens, la «economía de la energía» constituye un campo de la ciencia económica que no ha alcanzado desarrollos teóricos específicos en la profundidad y extensión de otros temas, como resultado de lo cual «poca teoría se ha desarrollado explícitamente para el objeto de estudio, aunque muchos principios generales de la economía son útiles...» (Stevens, 2000: xiii). Por el lado de la «economía de la energía» no habría una teoría propiamente dicha, sino esfuerzos por superar las limitaciones que impone la visión estándar, todavía con resultados no totalmente articulados en un cuerpo teórico consistente.

Los análisis de corto plazo, predominantes en la «economía convencional», han subestimado el papel de la energía en el desarrollo económico. En la medida en que se concibe el proceso económico como un sistema cerrado de flujo circular, la energía constituye un *input* más que contribuye al proceso de producción de ciertos bienes o servicios, el *output* de un proceso de trasformación concreto y/o un bien más de los que consumen las familias. En esta mirada, el análisis del tipo y la cantidad de energía producida y/o consumida no tienen otro cometido que la especificación de su papel en la estructura de costos, su relación con el equilibrio en el mercado energético (oferta y demanda) o el costo de oportunidad de su consumo en la estructura de preferencia de los consumidores.

En los modelos de crecimiento económico exógeno, el papel de la energía aparece subsumido en los factores de producción y, en todo caso, formando parte del informe elemento residual. Y, aún en las teorías del crecimiento endógeno, no constituye un aspecto que amerite un tratamiento especial.

La teoría neoclásica, a diferencia de su predecesora la economía clásica, no considera a la tierra como un factor de producción, subsumiéndola en el concepto de capital. Por ende, ha eliminado el factor que indirectamente podría representar a la energía en la función de producción (Shahid Alam, 2006: 6-7). En la visión de este autor:

> When classical economists speak of the «fertility of nature» (Adam Smith), «the productive and indestructible powers of the soil (David Ricardo),» «the natural and inherent powers of the soil (John McCulloch)», or speak of the earth as «a wondrous chemical workshop where many materials and elements are mixed together and worked on» (Jean-Baptiste Say), their language conveys a clear understanding of the energy that nature contributes to the economy [...] The neoclassical economists do not admit energy into

> their macro-economic framework, not even implicitly. This flows from their rejection of land as a factor of production; they subsume land under the rubric of capital. [...] The neoclassical economists treat energy as a raw material or intermediate good. (Shahid Alam, 2006: 5-6)

El enfoque neoclásico tiene enormes limitaciones si se consideran algunas características de la energía.[14] En primer lugar, como no existe la posibilidad de desarrollar procesos productivos sin ella, ello hace de este «input» un caso especial; en segundo lugar, su producción[15] siempre constituye un fenómeno que consiste en tomar una forma de energía y transformarla en energía de otro tipo; finalmente, la demanda de energía —ya sea como input o como bien de consumo— siempre es una demanda derivada, determinada por la intensidad energética del proceso de producción o la cantidad y calidad de los convertidores en los hogares.

La minimización del rol de la energía por la corriente principal del pensamiento económico, dificulta la comprensión de los procesos de desarrollo en el largo plazo. En Stern y Cleveland (2004) se realiza una interesante discusión del papel asignado a la energía en las teorías de la producción y el crecimiento. Allí se lleva a cabo de manera explícita la contrastación de ciertas bases físicas y biológicas con la concepción neoclásica de la producción y el crecimiento

> This approach has led to a focus in mainstream growth theory on the primary inputs, and in particular, capital and labor, and the attribution of a lesser and somewhat indirect role to energy... understanding the role of energy in the mainstream theory of growth is not so straightforward and the role of energy as a driver of economic growth and production is downplayed (Stern y Cleveland, 2004: 5-6) natural scientists and some ecological economists have placed a very heavy emphasis on the role of energy and its availability in the economic production and growth processes... In the extreme, energy use rather than output of goods is used as an indicator of the state of economic development... (Stern y Cleveland, 2004: 4)

Paul Stevens enfatiza sobre las diversas dimensiones en que se manifiesta el papel fundamental de la energía en el proceso económico. En su opinión,

a. es un *input* clave que transforma factores de *producción* en bienes y servicios;
b. es también un *input* clave en el más que esquivo concepto económico de «*nivel de vida*» —el uso de la energía por las sociedades varía enormemente, reflejando diferencias básicas de geografía, clima, cultura y sistemas económicos—;

14 El doctor Gabriel Oddone criticó en el acto de defensa de esta tesis el estilo de presentación de esta sección pues consideró innecesario el «ataque» a la corriente principal para poner de manifiesto el marco analítico por el que se optaba. En sus palabras: «el objeto y el método terminan definiéndose por contraposición, algo que debilita al cuerpo de pensamiento que lo sostiene».

15 En realidad debería hablarse de transformación, pues la primer ley de la termodinámica nos informa que la energía ni se crea ni se consume, en realidad sólo se trata de procesos de transformación; en general, en los procesos de producción y consumo, este cambio implica el pasaje de formas de energía de mayor calidad a formas de energía de menor calidad (segunda ley fundamental de la termodinámica).

c. además de su contribución a la producción y a las funciones de utilidad, la energía —y especialmente el petróleo desde 1973— ha sido un factor clave en la *macroeconomía* (comercio y negocios globales, problemas de balanza de pagos);
d. a nivel local y regional la energía importa, ya que la localización de actividades intensivas en el uso de energía o la instalación de plantas generadoras distorsionan la vida de localidades y regiones;
e. el petróleo ha tenido una profunda influencia en la política internacional (guerras, intervenciones armadas, etcétera);
f. el sector energético también importa porque ciertas características del mismo desnudan las fallas del mercado (economías de escala, alcance y densidad; fuertes barreras a la entrada y a la salida; fuertes elementos de monopolio natural), lo que hace poco probable la creación de competencia efectiva;
g. finalmente, la producción —y el consumo— de energía generan muy significativas externalidades, la mayoría de ellas —como es obvio— en el campo medioambiental, pero también con respecto a la importancia estratégica de la energía; aunque tecnológicamente es posible excluir del acceso a la energía, ello aparece como política y moralmente dudoso, lo que hace que la energía tenga características de un bien público (Stevens, 2000: ix-xii).

Como vemos, aún dentro de los límites de la «economía convencional» aparece necesario discutir, en particular, la «economía de la energía».

En los enfoques convencionales, la economía de la energía aparece como una particular rama de la economía aplicada que aborda el estudio de las fuerzas responsables del comportamiento de los agentes económicos —empresas, individuos y gobiernos— en lo que respecta a la oferta de recursos energéticos, la conversión de dichos recursos para obtener distintas formas de energía, el transporte o transmisión a los usuarios, el uso de la energía y el destino de los residuos originados en el proceso. Complementariamente se analizan los mercados y los instrumentos de regulación de este sector, así como los impactos distributivos y medioambientales de su funcionamiento. Todo ello en torno a la preocupación por la eficiencia económica de los procesos involucrados (Sweeny, s/f: 1).

Entre los economistas, Georgescu-Roegen (1971, 1975) fue uno de los primeros en señalar la ausencia de la energía en la teoría económica y aportes posteriores de la economía ecológica ofrecen desarrollos analíticos muy interesantes, más allá de los elementos normativos que se pueden derivar de ellos.[16]

Resulta relevante señalar que esos desarrollos teóricos «heterodoxos», superando las limitaciones teóricas del enfoque neoclásico consideran que, como no es posible ningún cambio o transformación en el campo de la economía sin «gasto» de energía,

16 El trabajo de Ernesto González Posse (1988) sobre *Ambiente, energía y desarrollo* constituye uno de los pocos intentos por incorporar —al análisis económico— un marco analítico de estas características, para el estudio de la producción y distribución de bienes y servicios en Uruguay, en el largo plazo. El resultado es una interpretación del proceso económico uruguayo que enfatiza en el deterioro del medioambiente agrario, que se relaciona en una combinación perversa, con el deterioro de los términos de intercambio comercial (González Posse, 1988: 107-110).

esta se convierte en una fuerza que condiciona todas las actividades económicas. En esta perspectiva, no es posible explicar el funcionamiento de la economía sin tener en cuenta las fuentes de energía, los procesos de transformación, el aprovechamiento y uso que se hace de la misma. Es más, debería concebirse a la economía como un sistema energético (Shahid Alam, 2006: 3). En síntesis:

> The economy consists of streams of energy-producing and energy-using activities; energy is central to this economy because it drives all economic activities. This focus on energy directs our attention to its sources in nature, to activities that convert and re-convert this energy, and finally to activities that use the energy to produce goods and services. In this economy, capital and labor perform supporting roles, converting, directing and amplifying energy to produce goods and services. (Shahid Alam, 2006: 21)

El rol central que otorga a la energía este enfoque, la convierten en factor de producción y se articula con la «economía ecológica» al restablecer la relación entre la producción y el consumo de bienes y servicios y la naturaleza. En su extremo plantearía que la economía constituye un subsistema de la ecología del mundo, cuya actividad consiste fundamentalmente en captar recursos naturales y energía de alta calidad del mundo circundante y producir bienes y servicios para satisfacer necesidades humanas, volcando en aquel mundo circundante deshechos y energía de baja calidad. Esta mirada sobre los fenómenos económicos implica la existencia de un límite —en un sentido físico— al tamaño de la economía, debido a la entropía que se va generando y a la interdependencia ecológica. En esta perspectiva, además, existe otro límite a la expansión económica y es el carácter finito de las materias primas, así como una determinada capacidad del planeta de absorción de emisiones y deshechos varios (Kander, 2002: 2).

Esta visión ecologista puede interpretarse en términos de restricción energética como una variación del estado estacionario. Pero, en este sentido, debe señalarse que si bien existe una estrecha relación entre crecimiento económico y procesamiento de materias primas utilizando energía, dicha relación no es lineal. El cambio estructural, que acompaña el proceso de desarrollo, influye de manera decisiva en la demanda de materias primas y energía. De manera similar, el cambio tecnológico incide en el sentido que provee innovaciones capaces de mejorar la eficiencia técnica de los convertidores y/o máquinas, permite reciclar desechos y también la utilización de las pérdidas de calor asociadas a los procesos de transformación energética (Kander, 2002: 2-3); pero además genera condiciones para la utilización de nuevas fuentes energéticas.[17]

Para este trabajo resulta de particular interés la concepción de la economía como un sistema energético, en la medida en que permite definir regímenes o modelos energéticos en un sentido similar al planteado por Wrigley (1993). Las sociedades históricamente han aprovechado los recursos energéticos para satisfacer sus necesidades y

17 Así como la fisión nuclear apareció en su momento como una alternativa y vuelve por sus fueros en el presente, nuevas tecnologías han hecho realidad el uso «moderno» de la energía eólica y de la energía solar. Pero incluso existen perspectivas en cuanto a nuevas fuentes como el hidrógeno y la esperanza de poder controlar la fusión nuclear.

alcanzar mayor bienestar individual y social. A lo largo de la historia estas necesidades habrían experimentado importantes transformaciones y para satisfacerlas se habría apelado a recursos energéticos muy diversos. Se ha denominado «modelo energético» al modo específico en que una sociedad aprovecha los recursos energéticos para satisfacer sus necesidades. La definición de un modelo energético surge de tener en cuenta tres dimensiones básicas: los recursos energéticos de que dispone una determinada sociedad; el modo como se producen los medios de vida, lo que está determinado por las capacidades tecnológicas; y los patrones de consumo que reflejan la especificidad de la cultura de esa sociedad (Prades, 1997: 20).

A diferencia del enfoque neoclásico, esta visión en que la energía constituye un factor de producción no homogéneo, permite indagar en la manera a través de la cual las sociedades han enfrentado las restricciones emergentes de la transición energética desde las energías tradicionales a la energía fósil; cómo diversos mecanismos han sido empleados para encarar ese desafío, incluyendo procesos de innovación, incrementos del capital físico y humano (Shahid Alam, 2006: 23); y también qué tipo de instituciones se han creado para viabilizar esos cambios, haciendo que la especificidad histórica de los procesos de transición adquiera relevancia para entender las diferentes trayectorias de las economías.

## Teorías de la transición energética

Así como se ha afirmado en la sección anterior que no habría una teoría de carácter general que de cuenta de la economía de la energía, debe señalarse que en un plano menos ambicioso de abstracción hay desarrollos teóricos, de alcance medio, que permiten interpretar analíticamente los procesos de transición energética.

En un trabajo de Kander, Malanima y Warde (2008) se presentan de manera sintética cuatro abordajes, a partir de los cuales se podrían explicar las transiciones, discutiendo su alcance e implicancias y, especialmente, su potencial para explicar los fenómenos de transición energética en Europa desde el siglo XVII. Con base en dicho trabajo, se presentan a continuación cuatro perspectivas teóricas de la transición energética.

1. Un primer esquema analítico se articularía a partir de los trabajos de Wrigley, cuyo enfoque ha sido presentado de manera muy breve en el capítulo 1, y podría definirse como *organic constraint model*:

> Given the finite amount of energy that could be obtained from pre-industrial agricultural regimes, development had to proceed on a territorially extensive rather than intensive basis, and was subject to steeply diminishing marginal returns [...] the limits to growth imposed by dependency on organic resources will eventually raise the cost of traditional energy carriers that compete for space (such as food, fodder and wood) to such a level that where possible, substitution for fossil fuels (initially substitution of wood by coal) becomes attractive if they are available. (Kander *et al.*, 2008: 6)

Esta interpretación del proceso de transición aparece como lineal y se asocia a las restricciones impuestas por la cantidad de energía que es posible obtener en el marco de una economía orgánica avanzada, a partir de la fotosíntesis. El carbón mineral primero, y el petróleo después, ofrecieron la posibilidad de levantar esta restricción al poner a disposición de las sociedades humanas depósitos de combustibles fósiles conformados a lo largo de millones de años. La transición energética aparecería, desde esta perspectiva, como un fenómeno inducido desde la oferta.

2. Un segundo modelo, no menos lineal, es aquel que concibe la transición energética como un proceso de sustitución de fuentes energéticas de menor calidad por otras de mayor calidad. En este abordaje es posible identificar visiones «desde la oferta» y «desde la demanda», por lo que Kander et al (2008: 4) lo definen como «the twin model of serial substitutions and energy ladder».

   La perspectiva desde la oferta define la transición como inducida por la superioridad de algunos energéticos frente a otros. El descubrimiento de nuevas y mejores formas de energía conlleva a la sustitución de aquellas de inferior calidad. A diferencia del «organic constraint model», en que el énfasis está puesto en la cantidad de energía disponible, aquí operaría la calidad del energético en el proceso de transición.

   El enfoque desde la demanda es la otra cara de la moneda. El mismo ha desarrollado el concepto de «escalera de la energía», y ha tenido amplia difusión para explicar los cambios en la canasta energética de los hogares en los países en desarrollo. La idea central es que el incremento del ingreso induce la sustitución de combustibles de baja calidad (biomasa) hacia formas de energía de mejor calidad.[18] La modernización energética sería el resultado de este proceso secuencial que transitaría desde la leña y la fuerza animal, pasando por los combustibles fósiles, hasta la electricidad.

   Sin embargo, esta visión lineal no contempla la complejidad que encierra la valoración cualitativa de la energía. Por un lado, no todos los energéticos son sustitutos perfectos o —dicho de otra manera— hay actividades energo-específicas. Por otro lado, si bien los niveles de ingreso de los agentes juegan un rol importante en el cambio de una fuente a otra, ya que la calidad del energético se reflejaría en su precio, a determinado nivel de ingreso puede incidir más en la decisión del consumidor factores de índole cultural, incluyendo tradiciones.

   Finalmente, la electricidad es por lejos la energía de mejor calidad debido a su polivalencia, que le permite ser utilizada con distintos propósitos. Pero, para generar energía eléctrica se necesita un convertidor y una fuente de energía primaria. En la realidad por tanto, la decisión de consumir una fuente de mejor calidad —electricidad— podría derivar en un incremento del uso de energéticos de menor

18 Reynolds (1996) clasifica las fuentes de energía en función de sus cualidades físicas: densidad, volumen, estado, etcétera.

calidad para satisfacer la demanda derivada. Piénsese por ejemplo en la posibilidad de generar electricidad a partir de centrales térmicas abastecidas con carbón, como ha ocurrido en los últimos años; o la necesidad de recurrir a la generación térmica por problemas de suministro regular de las centrales hidroeléctricas.

3. Un tercer modelo de transición energética es aquel que considera al cambio tecnológico como el factor inductor, con una fuerte impronta schumpeteriana, por el papel que jugaría la «destrucción creadora» en la sustitución de una forma de energía por otra. Se destaca en este abordaje el carácter sistémico que revisten las innovaciones por los desequilibrios y «cuellos de botella» que producen en un amplio espectro del entramado productivo, identificado como «development block»

> The concept of «development block» stresses the co-evolution of parts of the economy. At the core of a development block there is some central innovation(s) around which complementary activities are formed... (Enflo, Kander y Schön, 2008: 57)

Una innovación radical provocaría cambios radicales, no sólo en el mercado en que directamente modifica los precios relativos, sino que también induciría un incremento de la demanda de insumos, entre los cuales debe ubicarse la energía. Por ello el «development block model» ofrece una explicación a las transiciones energéticas. Pero el mecanismo de transmisión no sería lineal, sino que podría ocurrir que las actividades complementarias —como la producción de energía— no incorporaran innovaciones capaces de incrementar su productividad. Si esto ocurre se asistiría a un incremento en los precios relativos de esos insumos y por tanto se generarían desequilibrios en el sistema. Este abordaje articula factores de oferta y de demanda en una plausible explicación de la dinámica de la transición energética.

4. En línea con lo planteado en Kander (2002) existiría un cuarto abordaje para explicar las transiciones energéticas que ha sido identificado como «evolving-cost preferent model»

> This relates the costs of using particular carriers to wider developments in the economy that determine preferences and relates more to the demand side. As income or the relative prices of different factors of production shift, so too will preferences related to perceived risks, or the opportunity costs of using particular carriers. Influence can be exercised on consumption pattern directly through consumer choices or via the regulatory regime, which may take into account factors such as environmental costs, security considerations and the taxation regime (Kander *et al.*, 2008: 5).

Este modelo enfatiza en factores económicos e históricos que condicionan los cambios en las preferencias de los consumidores por una u otra forma de energía, en función de sus ingresos. Moviliza para ello diferentes componentes del costo de un energético: el costo monetario, los costos de manejo y los costos sociales (externalidades).

El comportamiento estilizado de los consumidores de energía (actividades productivas o de servicios y hogares), más allá de especificidades históricas y pautas culturales que deben ser atendidas con especial cuidado, se describiría como un ciclo que comenzaría por dar una alta prioridad a los costos monetarios. Una vez alcanzado cierto nivel de ingreso, las preferencias se mueven hacia el abatimiento de los costos de tiempo asociados al manejo de las distintas formas de energía. En el caso de las empresas, ello se explicaría porque los costos salariales están relacionados al uso del tiempo en el proceso de trabajo, y la cantidad y calidad de la energía utilizada puede contribuir a abatir esos costos. Si se analiza lo que ocurre en los hogares, es posible que los usos alternativos del tiempo compitan entre sí y la forma en que se satisfaga las necesidades de luz, cocción, calefacción, etcétera, ocupa un lugar relevante en esa elección.

Las externalidades o costos sociales del consumo de energía aparecerían más tardíamente como factor condicionante en la toma de decisiones de los consumidores. Un nivel de ingresos más alto, una mayor información sobre los impactos medioambientales del uso de la energía fósil (o nuclear), estímulos provenientes de la regulación del sector energético o, directamente, estímulos fiscales, serían algunos de los canales a través de los cuales se podrían producir cambios en las preferencias. Dichos cambios traerían aparejado, a nivel agregado, transformaciones en la matriz energética promoviendo procesos de transición.

Desde el punto de vista metodológico los cambios en las preferencias —teniendo en cuenta costos monetarios y de manejo— podrían captarse a través del estudio de los precios relativos de los distintos energéticos y, con base en ello, indagar si hay o no correlación con los niveles de consumo respectivos. Para analizar si hay incidencia de los costos sociales se deberían manejar indicadores más complejos.

Esta muy breve recorrida por algunos de los enfoques teóricos que han pretendido dar cuenta de los factores determinante (o participantes) en los procesos de transición energética, permite referir a ellos en el ejercicio de articulación de herramientas analíticas que constituye el principal desafío del modelo de análisis utilizado en este trabajo.

## Enfoques neoschumpeterianos

Al presentar en la sección anterior el modelo de «development block» ha quedado de manifiesto el potencial de la innovación y el cambio tecnológico como factor explicativo de los procesos de transición energética. La concepción neoschumpeteriana de los paradigmas tecnoeconómicos constituiría una visión complementaria y ampliatoria para un análisis como el que se propone este trabajo, ya que uno de los focos está en discutir los problemas que puede enfrentar una economía que no cuenta con recursos fósiles, para procesar la transición energética. Es posible interpretar que las dificultades para incorporar un factor clave (Freeman, 1989; Pérez, 1983 y 2005) —como lo es

la energía moderna— al entramado socioeconómico, puede imponer una restricción al desarrollo en el largo plazo.

El papel de la energía en la dinámica de internalización del «racimo de innovaciones» determinantes de la adopción y desarrollo de todas las potencialidades de un paradigma tecnoeconómico, es una cuestión relevante desde el punto de vista de la tesis que se sostiene en este trabajo. En ese racimo ocupa un lugar relevante el tipo de energía y las fuentes adecuadas para su provisión, así como un conjunto de innovaciones en lo institucional que ofrezcan un ambiente propicio para la penetración del sistema técnico asociado.

La discusión sobre la presencia en la historia de una sucesión de «paradigmas tecnoeconómicos» y la aspiración de que estos expliquen las fluctuaciones de la economía capitalista, ha recobrado importancia en los últimos tiempos. El fin de la *golden age* a mediados de la década del setenta y la incertidumbre que arrojó sobre las fuerzas del cambio y los mecanismos regulatorios, así como las características de la etapa que se ha abierto en la economía mundial y las ideas de «reformulación» del sistema capitalista para afrontarla, ha hecho renacer la discusión sobre los ciclos económicos.

Según Freeman (1989), entre los autores que han intentado desarrollar una más satisfactoria teoría de la relación entre cambio técnico y ciclos largos, las ideas de Carlota Pérez son particularmente interesantes. Ella plantea que cada ciclo está caracterizado por un estilo tecnológico dominante o paradigma tecnoeconómico que transforma, no solamente uno o dos sectores de punta, sino casi todas las ramas de la economía en extensión variable. Por esto su explicación no está basada en unas pocas innovaciones mayores ocurridas en una década particular, ni en unos pocos sectores, sino en un penetrante estilo tecnológico comprensivo del conjunto de las innovaciones técnicas y económicamente interrelacionadas. Esta constelación de innovaciones no emergería repentinamente justo antes de una nueva fase de alza de Kondratieff, sino que cristalizaría durante varias décadas previas (Pérez, 1983).

Un cambio del paradigma tecnoeconómico o «estilo tecnológico» provocaría el desarrollo de un conjunto de nuevos productos y procesos (y nuevas formas de energía), pero también, obligaría a muchos otros a ser rediseñados para sacar ventaja de las nuevas posibilidades económicas.

Los períodos de transición (depresión) estarían caracterizados por un profundo cambio estructural en la economía y estos cambios requerirían una igualmente profunda transformación de la estructura social e institucional. La duración de la tendencia depresiva indicaría el grado de desajuste existente entre el subsistema tecnoeconómico y la vieja estructura socio-institucional. La necesaria reacomodación en gran escala de los comportamientos sociales e institucionales ocurriría como resultado de un proceso de búsqueda, experimentación y adaptación política que, cuando es alcanzado, permitiría retomar la senda de la expansión.

Esta visión del cambio tecnológico, implica relaciones sistémicas, y por lo tanto complejas, entre los diversos niveles de la acción social y particularmente entre la economía, la educación y la política, pero también involucra a las pautas culturales y de consumo.

Tratándose Uruguay de una sociedad que, en terminología estructuralista, puede definirse como periférica, la adopción y difusión del cambio técnico presenta especificidades respecto a la dinámica característica de los países desarrollados que se encuentran en contacto directo con la frontera tecnológica.

Los modelos de raíz schumpeteriana destacan la importancia del ambiente institucional en que se genera y difunde el progreso técnico. La *performance* de un país estaría condicionada por el sentido y la intensidad con que se desarrollen esfuerzos domésticos por incrementar la difusión de tecnología.

La importancia de lo señalado estriba en el carácter «colusivo» de la difusión de los beneficios del progreso técnico. La apropiación de los beneficios la tecnología no es libre, esto conduce a que la misma no sea un bien público puro y, por lo tanto, su difusión no sea automática.

El resultado, en el plano internacional, es la existencia de una «brecha tecnológica» entre los países donde se genera el progreso y los «seguidores». Esta brecha opera en un doble, y contradictorio sentido. Por un lado permite la copia/imitación y por lo tanto la posibilidad de captar, de manera menos costosa que generándola, la tecnología de la frontera. Pero, por otro lado, en tanto no se produce la transferencia, la brecha otorga una ventaja competitiva a los países en que se genera la innovación, potenciando la divergencia en los niveles de ingreso con relación a los «imitadores».

La problemática de la transferencia tecnológica estriba en que el proceso de adopción de tecnología no es lineal y automático, implica una labor de adaptación y aprendizaje. Por esto, aquellos países que no se encuentren en la frontera tecnológica, estarían obligados a contar con un ambiente institucional propicio a la copia/imitación, adecuación y transformación de la tecnología de la frontera, si pretenden tener éxito. De forma concreta, en el terreno de la energía, esto podría implicar la intervención del estado regulando mercados imperfectos y promoviendo el cambio técnico asociado al modelo energético que se abre camino.

Sábato y Mackenzie han desarrollado interesantes conceptos, a partir de esta problemática, sobre las particularidades que presenta la innovación en el Sur. Estos autores señalan la importancia de tener en cuenta —junto al «flujo de tecnología»— «la capacidad tecnológica autónoma», factor que debe estar necesariamente presente en los países subdesarrollados, para controlar el flujo tecnológico y dirigirlo en la forma más conveniente para satisfacer sus propios intereses (Sábato y Mackenzie, 1982).

En una línea similar Katz y Kosakoff alertan sobre el hecho de que el uso de un cierto «paquete» de conocimientos reclama su «adaptación» al medio y ello a su vez obliga a la generación *ad hoc* de nuevos conocimientos técnicos localizados, esto da una idea de la complejidad histórica y cultural del aprendizaje tecnológico y de la profunda influencia que lo institucional tiene en el sendero de aprendizaje de toda comunidad (Katz y Kosacoff, 1998: 487).

La aceleración del proceso innovativo en el Sur («periferia») aparece como una condición necesaria para el acortamiento de distancias respecto a los líderes, esto implica un reforzamiento de los esfuerzos domésticos para captar, adaptar y copiar tecnología, así como para generar un proceso innovativo autónomo. Y estos esfuerzos inevitablemente reservan al Estado, esto es a las políticas públicas, un rol fundamental como promotor de la «capacidad intrínseca de aprendizaje» (Verspagen, 1993).

En las décadas anteriores a la Primera Guerra Mundial el acero barato, la ingeniería pesada y la electricidad se presentan como una penetrante combinación que afecta enteramente la economía y, de manera similar actúa el sistema técnico asociado al fordismo, reflejando lo que Carlota Pérez define como un cambio de paradigma tecnoeconómico:

> el nuevo paradigma se desarrolla a través de un largo período antes de pasar a ser dominante, abarcando muchas innovaciones radicales e incrementales, sujeto a selectivas presiones económicas, interactuando con la ciencia básica y respondiendo a las limitaciones de las tecnologías establecidas y de las organizaciones de negocios hasta cristalizar como el nuevo 'common sense' de ingenieros, diseñadores y managers (Freeman, 1989: 307).

Esta manera de entender el desarrollo técnico, que involucra un largo período de gestación y que culmina con la instalación en el entramado socioeconómico de una penetrante «metatecnología» es precisamente el caso de la energía. En esta perspectiva, la transición energética aparece interactuando en el seno del nuevo estilo tecnológico y, aunque las fuerzas de la oferta y la demanda están presentes en las complejas relaciones que se establecen entre las distintas determinantes del proceso innovativo, el enfoque aparece como predominantemente *supply-side*.

## Restricción externa al crecimiento: estructuralismo cepalino y «ley de Thirlwall»

En la tradición de las teorías del crecimiento con un enfoque *demand-side*, Thirlwall (1979 y 1997) propone una relación directa entre crecimiento del producto, exportaciones y crecimiento del resto del mundo. En la versión más sencilla del modelo (ausencia de flujos de capitales y precios relativos constantes) la tasa de crecimiento (y) consistente con el equilibrio en la balanza de pagos es igual al cociente entre la elasticidad ingreso de la demanda por exportaciones ($\varepsilon$) y la elasticidad ingreso de la demanda por importaciones ($\pi$) por la tasa de crecimiento del producto del resto del mundo (z). Esta relación es conocida como la Ley de Thirlwall y también se presenta como la versión dinámica del multiplicador del comercio de Harrod ($y = \varepsilon/\pi \; z$ ó $y = x/\pi$ (con $\varepsilon z = x$)). La Ley de Thirlwall tiene sus raíces en las ideas planteadas por Kaldor: énfasis en la demanda agregada (principalmente a través de las exportaciones manufactureras), rendimientos crecientes en el sector industrial manufacturero, aumento de la productividad y la balanza de pagos como limitante al crecimiento (Álvarez y Falkin, 2008).

Según este modelo un país no puede crecer por encima de la tasa de crecimiento consistente con el equilibrio en balanza de pagos a menos que sea capaz de financiar

de forma permanente el déficit con entradas de capital. Interesa destacar que un país que pretenda crecer a una mayor tasa deberá levantar la restricción en su balanza de pagos aumentando la elasticidad ingreso de la demanda por sus exportaciones o bien disminuyendo la elasticidad ingreso de la demanda de sus importaciones.

Este marco analítico está emparentado con el pensamiento estructuralista latinoamericano. Las economías del centro exportan bienes manufacturados, los que presentan una elasticidad de la demanda mayor a la unidad, mientras que las economías de la periferia exportan bienes primarios con elasticidad ingreso de la demanda menor a la unidad. También se relaciona con los autores evolucionistas, en el sentido de que estructuras intensivas en tecnología presentan mejores oportunidades en el comercio internacional. De acuerdo a la Ley de Thirlwall, un país que tenga una elasticidad ingreso de la demanda por importaciones mayor a la elasticidad ingreso de la demanda por sus exportaciones crecerá menos que sus socios comerciales.

Según la línea de pensamiento estructuralista, el ritmo de avance del cambio técnico es mayor en los países del centro, lo que está por detrás de las diferencias entre las elasticidades ingreso de la demanda entre las regiones; en los países de la periferia se observa que $\pi > \varepsilon$. Superar esta restricción externa requiere de políticas que eleven la competitividad interna y externa de modo de aumentar la elasticidad ingreso de las exportaciones ($\varepsilon$) y reducir la elasticidad ingreso de las importaciones ($\pi$).

> Debido a la diferencia de ritmos del progreso técnico, se encontrarán dificultades para ampliar las exportaciones periféricas desde actividades en que ese ritmo resulta comparativamente bajo, y por ende, para el aumento de su valor global. Por otra parte, en condiciones de fuerte y / o creciente apertura externa, ese mismo rezago tecnológico conlleva la dificultad de emprender o mantener la producción interna de bienes transables para la cual se carece de condiciones de productividad y competitividad próximas a las de los centros, lo que a su vez implica que hará falta recurrir a aumentos reiterados y significativos de las importaciones cuya producción interna resulta inviable (Rodríguez 2001: 48)

Si bien, la «ley de Thirlwall» y los planteos estructuralistas son visiones «macro», la idea de que la elasticidad ingreso de la demanda de las importaciones se puede convertir en un factor que afecta la tasa de crecimiento en el largo plazo en la medida en que la elasticidad ingreso de la demanda de exportaciones no acompañe (y supere esa dinámica), puede extrapolarse a lo que ocurre con la energía durante la transición energética en países que carecen de fuentes modernas autóctonas. En estos casos, la dependencia energética y la elasticidad ingreso de la demanda de energía se constituyen en un problema, en términos de equilibrio de la balanza de pagos.

La modernización energética induciría un esfuerzo importador creciente, asociado a una alta elasticidad ingreso de la demanda de energía en aquellas sociedades en que se procesa el cambio estructural. Pero, además, en consonancia con la Ley de Engel, el incremento del ingreso provoca cambios cualitativos en las pautas de consumo de los hogares y ello tiene una manifestación específica en el campo energético, como resultado de la demanda derivada del acceso a convertidores modernos. En línea con el

enfoque de la «escalera de la energía» y de la prioridad de los costos de manejo sobre los costos monetarios, se genera una dinámica de demanda de energía que desafía la estructura de la oferta. Y, cuando esta depende de compras en el exterior, la presión sobre la balanza de pagos puede ser creciente.

## Estrategia analítica, interrogantes y objetivos del trabajo

En las secciones anteriores se han presentado diversos abordajes teóricos que, a juicio del autor, ofrecen —aunque en distintos grados— elementos valiosos para definir, discutir y analizar, en una dimensión socioeconómica, los problemas energéticos en el largo plazo. Si los enfoques más convencionales se recuestan a la teoría económica, las miradas heterodoxas permiten articular además factores sociales, políticos, institucionales —en un sentido amplio— e incluso, culturales. Particularmente, los modelos más dinámicos permiten incorporar fluidamente la dimensión temporal y particularmente, el concepto de «dependencia de la trayectoria» en un sentido amplio (David, 2000).

En esta sección la idea es precisar cómo se articulan algunos de los enfoques teóricos presentados en la estrategia analítica del trabajo, el aporte de cada uno a la delimitación del objeto de estudio y cómo sus abordajes teóricos permiten articular la evidencia en un argumento consistente para discutir la hipótesis central, referida a la restricción energética en Uruguay.

El supuesto de partida es que la energía no es un *input* más en el proceso productivo y que sus diversas formas no son sustitutos perfectos. En consecuencia, la transición energética no constituye una trayectoria lineal a partir de un impulso inicial, provenga este del lado de la oferta o de la demanda. La matriz energética es una construcción social (Bertoni *et al.*, 2010) y su transformación es el resultado de diferentes fuerzas, en un contexto histórico en el que interactúan fenómenos económicos (la accesibilidad y el precio de los energéticos en relación al nivel de ingresos), tecnológicos (el paradigma tecno-económico), institucionales (el mercado energético), políticos (el rol del estado), culturales (pautas de consumo) y geográficos (localización y clima). Además, en la dinámica histórica se manifiestan factores externos como los son: el patrón de comercio internacional dominante y los cambios de hegemonía mundial.

La complejidad del objeto conlleva la necesidad de fragmentar el análisis e incluso renunciar, en esta oportunidad, a abordar algunas dimensiones del problema. Aún así, se renuncia a la formulación de un modelo matemático a testear, optándose por una estrategia analítica en la que la discusión de la hipótesis se realiza en forma retórica, articulándose los descubrimientos empíricos y su análisis para concretar un argumento o tesis que deriva su consistencia lógica de su construcción en diálogo con la evidencia generada y en contraste con los enfoques teóricos presentados en la sección anterior.

Como señalan Kander *et al.* (2008: 13) la propia construcción de una cronología constituye un paso imprescindible de la investigación, para contar con una herramienta básica en el análisis de la dinámica del cambio en la matriz energética y poder establecer relaciones con los fenómenos socioeconómicos contemporáneos, así como con las

fuerzas globales (o regionales) que pudieron haber influido en el proceso. Por lo tanto, la reconstrucción de series largas de consumo energético incorporando la mayor cantidad de fuentes posibles, se convierte en un primer objetivo del trabajo.

Las distintas teorías sobre la transición energética permiten articular un conjunto de preguntas a través de las cuales se diseña el hilo conductor de este trabajo. En primer lugar, ¿puede identificarse en Uruguay momentos clave en la constitución de una matriz energética que superara las restricciones impuestas por la oferta de energía en la fase de economía orgánica avanzada?

La especificidad histórica con que se plasmaron los cambios de paradigma tecnoeconómico, correspondientes a la tercera y cuarta onda Kondratief ¿condicionó la dinámica de la transición y generó presiones para la incorporación de formas de energía moderna, más allá de las restricciones que imponía la disponibilidad de energía en el país?

¿Aporta el concepto de «escalera de la energía» elementos para explicar la evolución de la estructura del consumo por fuentes y sectores?

El modelo «development block» podría ofrecer algunas claves para entender los problemas originados por el impacto de algunas innovaciones en el proceso de industrialización y la incapacidad que habría mostrado la sociedad uruguaya para manejar y canalizar los desequilibrios operados en otros sectores. Particularmente ¿pudo asistirse en las décadas que siguieron a la Segunda Guerra Mundial a un desequilibrio entre los niveles de productividad que requería la dinámica productiva y la capacidad de respuesta del sector energético? Asimismo, ¿podría haberse asistido a una desvinculación de la dinámica del consumo de energía, respecto a la dinámica productiva, producto de una acelerada residencialización de dicho consumo?

Finalmente, en su proceso de modernización económica Uruguay debió levantar la restricción energética que podría haber generado la ausencia de combustibles fósiles, apelando a la creciente importación de los mismos. La dependencia energética fue el resultado inevitable y una alta elasticidad ingreso de la demanda de energías modernas, al promediar el siglo, configuró un escenario complejo ¿Pudo la dependencia energética incidir en el desempeño del sector externo de la economía uruguaya y, en alguna medida, contribuir a la restricción externa como condicionante del desempeño económico en el largo plazo?

Este conjunto de preguntas han orientado el proceso de investigación y la búsqueda de respuestas articulan el relato a través del cual se presentan lo resultados obtenidos.

El principal objetivo de este trabajo es generar evidencia para discutir como hipótesis central que la incorporación de las energías modernas al proceso productivo y a las pautas de consumo de la sociedad uruguaya, provocó una progresiva dependencia de la energía importada. Este fenómeno alcanzó su máxima expresión al promediar el siglo XX, imponiendo a la economía un esfuerzo muy importante para satisfacer las necesidades de provisión de energía a una sociedad que alcanzaba niveles de bienestar que hicieron que se hablara de la «Suiza de América». Desde mediados de los años cincuenta, el estancamiento de la economía uruguaya y la dinámica del consumo energético conformaron una combinación crítica. La demanda de energía por parte del sector residencial se independizó de la dinámica económica global, generando desequilibrios en el sector

energético y un problema de sostenibilidad por la dependencia de la importación de los principales portadores. Este fenómeno se habría visto particularmente agudizado durante el proceso de cambio estructural que caracterizó a la economía uruguaya en el tercer cuarto del siglo XX, aun en un marco internacional de «energía barata».

# Una transición dependiente y atípica

Como ha quedado de manifiesto en el Capítulo 2, distintos abordajes analíticos reconocen que el consumo energético y el desarrollo económico mantienen una relación estrecha aunque no lineal en el largo plazo. La preocupación de la ciencia económica por los costos energéticos, ligados al carácter no renovable de la energía fósil, ha dado lugar a distintos trabajos empíricos después de las crisis petroleras de los años setenta del siglo pasado. Pero, en una visión más amplia, la cantidad y calidad de energía demandada por el desarrollo económico y la especificidad histórica de la construcción de las matrices energéticas, constituyen problemas medulares para explicar el desempeño de las economías en el largo plazo.

En un principio, muchos trabajos se limitaron a estudiar la evolución del consumo de las formas de energía moderna, omitiendo el papel jugado por las fuentes tradicionales. Estos esfuerzos, aunque ofrecieron evidencia relevante respecto a las bases energéticas del crecimiento económico moderno, no permitían analizar la dinámica de la transición energética que Wrigley definiría como el pasaje de economías orgánicas avanzadas a economías basadas en energía de origen mineral.

Como se ha adelantado, en los últimos años —especialmente en Europa— se ha abierto camino un proyecto de investigación en historia económica cuyo objetivo es la construcción de bases de datos consistentes del consumo de energía en el largo plazo, incluyendo las fuentes tradicionales «based on comparable standards across an increasing number of European countries» (Long-term Energy Growth network).[19]

En el caso de Uruguay, el ritmo y las características que adoptó la transición de las fuentes tradicionales a las modernas fueron configurando una matriz energética que lo hicieron dependiente de la importación de petróleo, con inevitables consecuencias en el equilibrio externo de la economía. En este capitulo se lleva a cabo la presentación de los resultados obtenidos en la perspectiva de contar con series largas de consumo energético en Uruguay, incluyendo las energías tradicionales. El objetivo es discutir la dinámica de la transición energética, la evolución de la intensidad energética y cuáles fueron las fuerzas que incidieron en esa trayectoria. La evidencia obtenida permite identificar, como problemas de largo plazo la dependencia del exterior asociada a dicho fenómeno y una acelerada residencializacion del consumo de energía. Las aclaraciones metodológicas de rigor preceden a la presentación de los resultados.

19 Véase <http://www.esf-globaleuronet.org/activities/research_areas/long_term_energy_and_growth>. Muchos de los investigadores de esta red participan también de «Energy, Growth and Pollution network» en el marco del «Ecology, Economy and Society 1500-2000 Programme» radicado en el Centre for History and Economics, King's College, Cambridge.

## Construcción de series de consumo energético

El sistema energético puede ser considerado como una colección de fuentes de las que se extrae una energía primaria que puede consumirse directamente o transformarse para obtener otras formas de energía más flexibles y/o adecuadas a la tecnología vigente.

En el primer caso aquella energía primaria se registra en el consumo final; en el segundo caso se asiste a procesos de transformación y distribución en los que siempre se producen pérdidas de energía.[20] Por ello, a los efectos de aproximarse al consumo de energía total parece pertinente utilizar indicadores de energía primaria, estimando cuando sólo se cuenta con datos de energía secundaria la cantidad de energía primaria necesaria para producirla. Así mismo, para realizar el cálculo del total de energía consumida se utilizó una unidad común (la tonelada equivalente petróleo) que se obtuvo a partir del poder calorífico inferior de las distintas fuentes.[21]

La reconstrucción de una serie de consumo de energía primaria para Uruguay desde fines del siglo XIX, ha implicado articular diferentes estrategias metodológicas, dado que para las fuentes modernas la información es escasa y heterogénea hasta fines de los años treinta del siglo XX y para las fuentes tradicionales, directamente no se cuenta con dato alguno hasta que se implementa el Balance Energético Nacional en los años sesenta y, desde entonces, sólo se registra el consumo de leña y otras formas de biomasa.

### Las energías modernas

Como no se cuenta con información directa sobre el consumo de energías modernas hasta fines de los años treinta del siglo XX, siguiendo una metodología ampliamente desarrollada por un equipo de historiadores económicos de la Universidad Pompeu Fabra de Barcelona, se realizó la estimación del consumo aparente de combustibles fósiles en Uruguay hasta el momento en que la información estadística permite seguir la evolución del consumo efectivo (1937).[22]

De manera sintética, puede señalarse que el «consumo aparente de energía» es el resultado obtenido a partir de estimar la diferencia entre la producción más las importaciones de energía, menos las exportaciones. Como se desprende de esta definición, se trata de un *proxy* del consumo energético, pues no se tiene en cuenta la variación

20 En realidad no es correcto hablar de «pérdidas», como tampoco de «producción» o «consumo» de energía. Las leyes de la termodinámica enseñan que lo correcto es hablar de «transformación». Pero lo que se quiere señalar con el concepto de «pérdida» está en línea con la segunda ley de la termodinámica: en todo proceso de transformación se pasa de energía de mayor calidad a energía de menor calidad (entropía), debido a la generación (dispersión) de calor en el proceso.

21 En el Anexo A-1 se incluye la tabla de los factores de conversión utilizados.

22 Albert Carreras fue el investigador principal de un proyecto de investigación que bajo el título «Importaciones y modernización económica de América Latina, 1890-1960» fue financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia (MEC) español. Una de las líneas de aquel proyecto, a cargo de Mar Rubio y Mauricio Folchi, incluía la estimación del consumo de energía de todos los países latinoamericanos a través de sus importaciones. En ese marco se definieron criterios metodológicos, se llevó a cabo un exhaustiva búsqueda de las fuentes y se elaboraron series. Los resultados están recogidos parcialmente en Rubio y Bertoni (2008).

de existencias. No obstante, es un indicador utilizado ampliamente y su utilidad para análisis de largo plazo parece fuera de discusión.

Un segundo problema surge del hecho de que Uruguay no cuenta en su territorio con yacimientos de carbón y de petróleo, por lo que no hay producción doméstica. Toda la energía fósil es por lo tanto importada y, a diferencia del carbón, el petróleo sólo es utilizable luego de una fase de transformación primaria que da lugar a los «derivados». Pues bien, en Uruguay sólo se cuenta con una planta de refinación de crudo desde 1937. Hasta esa fecha se importaba los derivados del petróleo y por tanto en la estimación se ha tenido en cuenta como energía primaria la contenida en aquellos combustibles, ya que las pérdidas asociadas a la transformación se habrían producido fuera de las fronteras nacionales. En otras palabras, la energía contenida en los derivados del petróleo, era la que «entraba» al sistema y por ello se la consideró energía primaria.

Un tercer problema, sólo detectado en pleno proceso de investigación, deriva de que —en buena parte del período— sólo una parte del carbón que aparece en las fuentes de comercio exterior de los países exportadores con destino a Uruguay, era consumida en el país. Este fenómeno, que se ha identificado como el «problema de los búnkeres», se explica porque el puerto de Montevideo era —hasta bien entrado el siglo XX— una base de aprovisionamiento de combustible (carbón) de los buques que navegaban el Atlántico sur. Un exhaustivo trabajo realizado en colaboración con Carolina Román, comparando fuentes de comercio exterior de Gran Bretaña y Estados Unidos, con las fuentes domésticas de la Dirección General de Aduanas de Uruguay (registradas en los anuarios estadísticos de la Dirección General de Estadística), permitió estimar el consumo aparente de carbón.[23]

Finalmente, corresponde explicitar cómo se incorpora al agregado energético la energía eléctrica. Como es bien sabido, la electricidad es una forma de energía secundaria, es decir, resultado de la transformación de otra forma de energía. En ese sentido, como criterio general en el consumo de energía primaria no se incluye la energía eléctrica, sino la cantidad de energía necesaria para producirla y esta se imputa a la fuente correspondiente (petróleo, carbón, gas, nuclear). Algo más complejo es la incorporación de la hidroelectricidad. Siguiendo el criterio general existen dos opciones para hacerlo. Una primera es calcular el equivalente calórico para producirla. Para ello es necesario contar con información sobre la tecnología de cada momento para la generación y con base en ello, estimar cuánto combustible fósil hubiera sido necesario para producir los mismos Kwh que se generaron con el salto de agua. En definitiva, se considera que las centrales hidroeléctricas tendrían el mismo rendimiento que el promedio del parque térmico existente, funcionando en condiciones normales.[24]

---

23 Véase en el Anexo C, al final de este capítulo, un extracto de ese trabajo discutido el 26.09.2007 en el Seminario de Investigación del Programa de Historia Económica y Social de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de la República, Uruguay (Bertoni y Román, 2007). Allí se exponen las decisiones metodológicas que permitieron reconstruir la serie de consumo de carbón mineral.

24 Este criterio ha sido utilizado por CEPAL (1956 y 1970) en sus trabajos iniciales sobre la energía en América Latina, Sudrià (1997) para el análisis del consumo en España y también por Naciones Unidas.

Una segunda alternativa es considerar la hidroenergía como la fuente primaria y por tanto estimar la energía hidráulica necesaria para generar. En este método, denominado «equivalente teórico», se toma el caudal turbinado para determinar la energía que ingresa al centro primario de transformación (central hidroeléctrica). La hidroenergía se calcula de la siguiente manera:[25]

$$HE = k * B * g * t * h * Q$$

siendo:

HE = producción de hidroenergía (kWh/año)

k = coeficiente para transformación de unidades

B = densidad del agua ($kg/m^3$)

g = aceleración de la gravedad ($m/s^2$)

t = tiempo de operación de la central (horas/año)

h = altura media de caída (m)

Q = caudal turbinado ($m^3/s$)

Ambos procedimientos de estimación tienen limitaciones importantes. El cálculo con base en el equivalente calórico es un ejercicio contrafactual que tiene desventajas notables, tanto en el aspecto conceptual como en términos operativos. En el primer caso, porque cuanto mayor sea el peso de la hidroelectricidad en la producción de energía de un país y más ineficientes sean las centrales térmicas del mismo, más alto aparecería su consumo de energía primaria, pues el cálculo refleja el mineral que debería haberse quemado para producir la misma cantidad de electricidad. En realidad ese combustible nunca se quemó, por tanto esa energía nunca entró al sistema, el país sólo hizo uso de la cantidad de kilowatios generados en sus saltos de agua (Rubio, 2005: 55-56). La segunda cuestión, de carácter operativo, es que para realizar el ejercicio contrafactual debería contarse con información de los rendimientos o coeficientes técnicos de transformación de las centrales térmicas en cada momento histórico. Para estudios de largo plazo, no siempre es posible contar con ese dato.

Calcular la hidroenergía a partir del caudal turbinado, presenta otro problema y es que sólo se tiene en cuenta la energía hidráulica «utilizada», lo que estaría incluyendo en el cálculo un coeficiente técnico de transformación, no incluido para las otras fuentes. Es decir, para la generación de hidroelectricidad, como en el caso de cualquier proceso de transformación debería tenerse en cuenta toda la energía hidráulica implicada en el proceso (la que pasa por las turbinas y la que se desvía por los vertederos). Pero es claro que la energía «no utilizada» no entra al sistema, por lo que esta forma de estimación podría generar alguna inconsistencia respecto al criterio general utilizado.

25 Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear del MIEM de Uruguay: «Balance Energético Nacional 2008. Metodología».

Ante las dificultades y dudas en cuanto a cómo tratar a la hidroelectricidad en el agregado energético existe la opción de considerarla energía primaria. Así se ha hecho mayoritariamente en estudios de largo plazo, considerando la electricidad generada en centrales hidroeléctricas como si se tratara de energía primara, usando el valor calorífico contenido en la potencia producida.[26] En este trabajo se adopta la decisión metodológica de considerar a la hidroelectricidad como energía primaria. Ello implica una opción diferente a la que se maneja en las series históricas registradas en el *Balance Energético Nacional* de la Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear. Por ello alertamos al lector respecto a las diferencias que presentan las series presentadas en este trabajo con las estadísticas oficiales.

## Las energías tradicionales

En lo que respecta a las fuentes de energía tradicionales (biomasa, energía muscular humana y animal, energía hidráulica directa y energía eólica), con excepción de la leña y los residuos de biomasa, que forman parte del *Balance Energético Nacional* desde 1965,[27] no existe información sobre las mismas. Por ello, para poder contar con datos referidos a estas fuentes energéticas se ha procedido a realizar estimaciones parciales. Las mismas mantienen un carácter provisional, pero son las únicas que existen hasta el momento.

En este trabajo se incorporan las estimaciones del consumo de leña realizadas junto a Carolina Román (Bertoni y Román, 2006 y 2008) para el período 1882-1965 y se presenta por primera vez la estimación de energía muscular animal que se ha llevado a cabo con la colaboración de Valentina Cancela, utilizando una metodología similar a la empleada por los investigadores de la LEG-Network.[28] También se realizó una estimación de la energía muscular humana, que se presenta en el Anexo C, pero se ha preferido no incorporar al agregado energético los resultados por el momento. La decisión se fundamenta en que se trata de un cálculo primario, cuya metodología debe discutirse más profundamente y que podría afinarse si se pudiera contar con información sobre ocupación en las distintas categorías de actividad que se manejan; pero además, si la estimación se aproxima a la realidad, la energía muscular humana ha ocupado un lugar marginal en la matriz energética, en el largo plazo. La participación de los requerimientos energéticos promedio del trabajo humano se ubicaría en torno al 5% del total de energía primaria consumida, a lo largo de todo el siglo XX; registrándose el valor mínimo a comienzos de siglo (3%). Véase Anexo C.

---

26 Este criterio es utilizado por el equipo europeo vinculado la LEG-network; pero también ha sido la decisión metodológica de Darmstadter, J. *et al.* (1971) y con la que se maneja la International Energy Agency-IEA (<http://wds.iea.org/wds/pdf/doc_slt.pdf>).

27 Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear del MIEM: *Balance Energético Nacional* (series homogéneas desde 1965).

28 En el Anexo B se puede consultar un documento en el que se detallan las decisiones metodológicas adoptadas y se presentan las series construidas.

*Leña*

La leña ha constituido una importante fuente de energía para la sociedad uruguaya en perspectiva histórica y representaba aún a comienzos del siglo XXI un 15% de la energía primaria, según el Balance Energético Nacional; sin embargo, no han podido ser encontradas fuentes que provean de información directa sobre el consumo de este energético en Uruguay, antes de 1937. A partir de esa fecha se cuenta con una estimación de Ramón Oxman (Oxman, 1961), cuya metodología no está clara, que estima en 240 kTEP anuales el consumo bruto de «Combustibles Vegetales» para todo el período 1937-1960[29] y desde 1965 se cuenta con una serie homogénea estimada por la Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear.

Para encarar el desafío de estimar el consumo de leña en el largo plazo, se diseñó un relevamiento de información indirecta que permitiera acceder a algunas pistas respecto al uso de este energético y, a partir de ello, establecer algunos criterios de cálculo.

La única estimación con que se cuenta sobre el consumo agregado de leña y carbón de leña, previa a 1965, data de 1943/44. Entonces, ante la crisis de suministros de combustibles fósiles, debido a la Segunda Guerra Mundial, se llevó a cabo un evento en Montevideo en el que se creó el Instituto Sudamericano del Petróleo (ISAP). Allí fueron presentadas varias ponencias por parte de ingenieros uruguayos, entre las que se destacan estudios sobre la utilización racional y el aprovechamiento de fuentes alternativas de energía (ISAP, 1943-1944). En buena medida los datos obtenidos de esta fuente fueron los que estimularon el diseño de una metodología de estimación para el largo plazo.

A partir de información que surge del trabajo de Labraga *et al.* (1991), ha sido posible ubicar algunas referencias al consumo de energía tradicional (leña y carbón de leña), en las primeras décadas del siglo XX. El relevamiento realizado permitió acceder a información indirecta, especialmente vinculada al consumo de combustibles en los hogares (Barrán, J. P. y Nahum, B., 1990). La revisión de «Anuarios Estadísticos» y «Síntesis Estadística» de la Dirección General de Estadística, permitió ubicar los precios de los combustibles, así como —para algunos años— una estimación del gasto anual en esos combustibles por parte de los hogares (costo incluido en la canasta obrera). La estrategia, entonces, fue pasar de valores a cantidades.

Finalmente, la información sobre insumos en el sector manufacturero, contenida en el *Censo Industrial de 1936*, permitió desagregar el consumo de combustibles, incluso leña y carbón de leña, en este sector de la economía.

A pesar de tratarse de información parcial y heterogénea, fue posible elaborar una metodología de estimación del consumo de leña, cuyas bases se detallan en el Anexo A.

29 La referencia a la estimación aparece en la página 62 del trabajo de Oxman (1961), pero no se hace mención a la metodología. Las cifras manejadas no parecen plausibles, dado que no es consiste considerar constante el consumo de leña en términos absolutos durante tres décadas, de acuerdo a otras fuentes indirectas.

La serie construida no puede considerarse más que una aproximación al consumo de leña en Uruguay en el largo plazo y por tanto sujeta a crítica y rectificaciones o incluso a ser sustituida por una construcción más sólida, si apareciera una estimación más plausible.

No obstante, es necesario dejar en claro que si bien los errores pueden estar amplificados en los años más remotos, se llevó a cabo un análisis de confiabilidad del consumo estimado, teniendo en cuenta la superficie forestal necesaria para proveer esa demanda. El dato a testear era el consumo de leña en la primera década del siglo XX, que según los cálculos realizados se habría ubicado en el entorno de 500 kTEP. El trabajo de referencia para llevar adelante el ejercicio fue un estudio de Ciedur (1991) dirigido por el ingenirero agrónomo Walter Oyhantçabal. Allí se discuten las características de la oferta y demanda de leña con fines energéticos, en el marco de un fuerte proceso de sustitución de fuel oil en la industria, originado en el impacto de los *shocks* petroleros y la crisis de los años ochenta. El trabajo concluye que se requerirían 60.000 hás de eucaliptos para satisfacer la demanda energética del sector, que alcazaba 175 kTEP anuales de leña. Sin tener en consideración factores de eficiencia, podría decirse que para producir las 500 kTEP de comienzos del siglo XX, se hubieran necesitado 171.000 hás de eucaliptos.

Según el Censo Agropecuario de 1908 en el país habían entonces 433.673 hás de bosques, por lo que la extracción de leña como energético, al ritmo impuesto por la demanda no resultaría imposible.[30] Debe acotarse además que los eucaliptos sólo representaban 5% del total de la superficie de bosques, predominando por tanto la «leña de monte» cuyo poder calorífico es superior en aproximadamente un 20%.[31]

En todo caso, las precauciones para manejar los datos estimados para comienzos de siglo XX deben mantenerse para los datos estadísticos de fin de siglo, pues es posible que también presenten algunas distorsiones, ya que los valores suministrados por el *Balance Energético Nacional* constituyen estimaciones a partir de información parcial. En la base de datos que utiliza la Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear (DNETN) se estima el consumo del sector residencial, para el período 1965-1995, en base a la encuesta realizada en 1988 por la dirección, en el marco del proyecto *Balance en Términos de Energía Útil- Sector Residencial*. Y, aunque en el caso del sector industrial, las encuestas son periódicas, las estimaciones para hornos de ladrillo y panaderías parecen mucho menos rigurosas y algo similar ocurre en el sector servicios. Sin embargo, esto no es óbice para que se utilice esa información por economistas e ingenieros que trabajan en el campo de la energía.

---

30 En el trabajo de Naciones Unidas-CEPAL (1956:212) se registra como área forestada 600.000 hás y 500.000 hás, para los años 1930 y 1954, respectivamente.

31 En la página web del Ministerio de Economía de la República Argentina (<http://energia.mecon.gov.ar>), se informa que el rendimiento de la leña blanda (eucalipto entre ella) sería de 1.840 kcal/kg, mientras que el de la leña dura (incluida la leña de monte) se ubicaría entorno a 2.300 kcal/kg. Información tomada 19.11.2009.

Con respecto a las estimaciones que se han realizado en este trabajo, es necesario señalar que para años anteriores a 1930, la mayor debilidad deriva de la rigidez que impone tomar como constante la relación entre el carbón de leña importado y el total consumido, así como aceptar constante la relación entre consumo de leña y carbón de leña.

El efecto de estas decisiones metodológicas sobre los resultados puede alejarlos, en algunos períodos, de la realidad. No obstante, se considera tolerables esas distorsiones para una mirada de largo plazo, en la que importa observar las principales tendencias.[32]

Otra crítica importante puede desprenderse del hecho de que no se hace una diferencia en cuanto al consumo de leña entre la población urbana y la población rural. La crítica es de recibo y quizá en el futuro se pueda subsanar el sesgo urbano de la estimación, pero debe recordarse que, Uruguay hacia 1900 tenía un alto grado de urbanización que, según estimaciones se encontraba en guarismos similares a Francia y Japón, y no demasiado alejado de EEUU (Barrán, J. P. y Nahum, B., 1990: 123 y ss). Este fenómeno habría sido

> el fruto de la ganadería extensiva, que no brindó oportunidades de trabajo y al no fijar el hombre a la tierra, lo expulsó a las anémicas ciudades del interior o a la algo dinamizada capital del país... La urbanización fue la respuesta al país 'lleno' que la ganadería y la agricultura extensiva crearon entre 1860 y 1890 (Barrán, J. P. y Nahum, B., 1990: 125)[33]

Por supuesto que esto no elimina el sesgo señalado, pero hace que el mismo tenga menor significación como elemento de distorsión, que si se tratara de otros países latinoamericanos, con grados de urbanización muy inferiores.

*Energía muscular animal*

De acuerdo a la metodología de la LEG-network, los animales utilizados por el hombre para realizar un trabajo pueden concebirse como convertidores orgánicos de una forma de energía en otra, máquinas vivientes que convierten energía química en fuerza motriz, representando esta última una forma de energía secundaria. Para estimar la energía primaria que interviene en la generación de la fuerza muscular se calcula la energía contenida en el alimento consumido por el animal. Para «medir», en términos agregados esa energía, debe tenerse en cuenta el número de animales, su tamaño, el tiempo de trabajo y la energía contenida en el forraje (Kander, 2002: 43).

En Uruguay, no hay antecedentes de estudios académicos sobre el aprovechamiento de la energía muscular animal en perspectiva histórica. En el monumental trabajo de diagnóstico y planificación realizado por la CIDE, se habla de la «relativa entidad de la energía animada para usos rurales», pero se renuncia a incorporar cifras debido a su difícil evaluación. No obstante, en la publicación se hace mención a una estimación del

32 El Dr. Carles Sudriá ha realizado una fuerte crítica al resultado obtenido y ha sugerido algunas estrategias para contar con nuevas estimaciones con las cuales contrastar la evidencia manejada en este trabajo. Aunque no se incluye en esta versión avances, ya se ha comenzado a explorar en esta dirección, lo que seguramente arrojará luz sobre el tema.

33 Los autores agregan: «La ganadería extensiva, si no despoblaba el país (hecho ocurrido en las fronteras con Brasil y Argentina), lo urbanizaba creando monstruosas capitales departamentales en relación con el *hinterland* rural como Flores, o haciendo la macrocefalia montevideana más patológica aún...» (p. 127).

Ing. Oscar Maggiolo (CIDE, 1965: 11). La misma no pudo ser ubicada a pesar de la búsqueda realizada, por tratarse —probablemente— de un trabajo inédito.

Aunque en el Anexo B se puede acceder detalladamente a la metodología de cálculo y a las series construidas, se señalan a continuación algunas decisiones metodológicas fuertes, para dar cuenta al lector de ciertas particularidades de la estimación.

Para obtener una aproximación al consumo de energía muscular animal se tomó en consideración la energía consumida por caballos y bueyes, consideradas las especies que —de manera casi excluyente— han sido utilizadas en Uruguay para realizar trabajos. En relación a las actividades incluidas, se optó por un criterio muy amplio, considerando que los ámbitos donde se utilizó la fuerza animal tracendieron a las tareas agrícolas en un sentido estricto. Por ello, en la estimación realizada, se tiene en cuenta también su importancia en el transporte de mercancías y de personas a través de vehículos de tracción a sangre.

La construcción de la base de datos necesaria para realizar los cálculos, se llevó a cabo a partir de los censos agropecuarios. La información a partir de esta fuente se sucede con cierta regularidad —entre cuatro y ocho años— desde 1900, aportando datos relevantes en cuanto a las existencias ganaderas. Sin embargo, muy pocos indicios pueden encontrare sobre el uso de los animales como convertidores de energía. Por ello es necesario inferir —a partir de la clasificación del rodeo— cuáles son las categorías de animales que se utilizan para generar trabajo.

La LEG-network, define el método de estimación de la energía muscular animal como *fodder input method* y captura la cantidad de energía necesaria para mantener y reproducir la capacidad de trabajo de los animales.

> To calculate the primary energy of the fodder consumed by draught animals there is thus a need for information on the numbers of draught animals, how many days they worked during one year and how much they ate when they worked and when they rested. (Kander y Warde, 2009: 16)

La estimación realizada para Uruguay tiene en cuenta, además, qué tipo de trabajo realiza el animal y, en función de ello, cuánto alimento necesita para reponerse, siguiendo a Kander (2002).

Aunque debe interpretarse con precaución los resultados obtenidos, corresponde llamar la atención sobre la magnitud del consumo de energía muscular animal hasta los años cuarenta del siglo XX. Su inclusión en el agregado energético incorpora información importante para entender el papel de otra energía tradicional, más allá de la leña, que enriquece la visión sobre la transición energética en el país.

## El consumo de energía primaria en el Uruguay: una visión de largo plazo

Como resultado de las estimaciones de consumo de energía primaria para cada una de las fuentes consideradas, ha sido posible su articulación en un agregado que da cuenta de la evolución entre 1882 y 2000. El año de inicio de las series se definió con base en la información con que se contaba; con la excepción del consumo aparente de carbón, que pudo estimarse a partir de 1879 por manejarse una fuente externa como lo son las estadísticas de comercio exterior de Estados Unidos y Gran Bretaña, se ha resuelto iniciar la serie en 1882, utilizando datos de los Anuarios Estadísticos de la Dirección General de Estadística. La decisión de «cortar» la serie en 2000, se explica por la intención de no incorporar los años recientes, en los que se han producido algunos cambios en la matriz energética que no hacen a las tendencias históricas de largo plazo.[34] Además, al incorporarse la energía muscular animal al agregado energético, aparece la limitante de que el último censo agropecuario (fuente básica para la construcción de la serie) data de 2000. No obstante, toda vez que la información posterior a ese año contribuye a discutir con más elementos los argumentos manejados en el texto, se hace uso de la misma.

En el Gráfico 3 se presenta el consumo de energía primaria de Uruguay en el largo plazo, expresada en kTEP, discriminando el comportamiento de cada una de las fuentes consideradas. Se mantienen los valores absolutos para poder captar de manera más precisa la contribución de cada fuente, más adelante se utilizará la transformación logarítmica de la serie de consumo total a los efectos de discutir la dinámica en términos relativos.

Hasta los primeros años del siglo XX se observa un importante incremento en la cantidad de energía consumida, que se explica fundamentalmente por el aumento del consumo de leña y el mantenimiento de un consumo importante de energía muscular animal. El carbón es la fuente fósil que presenta un comportamiento más dinámico, pero en términos relativos su contribución a la matriz energética es muy débil. El petróleo, como veremos más adelante, sólo participa en 1% del total del consumo de energía primaria. Si bien es en este período que la reconstrucción de los datos de consumo de energías tradicionales (leña y energía muscular animal) presenta mayor debilidad y pueden resultar más cuestionables, la tendencia que muestra la serie no debería dar lugar a grandes discusiones.

Durante la primera mitad del siglo XX, para ser más exactos hasta 1945-1946, el consumo de energía primaria permanece virtualmente estancado en el nivel alcanzado hacia 1900. Este fenómeno, antiintuitivo, estaría asociado al dinámico proceso de sustitución operado entre las fuentes proveedoras de la energía primaria.

34 Concretamente, en los balances energéticos 2007 y 2008 se produce un cambio cualitativo en la estructura de la oferta energética por fuente, debido a una quintuplicación de la participación de «residuos de biomasa». Este fenómeno tiene relación con la instalación de la fábrica de pasta de celulosa Botnia.

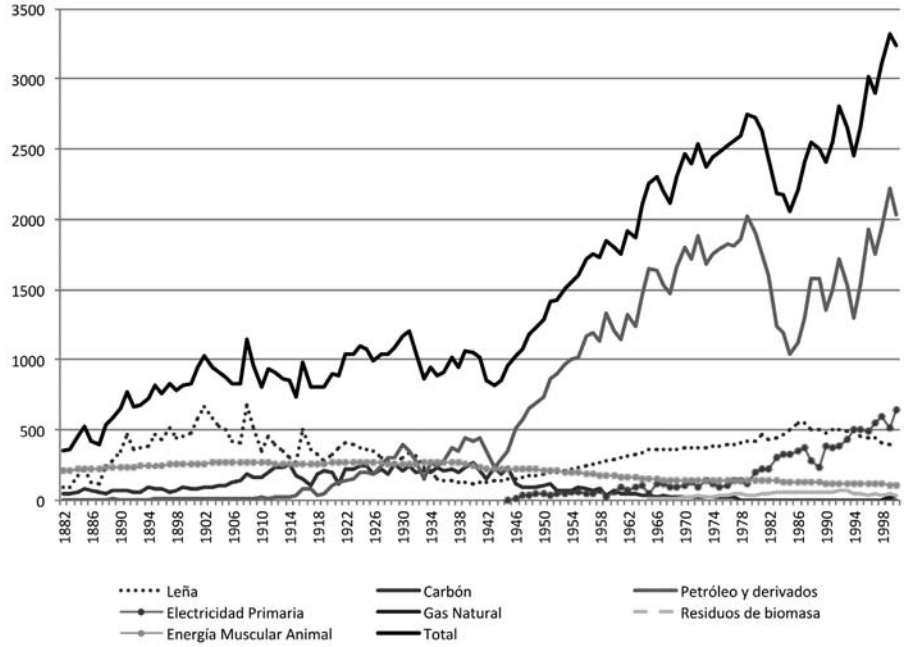


**Gráfico 3.** Uruguay. Consumo de energía primaria kTEP 1882-2000.
*Fuente: Cuadro 2 del Anexo Estadístico.*

Obsérvese cómo disminuye el consumo de leña y se mantiene el consumo de energía muscular animal, al tiempo que se opera una duplicación del consumo de carbón mineral hasta la Primera Guerra Mundial —que luego se estanca en ese nivel— y un fuerte incremento del consumo de petróleo, que se multiplica por diez en los primeros quince años del siglo y vuelve a multiplicarse por seis en los siguientes quince años.

Como fuentes energéticas de mayor rendimiento calórico, los combustibles fósiles aplicados a convertidores modernos, hacen que el sistema energético uruguayo se muestre más eficiente.[35] Una idea del impacto producido por la evolución asociada de la sustitución de fuentes y la mayor eficiencia de los convertidores lo da la generación de energía eléctrica. En la primera década del siglo la producción de un kWH (kilowatt hora) insumía más de un kEP (kiloequivalente petróleo), en los años treinta el requerimiento era de 0,54 kEP.[36] La evidencia generada para otros sistemas energéticos

35 Como señalan Dunkerley *et al.* (1985: 18) «una característica saliente de las fuentes tradicionales, tales como la leña y los residuos vegetales, es su muy baja eficiencia en el uso, generalmente estimada en 10% o menos... los animales de tiro son usados muy ineficientemente también...».

36 Información obtenida de los *Anuarios Estadísticos de la Dirección General de Estadística y del Boletín Estadístico de la Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland-ANCAP*, 1948. A los efectos de contribuir a la explicación del fenómeno descrito, téngase en cuenta que, según datos de la encuesta de energía útil, 2006, para obtener una misma cantidad de energía útil —en lo residencial—, es necesario transformar entre cuatro y cinco veces más energía primaria proveniente de la leña que de derivados del petróleo (MIEM-DNETN, 2009).

confirmarían este comportamiento: en Suecia (Kander, 2002) y Noruega (Lindkmark, 2007) se observa también una ralentización en el consumo de energía primaria, asociada a los procesos de sustitución. El caso uruguayo parecería constituir un caso extremo, pero no excepcional.

Un tercer escenario energético puede identificarse en las dos décadas siguientes a la finalización de la Segunda Guerra Mundial. Entonces, el consumo de energía primaria se hace explosivo, duplicándose y algo más entre 1946 y 1966, alcanzando tasas de incremento anual impresionantes, como por ejemplo el 5% registrado entre 1946 y 1957. La gran responsabilidad por este comportamiento del agregado energético se encuentra en el incremento del consumo de petróleo, que se multiplica por cuatro. Pero también hay otros fenómenos que actúan de forma asociada: la duplicación del consumo de leña y la progresiva incorporación de la hidroelectricidad a la matriz energética (desde 1945). En contraste, se asiste a la paulatina disminución de la energía muscular animal y la acelerada caída del consumo de carbón mineral.

El último tercio del siglo XX está marcado a escala planetaria por el impacto de las crisis petroleras que repercutieron, a partir de los años setenta, en una desaceleración del consumo de energía. Pero en el caso uruguayo, la dinámica adquirió características excepcionales, pues como puede observarse en el Gráfico 3, el consumo de energía primaria cayó abruptamente entre 1980 y 1985, sólo recuperándose el nivel de consumo a comienzo de los años noventa. Dos fenómenos contribuyen a explicar este comportamiento, uno del lado de la oferta y otro de lado de la demanda energética, ambos se reflejan —de manera directa o indirecta— en el gráfico que estamos analizando. En el primer lustro de la década del ochenta, el consumo de electricidad primaria (hidroelectricidad) se multiplicó por tres, disminuyendo por este motivo la generación térmica (mucho más ineficiente), en la que se utilizaban derivados del petróleo. Buena parte de la responsabilidad en la caída del consumo de energía primaria deviene de aquí. Pero hay un segundo factor explicativo, desde el lado de la demanda. Entre 1981 y 1985 el nivel de actividad económica observado a través del comportamiento del Producto Interno Bruto (PBI), cayó en Uruguay más de 20%, con el consiguiente efecto sobre la demanda energética. Un indicador indirecto de los problemas que debió enfrentar el país con el ingreso en caída libre, en un contexto de altos precios del petróleo, fue la sustitución de este por un energético autóctono. Como puede observarse en el Gráfico 3, en la primera mitad de la década de los años ochenta el consumo de leña creció más de un 20%. En los años noventa se asiste a la reversión de la tendencia decreciente del consumo de energía y se alcanza una máxima histórica en 1999, inducida por el crecimiento económico y la evolución decreciente de los precios del petróleo.

Los cuatro escenarios descriptos configuran los hechos estilizados de la evolución del consumo de energía primaria en Uruguay en el largo plazo. A continuación (Gráfico 4) se presenta la serie de consumo total utilizando una escala logarítmica para discutir la dinámica en términos relativos e insistir sobre la particular coyuntura que

vivió el país en el tercer cuarto del siglo XX, dada su importancia para entender la tesis que sostiene este trabajo.

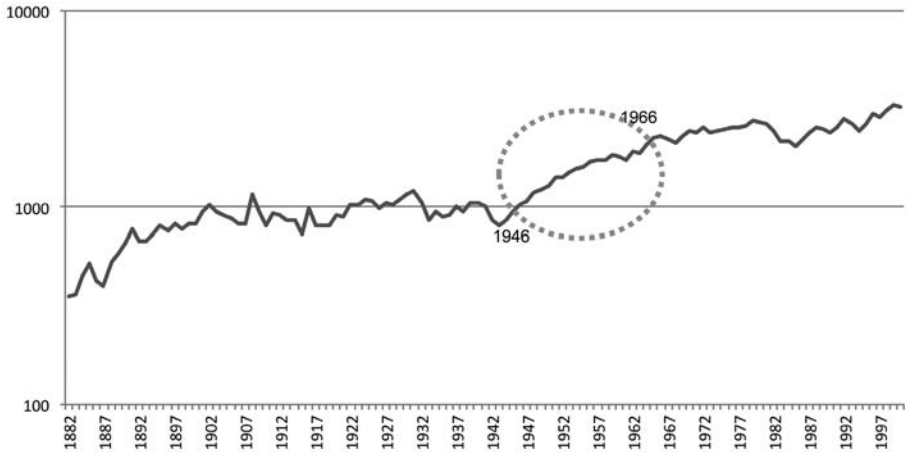


**Gráfico 4.** Total de energía primaria (kTEP). Escala semi logarítmica (1882-2006).
*Fuente: Cuadro 2 del Anexo Estadístico*

La tasa de crecimiento del consumo de energía primaria en el largo plazo se ubica en torno a 2% acumulativo anual, si consideramos el período 1882-2000. Dado que los datos correspondientes a la primera década de la serie podrían estar subestimados, se calculó la tasa de crecimiento para 1892-2000 y el resultado es 1,5%. En cualquier caso se trata de guarismos que dan por resultado un incremento considerable que, en la opción más conservadora, implica la quintuplicación del consumo energético.[37]

Los períodos ya identificados en el comportamiento de la serie aparecen claramente asociados a tasas de crecimiento muy disímiles. En el Cuadro 3 se puede observar que las dos décadas finales del siglo XIX y las dos décadas siguientes a la finalización de la Segunda Guerra Mundial muestran guarismos muy superiores a la tasa de largo plazo.

Hasta 1902, la tasa de crecimiento se habría ubicado entre 5,5% y 4,3% según midamos desde 1882 o desde 1892, respectivamente; tasas altas, pero que responden a incrementos a partir de niveles muy bajos. El período 1946-1966 (delimitado por el círculo en el Gráfico 4) muestra una dinámica de crecimiento impresionante (4,1% a.a.) que resulta en la duplicación del consumo de energía primaria. Como veremos más adelante, las fuerzas inductoras de ese comportamiento varían a lo largo de las dos décadas modificándose la estructura sectorial del consumo, lo que habría llevado a la desvinculación de la demanda energética respecto a la dinámica de la actividad productiva. Durante este período la economía uruguaya tuvo un desempeño dual, en la primera década se produjo un crecimiento acelerado del producto, inducido por el

37 Según datos publicados por Kander (2002) en el período 1890-2000, el consumo de energía primaria en Suecia se habría multiplicado por 7.

sector industrial; mientras la segunda fue de «estanflación». No obstante, ambos fenómenos se asocian con un incremento de la demanda energética.[38]

| Cuadro 3. Consumo de energía primaria. Tasas de Crecimiento | |
|---|---|
| Período | % |
| 1882-2000 | 1,9 |
| 1892-2000 | 1,5 |
| 1882-1902 | 5,5 |
| 1892-1902 | 4,3 |
| 1902-1946 | 0,0 |
| 1946-1966 | 4,1 |
| 1966-2000 | 1,0 |
| Fuente: Cuadro 2 del Anexo Estadístico. | |

Estos dos escenarios de crecimiento corresponden a dos sistemas energéticos muy diferentes. Mientras que en el primer periodo la dinámica se asocia fundamentalmente al incremento del consumo de energías tradicionales «autóctonas» de base orgánica (leña y energía muscular animal), en el segundo es el crecimiento del consumo de energía moderna importada fósil (petróleo) el factor decisivo. Las implicancias económicas de la dependencia energética son analizadas más adelante en este trabajo.

Como ya fue señalado, entre 1902 y 1946 la tasa de crecimiento es virtualmente «cero» pero debe señalarse que este promedio es el resultado de un comportamiento muy fluctuante, en el que al menos es posible identificar tres subperíodos: 1902-1919, de leve caída en el marco de fuertes fluctuaciones; 1919-1930, de acelerado crecimiento; y 1931-1945, de severa contracción del consumo, con dos escalones que expresan el impacto de la crisis económica mundial (1931) y de la Segunda Guerra Mundial (1940). Es inevitable, al seguir esta trayectoria, recordar la expresión «era de las catástrofes» acuñada por Hobsbawm y asociarla al contexto en el que tuvo que desenvolverse Uruguay para proveerse de combustibles fósiles.

Finalmente, en el último tercio del siglo XX la tasa registrada de 1% se encuentra por debajo del promedio histórico, reflejando un cambio de tendencia marcado respecto al período de consumo explosivo que le precedió. Pero, una vez más, el promedio esconde tres procesos diferentes: crecimiento parsimonioso del consumo (1,2% a.a.) entre 1966 y 1980, a tasas decrecientes; una caída muy impresionante entre 1980 y 1985 (-5,4% a.a.); y una fuerte recuperación y crecimiento del consumo en los últimos quince años (3% a.a.).

38 Bertoni R. y Román, C. (2008:160-161)

## El consumo *per cápita*

El análisis del consumo de energía primaria en relación con la dinámica demográfica de Uruguay, operó como una luz de alerta respecto a la validez de los trabajos de reconstrucción realizados. Es que el cálculo, a partir de la serie estimada, da por resultado que el consumo de energía primaria *per cápita* a fines del siglo XIX se habría ubicado en niveles similares a los de un siglo después (Gráfico 5). De manera estilizada podría decirse que la cantidad de energía primaria *per cápita* disminuyó aproximadamente 50% desde fines del siglo XIX hasta la década de 1940, creció vertiginosamente los siguientes cuarenta años (100% de incremento) y entonces tuvo una caída estrepitosa que significó en cinco años (1980 a 1985) un descenso de 70%. Los últimos quince años se caracterizan por el crecimiento del consumo *per cápita*, alcanzándose una máxima en 1999, ubicándose en una tonelada petróleo equivalente.

Esta evolución resulta atípica, por los altos niveles de consumo *per cápita* de comienzos del siglo XX.[39] Por supuesto que puede ocurrir que la metodología empleada para calcular el consumo de energías tradicionales genere una sobreestimación de las mismas. No obstante, las pruebas realizadas señalarían que en términos absolutos el consumo de energía primaria en Uruguay no sería disparatado.

**Gráfico 5.** Uruguay. Energía per cápita (TEP/Habitante).
*Fuente: Cuadro 4 del Anexo Estadístico.*

39 Carles Sudrià y Ramón Méndez hicieron hincapié en el acto de la defensa de esta tesis sobre la inconsistencia que refleja este comportamiento del consumo per cápita de energía en el largo plazo. No obstante, difirieron en el planteo sobre las causas de la sobreestimación del consumo a comienzos del siglo XX. El primero insistió en problemas de estimación en el consumo de leña. El segundo alertó sobre la estimación de la energía muscular animal. Como ya fue señalado, se encuentra en curso una investigación para reestimar el consumo de leña. Con respecto a la energía muscular animal el debate con el doctor Méndez se centró en el criterio del «fodder input method», el cual el autor reivindica como metodología.

La atención se puso entonces en la otra variable, es decir, la población. Uruguay era un país escasamente poblado a fines del siglo XIX, con una densidad inferior a 5 habitantes por kilómetro cuadrado, pero con una economía creciendo a un tasa promedio de 4,3% anual hasta las vísperas de la Primera Guerra Mundial. Aunque la tasa de crecimiento de la población también es alto (3%), el punto de partida es muy bajo (menos de 0,5 millones de habitantes en 1880). El resultado de la estimación del consumo *per cápita* de energía no debería llamar la atención, pues algo similar ocurre cuando se presta atención al nivel de PBI *per cápita* de aquellos años, superior al de los países europeos más desarrollados. Parecería que un país relativamente vacío en términos demográficos, pero dinámico en términos económicos, podría ayudar a explicar la paradoja del alto consumo de energía *per cápita* a comienzos del siglo XX.

No obstante, la preocupación por la posible inconsistencia, motivó la realización de un ejercicio comparativo que pudiera contribuir a fortalecer la hipótesis de que la dinámica demográfica estaría en la base del antiintuitivo comportamiento del consumo *per cápita*. Para ello se tomó como referencia las series construidas por Kander (2002) para Suecia. En el Cuadro 4 se presentan los resultados.

Más allá de los niveles absolutos que deben tomarse con precaución, no sólo por los procedimientos de estimación, sino por las diferencias importantes tanto en los aspectos climáticos como en los niveles de ingreso de los dos países, interesa observar la evolución de las dos variables involucradas en el cálculo del consumo *per cápita*.

| Cuadro 4 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Suecia | | | | |
| | Consumo total de energía primaria | | Población | Consumo total de energía *per cápita* |
| | PJ* | kTEP | miles | TEP/hab |
| 1882 | 180,6 | 4.300 | 4.579 | 0,9 |
| 1910 | 320,9 | 7.640 | 5.522 | 1,4 |
| 1950 | 573,8 | 13.661 | 7.042 | 1,9 |
| 1970 | 1.444,5 | 34.393 | 8.081 | 4,3 |
| 2000 | 1.485,0 | 35.357 | 8.883 | 4,0 |
| Uruguay | | | | |
| | Consumo total de energía primaria | | Población | Consumo de energía *per cápita* |
| | PJ* | kTEP | miles | TEP/hab |
| 1882 | 14,9 | 354 | 509 | 0,7 |
| 1910 | 33,8 | 805 | 1.169 | 0,7 |
| 1950 | 53,9 | 1.284 | 2.236 | 0,6 |
| 1970 | 103,7 | 2.470 | 2.808 | 0,9 |
| 2000 | 136,2 | 3.243 | 3.301 | 1,0 |

* El consumo de energía primaria para Suecia está expresado en Petajoules (PJ); para su conversión a kTEP se utilizó la siguiente equivalencia: 1 PJ = 23,81 kTEP. En el caso de Uruguay se realizó la conversión inversa a los efectos de contar con la información expresada en ambas unidades energéticas.

Fuentes: Kander (2002:223-228); los datos de población para Uruguay proceden del Banco de Datos de Historia Económica y Economía (FCS-Udelar); los datos de energía del Cuadro 2 del Anexo Estadístico.

El consumo total de energía primaria en Uruguay, representó históricamente entre 8% y 10% del consumo en Suecia, con muy puntuales desviaciones. Mientras tanto, la población uruguaya que era menos de 1/5 de la sueca a comienzos del siglo XX y al promediar el mismo, alcanzaba a 1/3. Este ejercicio comparativo fortalecería la hipótesis de que el crecimiento de la población uruguaya (2%), en una región en que el clima no exige grandes consumos de energía para calefaccionar hogares más que en unos meses del año, podría estar en la base del comportamiento del consumo *per cápita* descendiendo en la primera mitad del siglo XX.

Asimismo, el fuerte proceso de industrialización que vive el país en la segunda posguerra, el importante incremento de la demanda de combustibles por parte del transporte automotor y la expansión de la electrificación de los hogares, junto a una tasa de crecimiento demográfico cercana a 0,8% explicarían el incremento *per cápita* que se observa hasta el fin de la década de 1980. El lento incremento del consumo y su volatilidad en las últimas dos décadas es el factor que más incide en el comportamiento de la serie al final del período analizado.

Hasta tanto no se cuente con otra estimación de las energías tradicionales, parece necesario seguir aceptando este comportamiento atípico del consumo de energía primaria *per cápita*. En todo caso, para la tesis que se defiende en este trabajo, resulta particularmente importante insistir en lo ocurrido en el cuarto de siglo siguiente a la finalización de la segunda guerra mundial: la duplicación de la cantidad de energía consumida *per cápita*.

## La transición: de la energía tradicional a la moderna

Como ya ha sido señalado, el crecimiento económico moderno no sólo ha implicado un incremento en la cantidad de energía utilizada por el hombre en sus actividades productivas y en la satisfacción de las necesidades de los hogares, sino también un cambio en las fuentes que suministran esa energía. En consonancia con el desarrollo de las sociedades capitalistas y la expansión de este sistema de producción a escala planetaria, los cambios en el nivel y la estructura del consumo energético se han constituido en indicadores de desarrollo económico y social. Con Wrigley, se puede afirmar que el mundo ha asistido al pasaje de la energía orgánica a la energía fósil.

Efectivamente, el crecimiento económico moderno se caracteriza por cambios fundamentales en el metabolismo energético de las sociedades: mientras el sistema energético de la sociedades agrícolas estaba basado prácticamente en la biomasa[40], la transformación industrial va acompañada por cambios en las bases energéticas del proceso económico, que implican la utilización de «energías modernas», determinando un cambio fundamental en la relación entre el desarrollo económico y la disponibilidad de las mismas (Stevens, 2000:xv). Desde el punto de vista de la energía primaria, las fuentes modernas son los combustibles fósiles —carbón, petróleo y gas natural—, la hidroelectricidad, la energía nuclear y las nuevas formas de utilización de las «viejas» energías renovables: eólica, solar, residuos de biomasa.

40 La energía eólica e hidráulica tuvieron una importancia muy menor, en términos cuantitativos.

Estos cambios operados en el peso relativo de las distintas fuentes configuran el proceso que se ha denominado transición energética. Trabajos anteriores (Bertoni y Román, 2006 y 2008; y Bertoni, Román y Rubio, 2009) han aportado a esta discusión para el caso Uruguayo, en perspectiva comparada, pero no se contaba con estimaciones de la energía muscular animal. La novedad que ofrece esta sección es la incorporación al agregado energético de dicha fuente y, en consecuencia, la posibilidad de contar con nuevos elementos para entender la dinámica de la transición energética en Uruguay en el largo plazo.

A continuación se presenta la evidencia generada y se discute el proceso. En términos generales, la transición energética en Uruguay tiene la particularidad de haber sido un proceso de sustitución de fuentes orgánicas autóctonas por fuentes de energía fósiles foráneas, dada la ausencia de carbón e hidrocarburos en su territorio. Esta impronta no debe ocultar el fuerte peso relativo de la hidroelectricidad en las últimas dos décadas del siglo XX.

En el Gráfico 6 puede observarse la estructura del consumo de energía primaria en el largo plazo. La primera constatación relevante es que la transición de la energía tradicional a la energía moderna es un fenómeno del siglo XX. Hasta 1905 la participación de las energías tradicionales (leña más energía muscular animal) se ubica en el entorno del 90%. Dentro de las energías fósiles el carbón destaca aportando 9%, siendo el petróleo una fuente marginal en la estructura (por debajo de 1%).

Dentro de las energías tradicionales, con excepción de los primeros años —década de 1880—, en que podría haber problemas de estimación, la leña casi duplica la participación de la energía muscular animal. En el primer lustro del siglo XX las participaciones relativas eran de eran del orden de 60% y 29%, respectivamente.

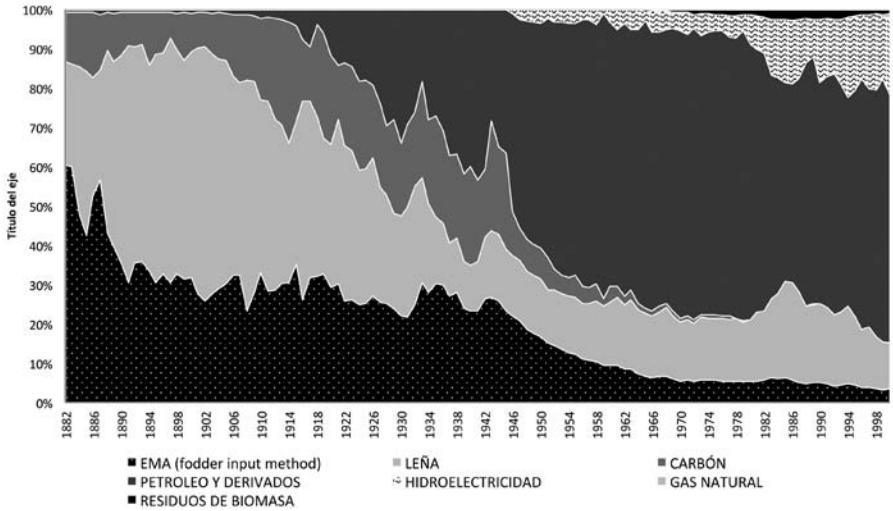


**Gráfico 6.** Estructura por fuentes del consumo de energía primaria (porcentaje).
*EMA = Energía Muscular Animal. Fuente: Cuadro 2 del Anexo Estadístico.*

Al promediar la primera década del siglo XX se hace ostensible un proceso de cambio en la estructura del consumo de energía primaria, que se mantiene a lo largo de los siguientes cincuenta años y que culmina con el desplazamiento de las energías tradicionales por las modernas, explicado especialmente por el incremento en el consumo de petróleo, aunque también el carbón (al principio) y la hidroelectricidad (al final) juegan su rol. Como resultado de este proceso, en la segunda mitad de la década de 1950, las energías tradicionales sólo aportaban un cuarto de la energía primaria que consumía el país, mientras el consumo de energía proveniente del petróleo ascendía a 2/3 del total. Obsérvese que la participación de las energías tradicionales se mantendrá en torno al 25% del consumo total hasta el último lustro del siglo XX, cuando se produce una caída que llevará a que su aporte se estabilice en un 15%-17% en los albores del siglo XXI.

Detrás de los cambios en la estructura del consumo es importante distinguir cuándo la caída en la participación de alguna de las fuentes se debe a una retracción en el uso de la misma como energético, o a la incorporación más dinámica de una nueva fuente a la matriz energética. A los efectos de visualizar estos fenómenos se ofrece en el Cuadro 5 la forma en que se comportaron cada una de las fuentes en los períodos identificados como fundamentales en la dinámica de la transición energética en Uruguay.

Cuando se observa la evolución en el largo plazo se constata que las únicas fuentes que disminuyeron en términos absolutos su contribución al sistema energético uruguayo fueron la fuerza muscular animal y el carbón mineral. El incremento en el largo plazo estuvo asociado, fundamentalmente, al creciente consumo de petróleo y, aunque sabemos que se trata de un fenómeno de la segunda mitad del siglo XX, a la hidroelectricidad. Llama la atención que el consumo de leña no cayó a lo largo de más de un siglo y, si se acepta como válidos los valores manejados para la década de los años ochenta del siglo XIX, habría contribuido en 10% al aumento del consumo energético agregado.

Cuadro 5. Uruguay. Contribución de cada fuente a las variaciones en el consumo de energía primaria-DKTEP (t1-t0)

| | Total | Energía muscular animal | Leña | Carbón mineral | Petróleo | Hidro-electricidad | Gas natural | Residuos de biomasa |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1882-2000 | 2889 | *-104* | 291 | *-44* | 2037 | 640 | 31 | 38 |
| 1892-2000 | 2572 | *-129* | 15 | *-58* | 2035 | 640 | 31 | 38 |
| 1882-1902 | 671 | 49 | 572 | 45 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| 1892-1902 | 354 | 24 | 296 | 31 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| 1902-1946 | 0,8 | *-36* | *-507* | 27 | 506 | 11 | 0 | 0 |
| 1946-1966 | 1276 | *-79* | 202 | *-90* | 1119 | 110 | 0 | 14 |
| 1966-2000 | 941 | *-38* | 25 | *-26* | 407 | 519 | 31 | 24 |

Fuente: Cuadro 2 del Anexo Estadístico

El análisis de los subperíodos permite observar algunas dinámicas interesantes. Hasta los primeros años del siglo XX todas las fuentes energéticas existentes tuvieron un comportamiento creciente, siendo el consumo de leña la principal fuerza responsable de la duplicación del consumo agregado, en un lapso de veinte años. Más del 80% de ese incremento se debió al consumo de esta energía orgánica tradicional. Siguiendo a Wrigley, podría decirse que aún el Uruguay revestía en la categoría de una economía orgánica avanzada, ya que sumando leña y energía muscular animal, la contribución de las energías tradicionales al crecimiento del consumo energético se ubicó en torno a 90-92%. El carbón mineral sólo aportó un modesto 8% a dicho incremento.

Las cifras que arroja la descomposición de la evolución del agregado energético para el período 1902-1946 reflejan de manera clara el proceso de sustitución al que se ha hecho mención, ya que sin incrementarse el consumo total, los comportamientos de las fuentes orgánicas y las fósiles son, casi exactamente, inversos. Es de destacar, como se adelantó, que la fuerza muscular animal disminuye mucho menos que la leña.

El extraordinario incremento del consumo energético en las dos décadas siguientes a la Segunda Guerra Mundial, que se duplica en veinte años, se explica por la dinámica de crecimiento del consumo de petróleo. No obstante la leña contribuye al crecimiento y también la hidroelectricidad, compensando con creces la caída del carbón mineral y de la energía muscular animal.

En los últimos treinta años del siglo más de la mitad del crecimiento del consumo se explica por la dinámica de la hidroelectricidad, siendo el petróleo el otro energético que contribuye al crecimiento; los aportes de la leña, el gas natural y los residuos de biomasa son positivos aunque muy modestos y el carbón mineral y la energía muscular animal vuelven a registrar valores negativos que rondan en conjunto el 7%.

## El ocaso de la energía orgánica

Es importante enfatizar en el hecho de que la pérdida en la participación de las energías tradicionales responde a dos fenómenos complementarios:

a. la sustitución de fuentes en usos tradicionales; y
b. el desarrollo de nuevas actividades y la incorporación en la producción —y en el ámbito doméstico— de nuevos convertidores (modernos). También corresponde señalar que si bien la transición es un proceso irreversible y casi lineal, el Gráfico 6 permite identificar momentos en que, ante choques externos negativos en el aprovisionamiento de energías fósiles o en escenarios de crisis económica, las energías tradicionales (especialmente la leña) operaron como seguro energético. Obsérvese en el gráfico lo que ocurre en los años de las dos guerras mundiales y en las crisis de 1931 y 1982.

Las dos fuentes tradicionales que se manejan en este trabajo tienen —individualmente— una evolución muy distinta en la estructura de consumo de energía primaria. La pérdida de participación de la leña se produce hasta fines de los años treinta, lo que se asocia —seguramente— al cambio en la estructura de consumo de energía de los

hogares y, aunque en menor medida, también en la industria manufacturera. En el primer caso, la leña y el carbón de leña son sustituidos progresivamente por el kerosene en la cocción y calefacción, sobre todo en las zonas urbanas. En el segundo caso, el carbón mineral primero y el fuel oil más adelante, compiten con la leña en la generación de vapor y calor directo. En términos relativos el aporte de la leña cayó de 60% a 14% en los primeros cuarenta años del siglo XX.

En cuanto a la energía muscular animal, su participación se mantiene entre 25% y 30% hasta el fin de la Segunda Guerra Mundial; entonces sí, en el curso de los siguientes veinte años cae sistemáticamente hasta ubicarse entre 6% y 4%. En este caso, el avance de la «tractorización del agro», asociada a una «nueva agricultura» en la que los cultivos agroindustriales cumplieron un rol clave (trigo, lino, cebada, girasol, etcétera), y también la modernización del transporte de carga, habrían jugado un rol clave; pero no debe desestimarse el impresionante crecimiento del parque automotor para uso particular y el desarrollo del transporte colectivo de pasajeros por carretera.[41]

## ¿Cómo se operó la imposición de la energía fósil?

Como emerge del Gráfico 6 y el Cuadro 5 el carbón mineral lideró el proceso de imposición de la energía fósil, en la década previa a la Primera Guerra Mundial, pero después de concluido este conflicto ya no se incrementaría su participación en la matriz energética uruguaya en términos absolutos ni relativos... la «era del petróleo» comenzaba.

En la literatura especializada se insiste en la sustitución del carbón por el petróleo como fenómeno típico de la transición en las sociedades en las que se asiste a la imposición de la energía moderna. En el caso de Uruguay resulta evidente la presencia de este proceso. El momento clave debe ubicarse al promediar la segunda década del siglo XX. No obstante, como se aprecia en el Gráfico 7, a lo largo de treinta años se habría mantenido el consumo de carbón en algunas actividades, cuya tecnología estaba asociada a este energético, en paralelo al incremento en el consumo de petróleo, asociado a otras actividades y tecnología. En léxico neoschumpeteriano, podría decirse que ambos energéticos formaban parte paradigmas tecnoeconómicos en diferentes estadios de sus respectivos ciclos y, que en tanto no se produjera el triunfo definitivo del «nuevo estilo tecnológico», coexistía la demanda específica por ambos. Podría interpretarse que, en los primeros tiempos, la competencia entre estos dos energéticos fue sólo en algunos ámbitos, explicándose el avance del petróleo como un resultado del surgimiento de nuevas actividades más que de sustitución del carbón en las ya existentes. El caso paradigmático sería el del transporte automotor (Bertoni, R. y Román, C., 2007: 15).

41 En el Anexo B se brinda más información al respecto.

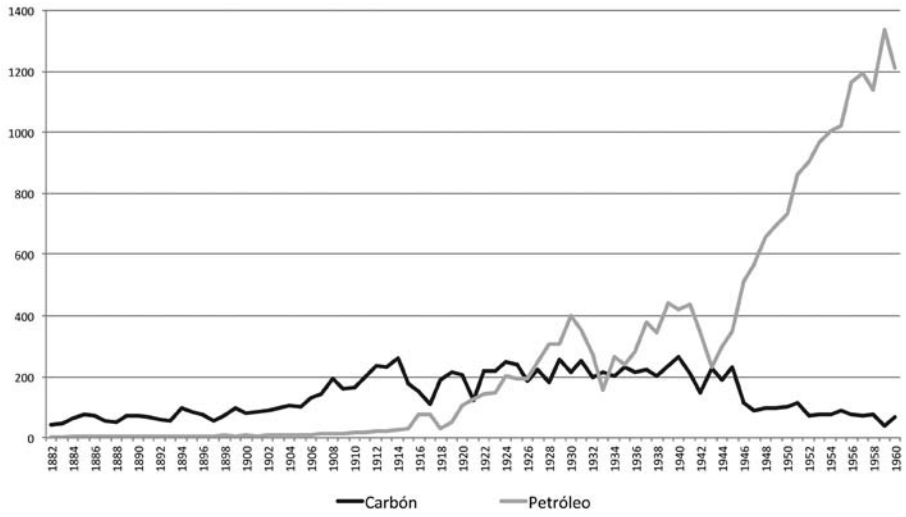


**Gráfico 7.** Transición energética. Del carbón al petróleo 1882-1960 (kTEP).
*Fuente: Cuadro 2 del Anexo Estadístico*

Volviendo ahora al Gráfico 6, obsérvese que una primera fase de cambio acelerado en las participaciones de carbón y petróleo en la estructura de consumo de energía primaria —entre 1915 y 1930— es seguida, en los quince años siguientes, por un congelamiento en la situación y, sólo después de la Segunda Guerra Mundial, el petróleo se impone como fuente dominante.

La incorporación del carbón y el petróleo en la matriz energética uruguaya, los ritmos y la forma en que se procesó el pasaje del carbón al petróleo se habría visto condicionada por los cambios operados en el paradigma tecnoeconómico, las transformaciones en las pautas de consumo y las modificaciones en la correlación de fuerza entre las grandes potencias (léase cambio de hegemonía). El otro elemento a considerar deviene del precio relativo entre ambos energéticos, en el que operan fuerzas estrictamente de mercado, como también factores físicos que hacen a la calidad del combustible[42] (Reynolds, 1996) y factores geográficos (distancia de las fuentes de aprovisionamiento).

En Bertoni y Román (2007) se analiza la dinámica de la transición del carbón al petróleo en el Uruguay, en perspectiva comparada contrastándola con los cinco modelos de transición que proponen Folchi y Rubio (2006) para América Latina. Allí se concluye

> El «modelo uruguayo» sería similar al detectado en Chile, Haití y Nicaragua. El patrón de este grupo de países se caracteriza por varios ciclos de retroceso y recuperación del carbón,

42 Reynolds (1996) clasifica las Fuentes de energía de acuerdo a sus «cualidades físicas» (*physical grades*): *weight-grade* (energía/masa), *volume-grade* (energía/volumen), *state-grade* (gas, líquido o sólido) y *area-grade* (energía/área). Los tres primeros inciden directamente en el costo de los fletes y generan diferencias notables entre el carbón y el petróleo sobre sus precios FOB.

sin que se imponga con claridad la supremacía del petróleo hasta muchos años después de iniciado el proceso de transición... En la transición se podría distinguir tres etapas. Una primera desde la Primera Guerra, donde se inicia un fuerte y acelerado proceso de transición, explicado en gran parte por problemas de abastecimiento y pérdida de hegemonía mundial de Gran Bretaña (nuestro principal proveedor de carbón). Luego, entre 1930 y 1945, se asiste a un periodo de estancamiento en las participaciones relativas del carbón y el petróleo. Finalmente, en la inmediata posguerra se observa la caída abrupta del consumo de carbón que completaría el proceso de transición (Bertoni y Román, 2007: 18).

## La hidroelectricidad en la transición

Cuando se observa la dinámica de la transición energética en Uruguay sorprende que, constituyendo una fuente de energía moderna autóctona, la hidroelectricidad se incorpore tan tardíamente a la matriz energética (Gráfico 6). Hasta 1945, fecha en que se inaugura la primera turbina de la Central Hidroeléctrica «Rincón del Bonete» en el Río Negro, todo el suministro de energía eléctrica en el Uruguay se generaba a partir de combustibles fósiles. Como paradoja, debe señalarse que el país contó con una de las primeras, sino la primera central hidroeléctrica del continente sudamericano.

En 1882, la empresa francesa «Minas de Oro del Uruguay» inauguró una usina hidroeléctrica, en el arroyo Cuñapirú (en el norte del país, a 400 kilómetros de Montevideo), que proveyó de luz y fuerza motriz a las instalaciones que se habían montado para la explotación de minas auríferas en la región (Bertoni, 2002).[43] La capacidad instalada era de 110 kW (Sudriers, 1949:185). En los primeros años del siglo XX, el negocio minero se hundió y, según algunas las fuentes, la central habría dejado de generar en 1918, pero se tienen noticias de que todavía en los años treinta y cuarenta, suministraba energía eléctrica a la pequeña población de Minas de Corrales (Sudriers, 1949: 185).[44] En todo caso la cantidad de energía eléctrica generada representaría una muy modesta contribución al agregado energético. En 1959, la represa fue destruida por grandes inundaciones que afectaron a todo el país.

Aunque la experiencia de Cuñapirú constituiría una anécdota en la historia energética del Uruguay, es interesante señalar que la visión sobre el aprovechamiento de la fuerza hidráulica tuvo su génesis muy temprano.

Lo relevante desde el punto de vista macro en que se focaliza esta sección es que hasta promediar el siglo XX, la hidroelectricidad no ocupa un lugar destacado en la matriz energética. En el tercer cuarto del siglo su aporte se ubicó en torno a 4% del consumo de energía primaria. En las últimas dos décadas, se cuadruplicó su participación en la matriz, aportando un promedio de 16% del total de energía que ingresa al sistema, lo que representa en términos comparativos mundiales un porcentaje muy alto.

La hidroelectricidad contribuyó desde 1950 a la incorporación de una forma de energía moderna autóctona a la matriz uruguaya que frenó el proceso de creciente

43 Si consideramos que en 1880 se inauguró la primera central hidroeléctrica en Northumberland, Gran Bretaña y en 1882 la primera hidroeléctrica de los Estados Unidos, se podría decir que en este plano Uruguay estaba muy cerca de la frontera tecnológica.

44 Esta población no contaría entonces con más de un millar de habitantes, después de haber albergado en la «época de auge» más del doble.

dependencia energética del exterior, pero la dimensión de su aporte y los problemas de suministro no hicieron posible disminuir dicha dependencia, al menos hasta los años ochenta (véase Capítulo 5).

El principal problema vinculado a la generación hidroeléctrica se ha originado históricamente en la ausencia de grandes caídas de agua y la pequeña capacidad de almacenaje de las represas (sólo existe en la Central de Rincón del Bonete), lo que hace que el caudal dependa del comportamiento de las lluvias en la región que es sumamente irregular. La consecuencia es que ha debido mantenerse una capacidad instalada de generación térmica de respaldo relativamente elevada (Bertoni, 2002; Bertoni y Caldes, 2008; Bertoni, 2009). Se volverá sobre esta problemática en el Capítulo 4.

## Conclusiones: transición y dependencia

La transición energética en Uruguay, definida como el pasaje de una sistema energético basado en fuentes tradicionales orgánicas (leña y energía muscular animal) a otro en el que la energía fósil pasa a satisfacer mayoritariamente las demandas energéticas de la sociedad, se consumó en las primeras seis décadas del siglo XX.

La leña habiendo dominado el escenario hasta comienzos del siglo XX, fue la fuente tradicional que más tempranamente perdió importancia en la matriz energética, siendo sustituida progresivamente por el carbón mineral y el petróleo. Pero este energético, no sólo no desaparece, sino que se mantiene en torno a 1/6 del total de energía primaria consumida y en ciertas coyunturas actuó como seguro energético.

La energía muscular animal, que mantuvo una participación relevante entre las fuentes primarias hasta mediados del siglo XX, pierde participación en dicha estructura en el tercer cuarto del siglo y su contribución promedio se ubica desde entonces en torno al 5%.

El carbón mineral fue el principal sustituto de la leña antes de la Primera Guerra Mundial, alcanzando una participación estable —entre 1/5 y 1/4 del consumo— hasta el fin de la Segunda Guerra Mundial. Desde entonces, en un acelerado proceso de sustitución de menos de una década, el petróleo lo convierte en un energético marginal en la matriz.

El petróleo es la principal fuente responsable de la transición, pasando del 4% al 70% del consumo de energía primaria entre la segunda y la sexta década del siglo, no obstante haberse virtualmente interrumpido su creciente participación en la matriz entre 1930 y 1945. El aporte de la hidroelectricidad y una recuperación en el aporte de la leña en las últimas dos décadas, hicieron que al finalizar el siglo XX su participación cayera por debajo del 60%.

La otra fuente moderna, la hidroelectricidad, se incorporó tarde a la matriz y sólo aportó entre 3% y 4% hasta los años ochenta. Desde entonces su participación crece hasta cubrir —en algunos años— entre 1/6 y 1/5 del consumo primario.

En consecuencia, como queda de manifiesto luego de analizar la evolución de la cesta energética en el largo plazo, en Uruguay la transición a formas de energía moderna implicó una creciente dependencia de la importación de combustibles fósiles, dada la

ausencia de carbón y petróleo en su territorio. Esta dependencia alcanzó su máxima expresión hacia mediados de los años cincuenta y se mantuvo en ese nivel a lo largo de los siguientes veinticinco años. En Capítulo 5 se focaliza el análisis en este fenómeno y sus impactos económicos.

## La intensidad energética

La evidencia generada sobre los niveles de consumo de energía primaria en el largo plazo y los cambios en la estructura del mismo por fuentes, permite contar con un insumo básico para incursionar en la relación entre crecimiento económico y consumo energético y discutir algunas posibles interpretaciones sobre esa relación. La «intensidad energética» es uno de los indicadores habitualmente utilizados para analizar la misma y se define como la cantidad de energía primaria o bruta (en este trabajo expresada en toneladas equivalente de petróleo TEP) necesaria para producir una unidad monetaria de PBI (expresado en valores constantes en dólares) y se operacionaliza como el ratio

IE = CEP (tep) / PBI (us$)

Por definición, entonces, la intensidad energética sería el promedio de la cantidad de energía necesaria (CEP) para generar una unidad de riqueza. En un número especial de la revista *Ecological Economics* (Volume 25, Issue 2, 1998) la intensidad energética estuvo en el centro de la discusión sobre la denominada Curva Ambiental de Kuznets (EKC, por su sigla en inglés), porque proporcionaría evidencia sobre la compatibilidad entre el crecimiento económico y la sustentabilidad ecológica del mismo. La EKC toma su nombre de la analogía con la relación que propuso Kuznets entre el crecimiento y la desigualdad y plantea que en las primeras fases del desarrollo el consumo energético es creciente y acompaña el incremento del ingreso pero, a partir de determinado nivel del mismo el consumo energético por unidad de producto empieza a descender. La disminución de la intensidad energética a lo largo del tiempo se interpreta como un incremento en la eficiencia energética global del sistema y por lo tanto permitiría «desacoplar» crecimiento económico y consumo energético.

El trabajo de Malenbum (1978) puede considerarse uno de los primeros planteos de la denominada hipótesis de «la intensidad de uso», allí se sostiene que el nivel de ingreso es el principal factor que explica el consumo de materiales hasta alcanzar un determinado nivel; desde entonces, se produciría un proceso de desacoplamiento entre crecimiento económico y consumo de materiales, lo que haría que el futuro incremento en el nivel de producción no se manifestase en un aumento en el consumo de energía y materiales a la misma tasa (Ramos-Martín, 2003: 60).

En realidad, la intensidad energética es el resultado de una compleja interacción entre diferentes factores tales como la calidad de las fuentes energéticas dominantes, la estructura económica, la eficiencia de los convertidores, cambios en las pautas de consumo y la evolución de los precios, junto a condicionantes más estructurales como

la disponibilidad de recursos autóctonos, la diversificación energética, el clima, la situación geográfica, etcétera (Rubio, 2005: 65).

Desde el punto de vista de la relación entre crecimiento y consumo de energía, la principal limitación de la gran mayoría de los estudios sobre intensidad energética es que se trata de análisis de corte transversal y, cuando se utilizan series temporales, son relativamente cortas y manejando solamente energías modernas. Como se ha señalado ya, la incorporación de las formas de energía tradicional, cambian de manera radical la percepción del comportamiento de la relación entre economía y energía. A continuación se presenta la evolución de la intensidad energética en Uruguay en el largo plazo (Gráfico 8).

El primer comentario que merece la representación gráfica es que a lo largo del siglo XX la intensidad energética declina, alcanzando los valores finales de la serie aproximadamente 25% de los registrados a comienzos de siglo. Es decir, aún aceptando las limitaciones del indicador, hacia 2000 era necesario un 75% menos energía para producir la misma riqueza. Este fenómeno, se repite en todas aquellas economías para las que el cálculo se realiza incorporando las energías tradicionales (Gales *et al.*, 2007). En el caso de Uruguay ya se había constatado esta evolución de la intensidad energética (Bertoni y Román, 2006 y 2008) pero la incorporación que se ha realizado de la energía muscular animal al agregado energético, si bien no cuestiona la estimación anterior pues se mantiene la tendencia, modifica de manera relevante los niveles. En aquellos trabajos la caída operada en el indicador era de 50% aproximadamente.

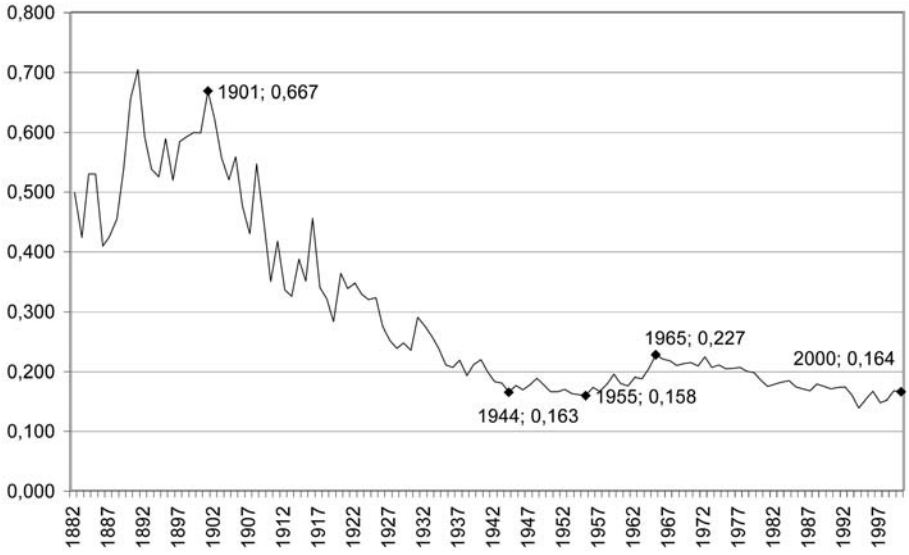


**Gráfico 8.** Uruguay. Intensidad energética (TEP/mil US$ PBI).
*Fuente: Cuadro 4 del Anexo Estadístico*

La nueva evidencia reafirma que la caída de la intensidad energética tiene su principal explicación en los cambios operados en el sistema energético uruguayo en la primera mitad del siglo XX. También se confirma que a fines de los años cincuenta se produce un cambio de tendencia que hace que en una década se registre un incremento de 50% en la intensidad energética.[45] En las últimas tres décadas del siglo, pero particularmente desde 1980, se constata una caída de la misma proporción, para llegar a 2000 con un nivel similar al de cincuenta años atrás.

Como fue señalado, varios son los factores que inciden en la mejora en la eficiencia energética agregada (caída de la intensidad). Aunque no se ha realizado un test «cuantitativo», es posible inferir cuáles han sido las fuerzas dinámicas del cambio en cada período identificado.

La acelerada disminución de la intensidad energética en las primeras cuatro décadas del siglo XX se debería, fundamentalmente, al cambio en las fuentes energéticas dominantes, debido a la retracción de la leña y la imposición de las energías fósiles (carbón mineral y petróleo) combustibles de mejor calidad (Cuadro 5). Pero, también debe señalarse la incidencia del cambio tecnológico asociado a dicho fenómeno, pues junto a los nuevos energéticos se instalan convertidores modernos (maquinaria y equipos) con un rendimiento energético superior. Los estudios sobre la industria manufacturera uruguaya señalan que los años veinte se correspondieron con altas tasas de inversión, lo que se refleja en el incremento de los bienes de capital en la composición de las importaciones uruguayas (Finch, 1980; Bértola, 1991; Bertino *et al.*, 2005).[46] Asimismo, existen estudios que señalan la sustitución de la leña y el carbón de leña en los hogares por la incorporación del kerosene como «combustible popular» (Barrán y Nahum, 1990).

El acelerado proceso de industrialización que vivió Uruguay en la década siguiente a la Segunda Guerra Mundial, no se habría reflejado en un incremento de la intensidad energética, a pesar del incremento más importante del siglo en el consumo de energía primaria. Por el contrario —aunque a un ritmo menor— la intensidad energética seguiría disminuyendo (Gráfico 8).[47] Sin lugar a dudas, la nueva ola de inversiones en la industria manufacturera, promoviendo el cambio tecnológico luego de una década y media de restricciones económicas para incorporar nueva maquinaria y equipos, mejoró el rendimiento energético del sector. También operó en el mismo sentido la «dieselización» del ferrocarril uruguayo en los años cincuenta. Pero debe enfatizarse en la

45 Es necesario aclarar que en 1965 hay un empalme en las series de consumo energético, ya que aparece una nueva fuente, como lo es el Balance Energético Nacional. Ello debe alertarnos sobre posibles dificultades en la compatibilización entre los datos de 1963 (cuyo origen es la CIDE) y los que se inician en 1965. No obstante, parecería que sólo se trataría de un problema de nivel, pero no de tendencia: entre 1955 y 1963 se incrementa la intensidad energética, sin contar todavía con datos del Balance Energético Nacional.

46 También en los años veinte se inicia la sustitución del carbón mineral por el petróleo en los ferrocarriles uruguayos, lo que mejora el rendimiento energético también en este subsector (Bertoni y Román, 2007).

47 Esta es una diferencia importante respecto a la serie con que se manejaron Bertoni y Román (2006 y 2008), la incorporación de la energía muscular animal explica esta discrepancia.

culminación del proceso de sustitución de fuentes tradicionales de energía por modernas, ahora fue el turno de la energía muscular animal que disminuyó aceleradamente su participación en la matriz energética ante la competencia de los derivados del petróleo que alimentaron la tractorización de la agricultura, la expansión del transporte carretero de carga y pasajeros, así como los vehículos particulares de paseo o utilitarios que tienen un explosivo incremento.[48] La otra novedad estuvo dada por la incorporación de la hidroelectricidad en la matriz energética, que aunque modesta en su participación, desde 1950 ocupa un lugar entre las fuentes primarias. En síntesis, cambio tecnológico y cambio en las fuentes de aprovisionamiento de energía explicarían la industrialización sin aumento de la intensidad energética.

En los años cincuenta Uruguay alcanzó niveles de ingreso *per cápita* que, junto a la construcción de un régimen de bienestar de corte universalista, hizo que se lo caracterizara como la «Suiza de América». Pero, a mediados de esa década la dinámica de crecimiento se interrumpe y entre 1955 y fines de los años sesenta, la economía uruguaya permanece estancada (virtualmente crecimiento cero). No obstante, el consumo de energía siguió aumentando y esto dio por resultado un incremento de la intensidad energética. Esta paradoja encuentra solución si se incorpora como variable explicativa las pautas de consumo. Como se verá en la sección siguiente, el uso por los distintos sectores económicos se modifica dramáticamente en estos años, asistiéndose a una residencialización del consumo energético. Este fenómeno sería un factor decisivo para entender lo ocurrido.

En la segunda mitad de los años sesenta, la intensidad energética deja de crecer y se estabiliza, aún antes de que la economía supere el estancamiento. Hay factores de oferta que inciden en este comportamiento. Entre 1965 y 1980 hubo restricción compulsiva del consumo y/o racionamiento del suministro de energía eléctrica en varios años.[49] Los principales instrumentos utilizados fueron: adelanto de la hora; prohibición de utilización de energía eléctrica en marquesinas y carteles de publicidad; prohibición de mantener encendido más de un pico de iluminación por habitación; modificación del horario de la administración pública y de los horarios comerciales; racionamiento en el suministro de energía eléctrica, incluyendo cortes zonales; recargos a la tarifa residencial con la finalidad de desestimular el consumo; cortes zonales con la finalidad de completar el ahorro, de acuerdo a la capacidad de generación (Bertoni, 2002: 66). Como factores complementarios deben mencionarse la caída en el poder adquisitivo de los sectores asalariados a partir de 1972 y el incremento de los precios de la energía a partir del *shock* petrolero de 1973.

48 En Thorp (1998:382) se estima que en Uruguay había 29 vehículos por cada mil habitantes en 1950 y 77 en 1970, cifra sólo superada por Argentina en todo el subcontinente latinoamericano.

49 Según Bertoni (2002: 66) esto habría ocurrido en 1965, 1968, 1970, 1972, 1975 y 1979. Cuadro VI.2.

Finalmente, la caída en la intensidad energética en las últimas dos décadas del siglo se explica por un cambio significativo en las fuentes de energía primaria por la incorporación de las centrales hidroeléctricas de Salto Grande y Palmar (Cuadro 5). La mayor participación de la hidroelectricidad en la matriz uruguaya mejoró notablemente la eficiencia energética. Así mismo, en los años noventa la economía muestra tasas de crecimiento muy altas (entre 1990 y 1998) en un contexto de integración regional (Mercado Común del Sur, Mercosur) que provocó un complejo proceso de reconversión industrial y desindustrialización. Esto habría provocado la caída de la intensidad energética del sector manufacturero, lo que habría compensado el incremento del consumo de energía en el sector transporte.

## Intensidad energética moderna

Sólo a los efectos de ilustrar las enormes diferencias que se aprecian en la evolución de la intensidad energética cuando sólo se tienen en cuenta las formas modernas de energía (combustibles fósiles e hidroelectricidad), se ha decidido presentar el Gráfico 9. La idea es contrastar este indicador con el analizado anteriormente.

La intensidad energética moderna se duplica en el siglo XX, pasando de 0,6 a 1,2 TEP por cada mil dólares de PBI en términos reales. El gran salto se habría operado en las primeras tres décadas del siglo, alcanzándose un nivel que, más allá de fuertes fluctuaciones, se mantiene entre 1930 y 1955. La transición del carbón al petróleo, descrita en una sección anterior, y los efectos de la Gran depresión y la Segunda Guerra Mundial explicarían ese comportamiento del indicador hasta 1945. En la segunda posguerra, se combina ese proceso de sustitución con una dinámica incorporación de cambio tecnológico en la industria, el transporte y los hogares.

La modernización de las pautas de consumo energético, en un escenario de estancamiento económico explica el incremento de la intensidad energética después de 1955. Dado que, a partir de entonces, la energía moderna representa entre 75% y 80% del total de la energía primaria consumida, el análisis realizado para la intensidad energética incluyendo energías tradicionales se aplica a esta serie. El único comentario adicional que merece es que el impacto de la hidroelectricidad a partir de 1980 es más acusado, pues sustituye directamente petróleo en la matriz.

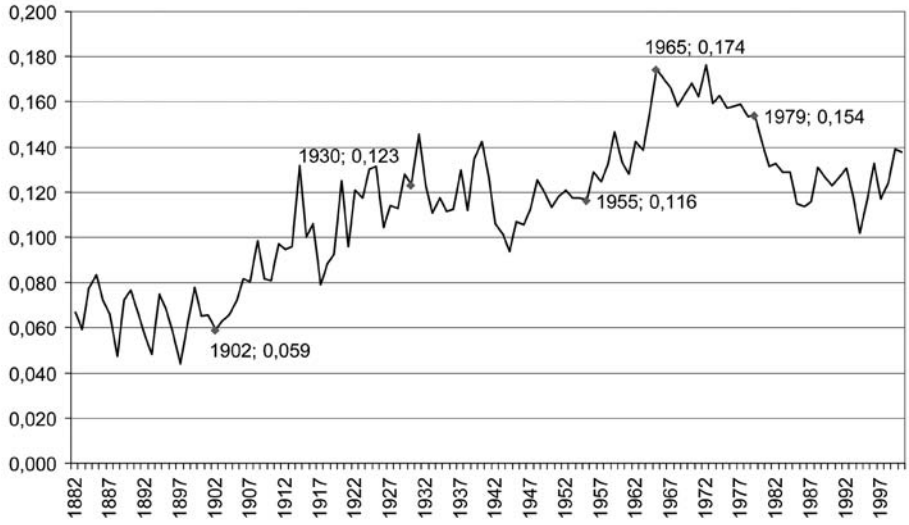


**Gráfico 9.** Intensidad energética modern
* (TEP/mil US$ de PBI) Intensidad energética moderna* (TEP/mil US$ de PBI).
*Fuente: Cuadro 4 del Anexo Estadístico*

## El consumo final de energía y la dinámica sectorial

En las secciones anteriores, se ha manejado la energía primaria como el agregado energético más adecuado para discutir cuál es el consumo total de energía que la sociedad realiza para satisfacer las necesidades energéticas, originadas tanto en las actividades productivas, como en aquellas provenientes de los hogares y que se vinculan de manera más directa al bienestar de los individuos. El objetivo perseguido era estimar la cantidad de energía que ingresa al sistema, más allá del uso o finalidad y cuáles fueron las fuentes que suministraron esa energía.

En los análisis realizados para explicar los cambios operados en el nivel o la estructura, así como para entender la dinámica de la intensidad energética, se señaló en varias oportunidades a la demanda sectorial como un factor que habría incidido en el comportamiento del consumo de energía primaria. En esta sección se recurre al comportamiento del consumo final de energía a nivel de distintos sectores para contribuir, aunque de manera indirecta, a la discusión sobre las fuerzas determinantes de los cambios en el agregado energético.

Lamentablemente, no se cuenta con información anterior a 1948 del consumo de energía por los distintos sectores económicos. No obstante, dado que la tesis que se sostiene en este trabajo refiere de manera explícita y enfática a lo ocurrido en las dos décadas siguientes a la Segunda Guerra Mundial, en esta sección se movilizan todos los datos obtenidos sobre consumo final de energía por sectores, manejándose evidencia relevante para discutir factores de demanda que inciden en el sistema energético uruguayo.

Definimos como energía final o neta, en contraposición con energía primaria o bruta, a la cantidad de energía que se pone a disposición del consumidor en condiciones de ser utilizada de manera directa: los derivados del petróleo en la manguera del surtidor, la energía eléctrica en el enchufe, el gas natural en el grifo de la cañería, etcétera. Por definición, se trata de la energía disponible, después de deducir las pérdidas de transformación, transporte, transmisión y distribución, y también el gasto de energía para producir energía en las plantas de transformación primaria o secundaria.

Para la reconstrucción de una serie anual del consumo final o neto de energía se ha debido articular la información contenida en tres fuentes diferentes. Ello siempre genera dificultades relacionadas con la forma en que se obtuvieron los datos en cada caso.

El *Balance Energético Nacional*, publicado por la DNETN, ofrece desde 1965 la descomposición del consumo de energía final en cinco sectores: el sector residencial, donde la energía se usa para satisfacer las necesidades de los hogares; y los sectores comercial y servicios (incluido el sector público), industrial (incluye construcción y minería), transporte[50] y agro-pesca, en los que la energía constituye un insumo para la producción de cada una de estas actividades económicas.

En el trabajo de la CIDE (1965: 24 y Anexo n.º 4) se presenta el consumo energético por sectores para el año 1963, pero no se discrimina entre residencial y comercial/servicios y tampoco se registra el consumo del subsector pesca, refiriéndose sólo al sector agropecuario.

Finalmente, Oxman (1961: 71) reconstruye con datos de ANCAP y UTE, el «consumo neto de energía por sectores económicos» para el período 1948-1960. Los sectores identificados son los mismos que maneja CIDE (1965).

Antes de analizar el comportamiento del consumo de cada uno de los sectores se presenta, en el Gráfico 10, el consumo total de energía final a los efectos de poder identificar quiebres en el comportamiento agregado.

Tomando en cuenta la dinámica de crecimiento es posible definir cinco períodos a lo largo de la segunda mitad del siglo XX. El Gráfico 10 se ha ilustrado insertando la tasa de crecimiento anual de cada uno de ellos. Una vez más queda confirmado el importante incremento del consumo de energía en la década siguiente a la Segunda Guerra Mundial, una desaceleración a partir de entonces y hasta promediar los años sesenta, un crecimiento muy lento en los quince años siguientes, la caída y lenta recuperación del consumo de energía final en los años ochenta y un fuerte incremento en la última década del siglo (si el cálculo se lleva a cabo considerando el período 1991-1999, la tasa se eleva a 3,3%).

50 La categoría «transporte» incluye a los vehículos particulares, por lo que no coincide con la categoría homónima que se utiliza en las cuentas nacionales; no puede pues considerarse a toda la energía consumida por este sector como insumo, sino que parte de ella (¿?) debe considerarse consumo final.

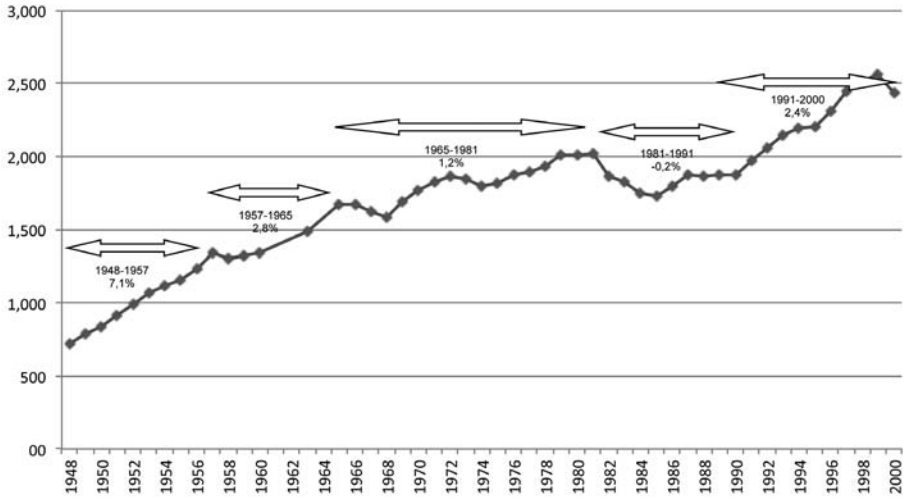


**Gráfico 10.** Uruguay. Consumo final de energía (kTEP) (Tasas de crecimiento).
*Fuente: Cuadro 5 del Anexo Estadístico*

La disímil metodología de construcción de la información sobre energía primaria y energía final hace muy difícil discutir la dinámica del rendimiento energético, ya que en la última no se contabiliza la energía muscular animal. No obstante, realizando los ajustes correspondientes, se puede tener una aproximación a las pérdidas originadas en la transformación, transporte, transmisión y distribución, como resultado de la diferencia entre la energía primaria ingresada al sistema y la energía neta consumida por los sectores productivos y los hogares.

Como puede observarse en el Gráfico 11, el período de mayor crecimiento del consumo de energía final se caracteriza por una mejora importante en el rendimiento (1948-1963), lo que puede explicarse en buena medida por los cambios en el sector eléctrico. En primer lugar, la incorporación de la hidroelectricidad a la matriz energética que, dada la decisión metodológica adoptada en el sentido de considerarla energía primaria, no sufre pérdidas de transformación (en 1948 queda funcionando a pleno la central de Rincón del Bonete —128 MW de potencia— y en 1960 la central de Baygorria —108 MW—, ambas sobre el Río Negro). En segundo lugar, la ampliación de la principal central térmica del país, con tecnología de punta (100 MW) que permitió triplicar la capacidad instalada. Pero también, se ha señalado con anterioridad que las mejoras tecnológicas en la industria manufacturera podrían explicar ganancias en la eficiencia energética, en el sentido de utilizar menor cantidad de energía para obtener el trabajo o el calor necesarios.

Entre 1965 y 1980, se constata una merma en el rendimiento energético. Los factores que estarían incidiendo en este comportamiento serían diversos, pero convergentes. En el sector eléctrico se asiste a un incremento de la demanda muy importante que desnuda dificultades desde el lado de la oferta (CIDE, 1965; OPP, s/f; Unión

Panamericana, OEA, 1967). Un sector energo-intensivo y con bajo rendimiento, como lo es el transporte, amplía su participación en el consumo. Como se desarrollará en el siguiente apartado, la residencialización del consumo juega su rol también, ya que en un contexto de «energía barata», su demanda como bien final no encontraría restricciones prespuestarias relevantes.

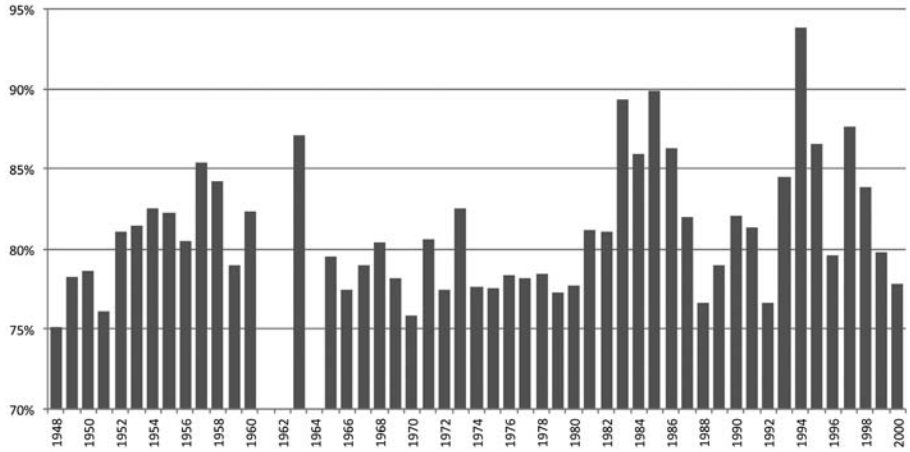


**Gráfico 11.** Uruguay. Rendimiento energético (%) Ene final/Ene prim.
*Fuentes: Cuadros A-2 y A-5 del Anexo Estadístico*

La mejora en el rendimiento energético a partir de los años ochenta se asocia nuevamente a la expansión del consumo de electricidad originada en las centrales hidroeléctricas y la variabilidad del mismo se explica por la ya mencionada irregularidad en el suministro a partir de esa fuente, lo que obliga a apelar periódicamente a la generación térmica, mucho menos eficiente.[51]

## Consumo sectorial

Con base en las tres fuentes identificadas y realizando el trabajo de compatibilización correspondiente, se elaboró series de consumo por sector desde 1948 que se presentan en el Cuadro 5 del Anexo Estadístico. En el Gráfico 12 se presentan los resultados obtenidos, aplicándose interpolación lineal para los años en que no se cuenta con información (1961-1962 y 1964). A partir de 1965 se incorporan los datos de consumo residencial, separado del sector servicios, para tener una idea de su magnitud. Algunas dudas sobre los cambios de nivel que se perciben entre 1960 y 1965, seguramente asociados a diferencias metodológicas entre las fuentes consultadas, resultan superadas si aceptamos que los datos de CIDE (1965) correspondientes a 1963 constituyen una confirmación de las trayectorias del consumo de los distintos sectores.[52]

51 El año 1994 estuvo cerrada la refinería de petróleo.

52 Aunque las fuentes no son totalmente explícitas con referencia a la metodología de recolección de la información parece plausible aceptar una coincidencia mayor entre los procedimientos utilizados

La incorporación del consumo residencial (lamentablemente sin poder ser discriminado del sector servicios hasta 1965) permite observar la evolución del uso de la energía como bien final, en contrapunto con su utilización como bien intermedio.[53]

Entre los sectores que utilizan como insumo en el proceso productivo la energía, el comportamiento del sector agro/pesca sólo tiene efectos marginales sobre el agregado, debido a la modesta participación del mismo en el consumo final de energía. Hasta los años setenta sólo promedia 5% del total y en las dos décadas siguientes asciende a 7%, aún con el impacto del *boom* de la pesca en los años setenta —que cuadruplicó su participación en las exportaciones uruguayas entre 1976 y 1980[54]— y los efectos sobre el consumo energético del incremento de la inversión en maquinaria agrícola de los noventa (OPYPA-MGAP, 2004). No obstante, es importante marcar que entre 1948 y 1957 acompaña el comportamiento agregado (Cuadro 6), por lo que mantiene su participación.

El consumo de energía por el sector industrial que representaba —hacia 1950— la mitad del consumo final, tuvo un crecimiento muy importante hasta mediados de esa década, pese a lo cual perdió participación en el total del consumo, por la dinámica de otros sectores (Cuadro 6). En 1948 el consumo del sector manufacturero significaba 55% y nueve años después —en 1957— había caído a 43%. A lo largo de la siguiente década el consumo industrial de energía se redujo en términos absolutos, lo que contribuyó a que el sector se ubicara en poco más de un cuarto del total. El ulterior comportamiento puede resumirse en un acelerado crecimiento del consumo en los setenta y, desde 1980, —luego de una severa reducción en la primera mitad de la década— una tendencia a la disminución del consumo sectorial que lo ubica hacia 2000 en torno a un quinto del total.

por Oxman (1961) y CIDE (1965), dado que la implementación del Balance Energético Nacional implicó la adopción de una metodología global.

53 En un estudio clásico sobre la energía en América Latina, producido hace ya más de cincuenta años, se señalaba: «En la universalidad de su uso [la energía] constituye un elemento fundamental del bienestar, además de un ingrediente del proceso productivo. Por ello, en un primer planteamiento del tema, es muy conveniente distinguir entre la energía que se emplea como factor de producción y la que llega directamente a manos de la colectividad como servicio de consumo» (CEPAL, 1956:40).

54 Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (<http://www.inape.gub.uy/web_dinara>).

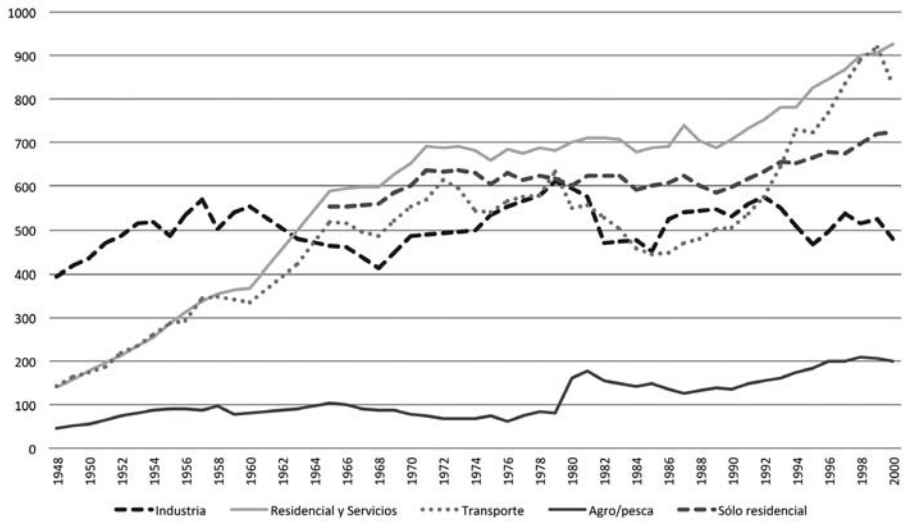


**Gráfico 12.** Consumo de energía final por sector económico (kTEP).
*Fuente: Cuadro 5 del Anexo Estadístico*

Los estudios sobre la industrialización uruguaya destacan el carácter excepcional del crecimiento sectorial en la segunda posguerra. Bértola (1991: 205) ha estimado una tasa de 9% anual para 1943-1954, que se incrementa a 10,8% si se considera el período dorado del sector entre 1947-1954, pero que incluso se mantiene en 6,6% si el período considerado es 1948-1957. Cuando se compara esta dinámica con la del consumo de energía (Cuadro 6), se constata una caída de la intensidad energética del sector o, lo que es lo mismo, un incremento significativo de la eficiencia energética. Esta tendencia se mantiene en la década siguiente, pero en un escenario de crecimiento cero del producto manufacturero, lo que debería interpretarse como un ajuste en términos energéticos. Desde entonces, la intensidad energética del sector no tiene una tendencia definida, manteniéndose relativamente estable, aunque entre fines de los años setenta y comienzos de los ochenta y también en el último lustro del siglo, se ubique algo por debajo de la media.

El análisis del consumo final de energía por el sector transporte se enfrenta, como fue adelantado, con el problema de que incluye el consumo de energía por vehículos particulares. Éstos no son utilizados como factor de producción en la generación de valor y por lo tanto la energía utilizada debería computarse como uso final y no como insumo. Por esta razón la relación entre consumo de energía y evolución de la actividad sectorial (PBI del transporte) no puede tomarse como indicador de intensidad energética sectorial.[55] En la perspectiva analítica definida al comienzo de este apartado, en

55 En Bertoni *et al.* (2010) se estima, con datos obtenidos del MTOP y de las intendencias, el número de vehículos automotores particulares; obteniéndose que ellos representan 63% del parque que consume *gas oil* y 94% del parque vehicular que consume nafta. No obstante, es temerario arriesgar cifras sobre el consumo de combustibles.

que se considera relevante el uso de la energía, el problema de no poder desagregar este consumo no es menor, ya que una parte —que no conocemos—, del consumo de energía para el transporte debería imputarse al sector residencial.

| Cuadro 6. Uruguay. Consumo de energía final por sectores. Tasas de crecimiento (%) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Industria | Residencial y servicios | Transporte | Agro/pesca | *Total* |
| 1948-1957 | 4,2 | 10,3 | 10,2 | 7,6 | *7,1* |
| 1957-1965 | -2,5 | 7,2 | 5,3 | 2,0 | *2,8* |
| 1965-1981 | 1,4 | 1,2 | 0,4 | 3,5 | *1,2* |
| 1981-1991 | -0,3 | 0,3 | -0,3 | -1,9 | *-0,2* |
| 1991-2000 | -1,7 | 2,6 | 5,0 | 3,5 | *2,4* |
| Fuente: Cuadro 5 del Anexo Estadístico | | | | | |

Como surge de la información resumida en el Gráfico 12 y en el Cuadro 6, el consumo de energía para el transporte tuvo un crecimiento explosivo entre 1948 y 1957, se mantuvo creciendo —aunque a una tasa menor— en los años sesenta, pero desde entonces fue muy fluctuante (cayendo la tasa promedio a 0,4% entre 1965 y 1981). Los años ochenta fueron de profunda caída del consumo y lenta recuperación, pero en la última década del siglo se dispara el uso de energía por el sector (5% acumulativo anual entre 1991 y 2000), llegando a competir con el sector residencial como principal demandante de energía.

Finalmente, el comportamiento de la categoría «consumo residencial y servicios» fue decisivo en el cambio de estructura del consumo final de energía. Creció a una tasa superior a 7% entre 1948 y 1972, con lapsos en los que el incremento promedio anual superó el 10% (1948-1957). Esto hizo que pasara de 1/5 a 1/3 del total, convirtiéndose en el principal sector consumidor. Después de un período de estancamiento en las décadas de 1970 y 1980, muestra un crecimiento importante en la última década del siglo.

## Contribución sectorial al consumo final de energía

Una vez descrito el comportamiento del agregado energético neto y la evolución particular de los cuatro sectores identificados, corresponde discutir cuáles fueron las contribuciones sectoriales a la evolución del consumo total. Un sencillo ejercicio de descomposición permite observar cuánto de la variación global del consumo está determinado por la evolución de cada sector. En el Cuadro 7 se presentan los resultados: la primera columna registra la variación punta a punta del consumo de energía final, ese valor es la suma de los aportes porcentuales de los cuatro sectores. Se utiliza un sombreado para destacar cuáles son aquellos comportamientos sectoriales que más inciden de la variación total en cada período.

Obsérvese que el extraordinario incremento de 131% del consumo de energía final entre 1948 y 1966 deviene fundamentalmente del crecimiento del consumo en el sector residencial y servicios que aporta 62,8 puntos porcentuales y del sector transporte

que aporta 51,4 puntos. Es decir estos dos sectores explican más del 87% del comportamiento del consumo global. Es necesario enfatizar en que dentro del sector transporte se registra consumo de vehículos particulares. Si, además consideramos que por extrapolación de la información que ofrece el Balance Energético Nacional, el peso del consumo residencial en la categoría «residencial y servicios» podría estimarse en más de 90%, es posible afirmar que el consumo de los hogares explicaría más de la mitad del incremento total del consumo de energía neta en Uruguay en el período considerado.

| Cuadro 7. Descomposición del comportamiento del consumo total de energía final por sectores | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Variación total en el período | Aporte en puntos porcentuales a la variación total por sector | | | |
| | | Industrial | Residencial y servicios | Transporte | Agro/pesca |
| 1948-1966 | 131,0% | 8,9% | 62,8% | 51,4% | 7,8% |
| 1966-2000 | 46,1% | 1,3% | 19,8% | 19,1% | 5,9% |
| 1948-1957 | 85,3% | 24,2% | 27,4% | 27,8% | 5,8% |
| 1957-1965 | 25,1% | *-7,9%* | 18,8% | 13,1% | 1,1% |
| 1965-1972 | 11,3% | 1,8% | 5,8% | 5,7% | *-2,0%* |
| 1972-1981 | 9,4% | 4,9% | 1,4% | *-3,5%* | 6,6% |
| 1981-1985 | *-17,2%* | *-7,4%* | *-1,4%* | *-6,7%* | *-1,7%* |
| 1985-1999 | 49,4% | 4,4% | 13,1% | 28,5% | 3,4% |
| Fuente: Cuadro 5 del Anexo Estadístico | | | | | |

En el último tercio del siglo XX (1966-2000) el incremento global fue de 46,1%, una vez más los sectores «residencial y servicios» y «transporte explican» el 84% de esa variación, repartiéndose ese aporte por mitades.

Cuando se analizan algunos subperíodos, como los definidos en el Cuadro 7, afloran más elementos interesantes para comprender la dinámica del consumo energético. Así, surge que los dos sectores ya señalados como responsables del comportamiento global en el largo plazo, fueron determinantes de todas las fases de crecimiento detectadas, con excepción del período 1972-1981, en que el consumo de los sectores industrial y agro/pesca explican prácticamente todo el incremento. También resulta importante señalar que entre 1948 y 1957 el sector industrial contribuye de forma significativa a la interesante dinámica de crecimiento del consumo total y en un nivel similar a los sectores «residencial y servicios» y «transporte».

Resulta significativo del carácter profundo y global de la crisis que vivió Uruguay en la primera mitad de los años ochenta, reflejado en los registros negativos en todos los sectores consumidores de energía final, aunque la industria y el transporte fueron quienes más afectados se vieron por la recesión.

En síntesis, el consumo del sector residencial (hogares) en primer término y el sector transporte en segundo lugar explicarían el crecimiento del consumo de energía final en los años cincuenta, sesenta y noventa. En esta última década el comportamiento del sector transporte es el que más explica el desempeño global, pero también el sector

servicios realiza su aporte como resultado de la demanda energética originada en el subsector de grandes superficies (supermercados y centros de compras) por sus equipamientos de acondicionamiento térmico.[56]

El sector industrial sólo contribuye con un aporte significativo hasta mediados de los años cincuenta y en los setenta. Finalmente el sector agro-pesca participa modestamente pero mostraría una dinámica de crecimiento en los noventa; debe tenerse en cuenta que el salto que se aprecia en 1979 se debería a la incorporación del subsector pesca que durante la dictadura tuvo un crecimiento muy importante.

Como corolario de este apartado se considera necesario reafirmar la idea de que la demanda sectorial de energía final debe complementar el análisis de consumo de energía primaria, pues el destino de la energía (insumo o bien final) es relevante a los efectos de entender la evolución de la intensidad energética en el largo plazo, así como para visualizar cuál es el objetivo del esfuerzo energético que realiza el país y qué retornos en términos económicos reporta el uso de la energía. Esto último, en un país que depende dramáticamente de la importación de combustibles fósiles —como Uruguay—, impacta directamente en la sostenibilidad del modelo energético vigente.

La transición de las fuentes tradicionales a las modernas significó para Uruguay un incremento dramático de la dependencia energética al traducirse en un importante esfuerzo importador, como se verá en el Capítulo 5. El otro hecho estilizado que completa el modelo energético a partir de mediados del siglo XX es la residencialización del consumo, lo que habría implicado una relativa autonomía de los niveles de consumo energético respecto de las actividades productivas. Para ilustrar la magnitud de este fenómeno se utilizó como indicador la cantidad de energía consumida por el sector residencial y servicios en relación al PBI, como una aproximación a lo que podría definirse como la «intensidad energética de los hogares».[57] En el Gráfico 13 se puede observar la evolución de este indicador, quedando de manifiesto la dramática intensificación del consumo energético de los hogares en las dos décadas posteriores a la Segunda Guerra Mundial... Entre fines de los años cuarenta y mediados de los años sesenta se triplican los valores del indicador estabilizándose en ese nivel hasta comienzos de la década siguiente; a partir de entonces la tendencia es a la reducción de la intensidad energética.

Importa enfatizar que entre 1945 y 1955 la economía uruguaya crece a una tasa promedio de 6% acumulativo anual, mientras que desde mediados de los años cincuenta y a lo largo de una década, vive un fenómeno de estancamiento y fuertes desequilibrios macroeconómicos. En el primer período el consumo energético de los hogares se habría incrementado acompañando la dinámica productiva un 44%, entre 1948 y 1957. Pero también en el período de estancamiento tuvo un fuerte crecimiento (85%

56 Debe aclararse que en el sector transporte se incluyen actividades de almacenamiento y logística, especialmente vinculadas al puerto de Montevideo.

57 Una vez más debe advertirse que no ha sido posible desagregar el consumo residencial, pero el mismo representaría más de 90% de la categoría residencial y servicios. También debe recordarse que no se incluye en el consumo residencial la energía utilizada para mover los vehículos particulares.

entre 1957 y 1968) ¿Cómo explicar esta «desconexión» entre la actividad económica y el consumo de energía residencial?

**Gráfico 13.** Consumo de energía final por sector residencial y servicios por unidad de PBI (TEP por millón de US$ de PBI).
*Fuentes: Cuadros 3 y 5 del Anexo Estadístico*

En la década posterior a la Segunda Guerra Mundial el ingreso *per cápita* en Uruguay se incrementó más de 50%, en el marco del modelo de crecimiento introvertido que además habría conseguido reducir los niveles de inequidad (Bértola, 2005:28). La sociedad uruguaya habría modificado sus pautas de consumo, incorporando las familias bienes durables (especialmente la línea blanca de electrodomésticos y automóviles) y ampliando el uso de otros artefactos domésticos (Bertoni, 2002; Bertoni *et al.*, 2008).

El escenario se completa si se tiene en cuenta que se trata de un período de petróleo barato a nivel internacional y que, a nivel interno, los precios de la energía eran precios administrados, tarifas fijadas por el Poder Ejecutivo e implementadas a través de las dos empresas públicas que detentaban el monopolio de la producción de los combustibles líquidos (ANCAP) y de la energía eléctrica (UTE). Más allá de que a lo largo de los años sesenta se alzaron voces discrepantes, el modelo de desarrollo vigente concebía a la energía como parte de los bienes y servicios pasibles de ser subsidiados, para contribuir al bienestar de la sociedad... el costado energético de los problemas de sostenibilidad de la «Suiza de América».

## Una contribución desde la matriz de insumo-producto

La evidencia discutida hasta ahora se basa casi exclusivamente en información expresada en unidades físicas y sólo marginalmente se ha echado mano a variables monetarias para la construcción de algún indicador específico como la intensidad energética. Esta sección se plantea utilizar una herramienta del análisis económico, como lo es la matriz insumo-producto, para contribuir a la discusión sobre las características del

sistema energético uruguayo en un período clave, como fue definido aquel que transcurre en las dos décadas siguientes a la Segunda Guerra Mundial.

El BROU, publicó en 1965 la primera estimación de las «Cuentas Nacionales», con información sobre el período 1955-1963. Para esta labor se elaboró la matriz insumo-producto correspondiente al año 1961. La información allí registrada ofrece una fotografía de las transacciones intersectoriales permitiendo un análisis del rol de la energía en el desempeño sectorial y en particular volver —desde otro ángulo— a discutir el fenómeno de la residencialización del consumo.

En el Cuadro 8 puede apreciarse, según la matriz insumo-producto, cómo se habría distribuido el valor bruto de producción del sector energético en 1961, sin considerar el consumo de energía por el propio sector. La demanda final habría dado cuenta del 44% y en este valor, el consumo personal de energía alanzaría al 90%. Esto implicaría que más de 1/3 del VBP del sector energético habría sido consumido por los hogares.

El sector manufacturero adquirió como insumo para su actividad algo más de 1/5 del total, destacándose como las ramas más demandantes —alimentos y bebidas, y materiales de construcción— que sumaban el 50% del sector. Por su parte, el sector transporte y servicios es el destino de más de 1/4 del valor bruto de producción energético, incluyéndose en él «Almacenamiento» y «Comunicaciones».

Esta estructura del uso del VBP energético confirmaría para un momento clave en la «historia energética» del Uruguay, un temprano proceso de residencialización del consumo, coincidente con un nivel de ingreso relativamente alto de la sociedad uruguaya, en el contexto de un proceso de industrilización trunco.

| Cuadro 8. Destino sectorial del Valor Bruto de Producción (VBP) del sector energético valores corrientes (%) | |
|---|---|
| | Porcentaje del total sin considerar al propio sector energético |
| Discriminación DDA intermedia (55,6%) | |
| Sector Agropecuario | 4,2 |
| Industria Manufacturera | 21,6 |
| Industria de la Construcción | 2,4 |
| Transporte y Servicios | 27,4 |
| Discriminación DDA Final (44.4%) | |
| Consumo personal | 39,7 |
| Otros | 4,7 |
| Fuente: Cuadro 6 del Anexo Estadístico | |

## Claves para entender el modelo energético uruguayo en el largo plazo

El consumo de energía primaria en Uruguay, luego de un período de virtual estancamiento durante la primera mitad del siglo XX, muestra un incremento muy importante en las décadas siguientes a la Segunda Guerra Mundial. El primer fenómeno se asocia a la sustitución de energía tradicional por energía moderna, el segundo a un acelerado aumento del consumo de energías fósiles e hidroelectricidad.

La transición energética significó, por tanto, la sustitución de energías autóctonas (leña y energía muscular animal) por energéticos importados. Ello indujo a niveles crecientes de dependencia energética, fenómeno que culminó hacia los años cincuenta.

El destino de los flujos energéticos es fundamental para entender los modelos energéticos. En el caso de Uruguay, se asiste a una acelerada residencialización del consumo, lo que desvincula a buena parte de dichos flujos de las actividades productivas. La evolución de la intensidad energética refleja esa tendencia.

Los relativamente altos niveles de ingreso de los hogares uruguayos, resultado en buena medida de compromisos institucionalizados en el mercado de trabajo y un «modelo de bienestar» de corte universalista, están en la base del proceso de residencialización observado.

Como se verá en el Capítulo 5, la confluencia de dependencia energética y residencialización del consumo hicieron que el esfuerzo energético importador adquiriera características inusuales.

# Anexo A. Metodología de construcción de la serie de consumo de leña

## Metodología de construcción de la serie de consumo de leña en el largo plazo

Desde 1965 al final de la serie se reproduce la información suministrada por el *Balance Energético Nacional* de la DNETN del MIEM (<www.dnetn.gub.uy>).

### *La construcción de «benchmarks»*

Dada la ausencia de información para el período anterior a 1965, se optó por construir *benchmarks* en aquellos años para los que se contaba con algún dato respecto al consumo de leña.

Los supuestos son explicitados en cada caso, así como los criterios de estimación.

### *Benchmark I (1940)*

Se asumió que la información suministrada por Chavez Imizcoz y López,[58] en la *I Conferencia Nacional sobre aprovechamiento y racionalización en el empleo de los combustibles*, es una aproximación razonable al consumo de Leña y Carbón de Leña en el país hacia 1940.

Se estima que el consumo de energía primaria de origen vegetal (leña) para 1940 es igual a la cantidad consumida de leña según Imizcoz y López más la cantidad de leña necesaria para producir el carbón de leña estimado (50.000 T). Dado que las cifras manejadas por Imizcoz y López serían de consumo, se desestimó la metodología del «consumo aparente» para el cálculo.

A los efectos de obtener una aproximación al consumo sectorial, para ser aplicada a períodos anteriores, siguiendo al *Censo Industrial de 1936*, se asumió que el consumo por el sector manufacturero de combustibles vegetales —en dicho año— era equivalente a los valores censados.

Se supuso para 1940 un consumo de Leña y Carbón de Leña por parte de la industria manufacturera igual al de 1936 y se adoptó la estructura de consumo (hogares-industria) que deriva de aplicar aquellos guarismos.

En función de ello se estimó la participación del sector manufacturero en un 55% del total del consumo de Leña y un 2,6% del total del consumo de Carbón de Leña.

### *Benchmark II (1934-36)*

Se cuenta con información del consumo de kerosene y carbón de leña por una familia tipo (pareja y dos hijos menores) en Montevideo.[59]

Se aproxima el total de consumo de carbón de leña a través del número de viviendas nucleadas que estima la CIDE para 1930.

Se suma al carbón vegetal «residencial» el consumo industrial asumiendo la estructura de consumo de 1936.

Se estima el consumo final de Leña suponiendo que se mantiene la relación leña-carbón de leña de 1940 (2/3).

Se calcula el total de Energía Primaria consumida estimando la cantidad de leña necesaria para producir el carbón de leña consumido, descontado el carbón de leña importado y sumándola al consumo final de leña.

---

58 Chavez Imizcoz, E. y López, E. (1943). «Explotaciones forestales en gran escala para elaborar carbón de leña»; en Instituto Sudamericano del Petróleo (ISAP), Sección Uruguaya (1943-1944). Memorias presentadas a la *1ª Conferencia Nacional sobre aprovechamiento y racionalización en el empleo de los combustibles*. Tomo I, Impresora Uruguaya SA, Montevideo, pp. 95 y ss.

59 *Síntesis Estadística* de la Dirección General de Estadística (1934)

*Estimaciones para 1928, 1910, 1900, 1890 y 1882*

Cambia la metodología. Para todos esos años se cuenta con información sobre la importación de carbón de leña.

Se asume que el carbón de leña importado mantiene la proporción respecto al consumo total de carbón de leña, tomando como base el promedio de 1934-36.

A partir de ello, en cada uno de los años señalados, se calcula el promedio trienal de importaciones de carbón de leña. Se estima el carbón de leña doméstico:

CLD = 1 – CLI

Donde CLD es «carbón de leña doméstico» y CLI es «carbón de leña importado».

Se considera constante la relación entre consumo de carbón de leña y Leña, tomando como base el año 1940.

Se calcula el total de Energía Primaria consumida estimando la cantidad de leña necesaria para producir el carbón de leña consumido, descontando el carbón de leña importado y sumando el consumo de final de leña.

*Armado de la serie*

Habiendo construido datos de consumo de leña para los años 1882, 1890, 1900, 1910, 1928, 1934/36 y 1940 y contando con estadísticas oficiales desde 1965, se realizó interpolación lineal para contar con una serie anual.

*Factores de conversión*

La heterogeneidad de la información obtenida en las distintas fuentes utilizadas hizo muy difícil compatibilizar los datos, especialmente por las distintas unidades utilizadas. Una ardua labor de búsqueda permitió manejar los siguientes factores de conversión:

1 m3 leña = 749 Kg leña (Rubbo y López, Instituto Sudamericano del Petróleo-ISAP Sección Uruguaya, 1943-1944)

1 estéreo ó esterio de Leña = 0,6 m3 ó 500 kg de leña (aunque en volumen representa la leña que ocupa 1 m3, habida cuenta de los vacíos, representa alrededor de 0,6 m3 o 500 kg de madera, con un contenido energético las 1.500 kvh (<http://www.caloryfrio.com/diccionario-tecnico-profesional/e/estereo.html>).

7 Ton leña = 1 Ton Carbón de Leña (Labraga *et al.*, 1991)

1 Ton Carbón de Leña = 25 hl de Carbón de Leña (Rubbo y López, Instituto Sudamericano del Petróleo-ISAP Sección Uruguaya, 1943-1944)

1 Ton leña = 0,27 TEP (Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear-Uruguay)

1 Ton Carbón de Leña = 0.75 TEP (Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear-Uruguay)

# Anexo B. Energía muscular animal

## La «energía tradicional» en Uruguay. Los bueyes y caballos como convertidores (1882-2000)

(Informe de Avance, versión preliminar)

Reto Bertoni
Valentina Cancela
PHES-UM-FCS
Udelar

*Introducción*

La discusión sobre la relación entre energía y desarrollo con una perspectiva de largo plazo, exige incorporar la totalidad de las fuentes energéticas utilizadas por las sociedades para satisfacer sus necesidades, especialmente las energías tradicionales de carácter orgánico (fuerza humana, fuerza animal, leña, el viento y la fuerza hidráulica directa). La inclusión de estas formas de energía tiene un impacto crucial en las conclusiones que se derivan de la relación entre economía y energía en el largo plazo.[60] Este tópico ha estado en el centro de los debates sobre la presencia de la «Environmental Kuznets Curve».

Es que hasta la revolución industrial, el sistema energético de las sociedades humanas estuvo basado principalmente en tres fuentes de origen vegetal (el alimento de personas, el forraje para los animales y la leña) y, aunque en menor medida, en la energía hidráulica y eólica.[61]

En Europa, los trabajos de A. Kander y de la red «Long-term Energy- Growth» (LEG-network)[62] han permitido avanzar en la definición de una metodología común para estimar aquellas formas de energía que, antes de que las fuentes fósiles dominaran el escenario, suministraron a los seres humanos el calor, la luz y la fuerza motriz necesarias para su supervivencia y el desarrollo económico.[63]

En el caso de economías subdesarrolladas como las de América Latina, la importancia de la energía tradicional se prolonga en el tiempo y explica aún hoy, buena parte del desempeño económico y del bienestar colectivo.[64] En el caso concreto de Uruguay, la leña representa —aún en los albores del siglo XXI— casi 15% del total de la energía primaria registrada en el *Balance Energético Nacional* (MIEM-DNETN) y, como energía final, representa casi el 50% del consumo residencial y el 20% del consumo del sector industrial. En una mirada más larga,

60 Rubio, M. (2005) Energía, economía y $CO_2$: España 1850-2000. Cuadernos Económicos de ICE n.º 70.

61 Malanima, P. (2006) Energy crisis and growth 1650-1850: the European deviation in a comparative perspective. Journal of Global History (2006) 1, pp. 101-121.

62 The LEG network (Long-term Energy- Growth), with a hub at Lund University, aims at establishing a consistent long-run dataset (1800-2000) for energy, including traditional energy sources, based on comparable standards across an increasing number of European countries. The long term objective is to create a data-base on energy that will be openly available for researchers, and to shed light on the crucial issue of how important energy is for economic growth (<http://www.esf-globaleuronet.org/activities/research_areas/long_term_energy_and_growth>).

63 Kander (2002); Rubio (2005); Gales *et. al.* (2006); Lindmark (2007); Kander *et al.* (2008).

64 «In the 1980s, about 80% of the crop area in developed countries was cultivated by tractors; in developing countries about one-half was still worked by animals and one-quarter by manual labor. At this stage, an estimated two billion people world-wide still depended on animal power, and 25 million animal-drawn vehicles were used for transport» (Collins, 2009)

las estimaciones sobre el consumo de leña han permitido analizar la dinámica de la transición energética en perspectiva comparada (Rubio y Bertoni, 2008; Bertoni, Román y Rubio, 2008).

Los esfuerzos por incorporar nuevas estimaciones sobre consumo de «energía tradicional» y en particular la contribución de la fuerza muscular animal y la fuerza eólica a la oferta energética primaria, forman parte de un proyecto de investigación que se lleva a cabo en el Programa de Historia Económica y Social de la FCS de la Udelar. Los avances en esa dirección permitirán explicar mejor la evolución del consumo de energía y la transición energética en Uruguay.

Prácticamente no hay antecedentes de estudios académicos sobre el aprovechamiento de la fuerza muscular animal y de la energía eólica en perspectiva histórica. Sólo en el monumental trabajo de la CIDE se incluyó una aproximación al uso la energía eólica «para la elevación mediante molinos de viento de agua para viviendas rurales y ganado, y también en la generación de electricidad para consumo en iluminación y radio», cubriendo el período 1946-1963 (CIDE, 1965:8). Con respecto a «la energía animada para usos rurales», la CIDE desistió de incorporar cifras debido a su difícil evaluación; no obstante, en la publicación se hace mención a una estimación (inédita) del Ing. Oscar Maggiolo (CIDE, 1965:11).

En este trabajo se realiza un intento por estimar el uso de la fuerza muscular animal, utilizando una metodología similar a la empleada por los investigadores de la LEG-network; se discuten los resultados obtenidos y se procede a incorporar esta nueva información a la serie estimada de consumo de energía primaria (Bertoni y Román, 2008), analizando los cambios que se producen en el agregado.

## Bueyes y equinos: convertidores orgánicos

La posibilidad de los seres humanos de usar animales para cargar bultos y para tirar de arados, carros, carretas u otros carruajes, se remonta a más de 5.000 años atrás. El hombre también ha aprovechado la fuerza animal como medio de transporte individual (caballos, mulas, camellos, etcétera). A través de un largo proceso, que incluyó importantes innovaciones técnicas, se logró mejorar la eficiencia en el uso de la «energía animada para usos rurales» y también en la tracción de vehículos de transportes de carga y pasajeros. Debería esperarse al siglo XIX para que, de la mano del carbón y del petróleo, máquinas inanimadas sustituyeran progresivamente a aquella fuerza animal en una serie de trabajos. Pero, el ritmo de la sustitución y su profundidad, variaron mucho según las regiones del mundo.

Cuando se utiliza el trabajo de los animales, éstos se conciben como convertidores orgánicos de una forma de energía en otra. En tal sentido, no difieren conceptualmente de cualquier otra máquina que el hombre puede utilizar para generar trabajo. Desde esta perspectiva, podría definirse a los animales como máquinas vivientes que convierten energía química en fuerza motriz, representando esta última una forma de energía secundaria.[65] Para estimar la energía primaria que interviene en la generación de la fuerza muscular se calcula la energía contenida en el alimento consumido por el animal.

Dado que para poder trabajar, los animales deben estar vivos, en aquel cálculo debe incluirse la energía necesaria también en el período de descanso, ya que la misma constituiría un insumo básico para mantener y poder utilizar la «máquina». En síntesis, para estimar la energía primaria transformada es necesario calcular la cantidad de forraje utilizado en su alimentación. Para «medir», en términos agregados esa energía, debe tenerse en cuenta el número de animales, su tamaño, el tiempo de trabajo y la energía contenida en el forraje, aplicando el denominado *fodder input method* (Kander, 2002: 43).

65 La energía química es la energía del alimento que ellos consumen. Malanima, P. (1996) *Energia e crescita nell'Europa preindustriale*. Roma.

## Fuentes y decisiones metodológicas

En el caso de Uruguay, se tomó la decisión de estimar la energía consumida por caballos y bueyes, consideradas las especies que —de manera casi excluyente— fueron utilizadas por el hombre para realizar trabajo en su provecho. Los ámbitos donde se utilizó la fuerza animal trascienden a las tareas agrícolas en un sentido estricto, por lo que en la estimación realizada se pretende cuantificar también su importancia en el transporte de mercancías y de personas a través de vehículos de tracción a sangre.

La construcción de la base de datos correspondiente se llevó a cabo a partir de los censos agropecuarios y ganaderos. Los mismos se suceden con cierta regularidad —entre cuatro y ocho años— desde 1900 y de allí puede obtenerse información respecto a las existencias ganaderas. Pero, muy pocos indicios pueden encontrare sobre el uso de los animales como convertidores de energía. Sin embargo, es posible inferir —a partir de la clasificación del rodeo— cuáles son las categorías de animales que se utilizan para generar trabajo. De cualquier manera esta fuente informa de manera muy desigual de los rodeos bovino y equino.

Los bueyes son identificados en todos y cada uno de los relevamientos y, dadas las características de la explotación ganadera en Uruguay, se consideró que era la única categoría que podía considerarse como stock de máquinas vivientes, dentro del rodeo bovino.[66]

Con respecto al rodeo equino, en algunos de los censos sólo se ha registrado el total de animales, en otros se han definido distintas categorías en función de las características del animal (caballos, padrillos, yeguas, potros, potrancas) y en otros las categorías se definieron teniendo en cuenta la finalidad con que se utilizaba a los animales (tiro, silla, tiro y silla). Esto dificulta la elaboración de una serie homogénea del número de equinos aplicados a suministrar trabajo al hombre para arrastrar maquinaria agrícola, para tracción de carros, carretas u otros vehículos similares o para transporte individual.

Como fuentes complementarias fueron utilizados los *Anuarios Estadísticos* de la Dirección General de Estadística y los *Anuarios de Estadística Agrícola*. Se trata pues de fuentes oficiales. En futuros pasos de la investigación se prevé consultar publicaciones periódicas de la Asociación Rural del Uruguay (ARU) y de la Federación Rural (FRU), donde podría encontrase alguna información suplementaria que contribuyera a robustecer o relativizar los resultados obtenidos en esta primera aproximación. Para la discusión de las decisiones metodológicas fue de gran utilidad la consulta a algunos trabajos clásicos sobre el sector agropecuario uruguayo, entre ellos cabe destacar la *Historia Rural del Uruguay Moderno* de Barrán y Nahum, así como la *Historia Económica del Uruguay* del Instituto de Economía.[67]

Metodológicamente se aplicaron criterios y procedimientos de estimación de la LEG-network que utilizan por ejemplo Kander para Suecia, Rubio para España y Lindmark para Noruega, pero con las adaptaciones que el caso particular de Uruguay impone. Debe destacarse además que, en el caso de Uruguay, el objetivo es aproximarse al consumo de energía primaria por los animales utilizados para realizar un trabajo, más allá del sector económico y la finalidad del mismo. En este sentido se observa una diferencia sustantiva con el procedimiento de estimación que se lleva a cabo en el trabajo de Warde y Kander (2009: 4). Allí se pretende obtener una aproximación al consumo de energía de los animales de tiro en la agricultura europea, descartando por lo tanto, especialmente en el caso de los equinos, los animales utilizados para el transporte u otras actividades no vinculadas directamente a las tareas agrícolas. Además, en ese

66 Las vacas, que en otros países tuvieron importancia en las tareas agrícolas, no parecen haberla tenido en Uruguay, país ganadero por excelencia, donde los vientres representaban uno de los «bienes de capital» básicos —junto a la tierra— para el proceso de acumulación.

67 Barrán, J.P. y Nahum, B. (1967-1978); Millot, J. y Bertino, M. (1995).

trabajo se utiliza el concepto de «equivalent horses» para realizar el agregado de los diferentes animales de tiro, en el presente estudio se mantiene la estimación directa de la energía consumida por bueyes y caballos, como en Kander (2002).

En síntesis, el *fodder input method* captura la cantidad de energía necesaria para mantener y reproducir la capacidad de trabajo de los animales. El modelo puede sintetizarse de la siguiente manera:

> To calculate the primary energy of the fodder consumed by draught animals there is thus a need for information on the numbers of draught animals, how many days they worked during one year and how much they ate when they worked and when they rested (Warde y Kander, 2009: 16)

En este trabajo se tiene en cuenta, además, qué tipo de trabajo realiza el animal y, en función de ello, cuánto alimento necesita para reponerse (Kander, 2002).

En el caso de los bueyes, el modelo incorpora los denominados bueyes aradores (trabajo pesado) y los bueyes utilizados para otros trabajos (trabajo mediano) y se operacionaliza de la siguiente manera:

(1) $Ep_{ba} = (n_{ba}*wd_{ba}*fw_{ba}) + (n_{ba}*rd_{ba}*fr_{ba})$

La energía primaria consumida por los bueyes utilizados por el hombre para arar la tierra en un año ($Ep_{ba}$) es igual al número de bueyes aradores ($n_{ba}$) multiplicado por los días de trabajo ($wd_{ba}$) y por el alimento necesario para reponerse ($fw_{ba}$) más el número de bueyes aradores ($n_{ba}$) multiplicado por los días de descanso ($rd_{ba}$) y por el alimento necesario en descanso ($fr_{ba}$).

(2) $Ep_{bo} = (n_{bo}*wd_{bo}*fw_{bo}) + (n_{bo}*rd_{bo}*fr_{bo})$

La energía primaria consumida por los bueyes utilizados por el hombre para tracción de carretas u otros trabajos afines ($Ep_{bo}$) se calcula de la misma manera.

(3) $Et_b = Ep_{ba} + Ep_{bo}$

El total de la energía primaria consumida por los bueyes para realizar cualquier trabajo ($Et_b$) es igual a la suma de (1) y (2).

Para estimar la energía primaria consumida por los equinos se utilizó una metodología similar, pero se definieron tres modalidades de trabajo, identificadas como liviano (silla), mediano (tracción de vehículos) y pesado (tiro de arado). En cada caso se adjudicó las necesidades nutricionales con base en el trabajo de Kander (2002: 46), con algunos ajustes que se hacen explícitos más adelante.

(4) $Ep_{ea} = (n_{ea}*wd_{ea}*fw_{ea}) + (n_{ea}*rd_{ea}*fr_{ea})$

La energía primaria consumida por los equinos utilizados por el hombre para arar la tierra en un año ($Ep_{ea}$) es igual al número de equinos aradores ($n_e$a) multiplicado por los días de trabajo ($wd_{ea}$) y por el alimento necesario para reponerse ($fw_{ea}$) más el número de equinos aradores ($n_{ea}$) multiplicado por los días de descanso ($rd_{ea}$) y por el alimento necesario en descanso ($fr_{ea}$).

(5) $Ep_{et} = (n_{et}*wd_{et}*fw_{et}) + (n_{et}*rd_{et}*fr_{et})$

La energía primaria consumida por los equinos utilizados para tracción de vehículos ($Ep_{et}$) es igual al número de equinos de tiro ($n_{et}$) multiplicado por los días de trabajo ($wd_{et}$) y por el alimento requerido para esa actividad ($fw_{et}$) más el número de equinos de tiro ($n_{et}$) multiplicado por los días de descanso ($rd_{et}$) y por el alimento necesario en descanso ($fr_{et}$)

(6) $Ep_{es} = (n_{es}*wd_{es}*fw_{es}) + (n_{es}*rd_{es}*fr_{es})$

La energía primaria consumida por los equinos utilizados para andar (silla) ($Ep_{es}$) es igual al número de equinos de silla ($n_{es}$) multiplicado por los días de trabajo ($wd_{es}$) y por el alimento

requerido para esa actividad ($fw_{es}$) más el número de equinos de silla ($n_{es}$) multiplicado por los días de descanso ($rd_{es}$) y por el alimento necesario en descanso ($fr_{es}$)

(7) $Et_e = (4) + (5) + (6)$

La energía primaria total consumida por los equinos ($Et_e$) es la suma de la energía requerida por las tres categorías identificadas (aradores —ea-, tiro —et- y silla —es-).

Finalmente, para obtener la totalidad de la energía primaria utilizada para generar la energía muscular animal se suma los requerimientos de bueyes (3) y equinos (7):

(8) $Et_{ema} = (3) + (7)$

Para llevar a cabo los cálculos se asumieron una serie de supuestos en cuanto al número y tamaño de los animales, el tipo de trabajo realizado y los días del año en que fueron utilizados. Con base en Kander (2002) se consideró que cada unidad de forraje contiene 3.000 kcal y se calculó el consumo de forraje en función del tipo de trabajo realizado.

*Los bueyes*

El número de bueyes de trabajo se estimó como el 80% del total del rodeo, considerando que el resto (20%) se había retirado de esa función y se hallaba en engorde para su faena. Este supuesto, propuesto por Kander, resulta aceptable al aplicarlo a la realidad uruguaya cuando se observa el número de bueyes registrados para faena por año en la tablada (mercado de haciendas de Montevideo).

Para calcular el número de bueyes aradores se proyectó hasta 1916 su participación en el rodeo en 1892, año para el que se cuenta con esa información. A partir de 1924 se supone que el 50% de los bueyes son aradores y en 1930 el 66%. Esta decisión está fundada en la información referente a la expansión del los vehículos (camionetas y camiones) en la segunda mitad de los años veinte. Entre 1930 y 1956 se aplica interpolación lineal a los aradores. Se consideró que la disminución de los bueyes se debió exclusivamente a la caída de su uso en otros trabajos (bueyes no aradores) y se supuso que en la segunda mitad del siglo estos animales sólo se utilizaron para el laboreo de la tierra (aradores), pues camiones y camionetas (así como los carros tirados por caballos) habrían sustituido definitivamente a las carretas de bueyes. Asimismo, la disminución de los bueyes aradores se asociaría al avance de la mecanización del agro uruguayo, limitándose el uso de la fuerza animal para labores rurales a los pequeños predios de producción familiar.

En cuanto al tamaño de los bueyes, se consideró un promedio de 350 kg. La decisión tuvo como fundamento que el peso de los bueyes para faena (después de un par de años de «engorde») oscilaba en torno a los 500-550 kg.

Finalmente, el supuesto para definir los días de trabajo de los bueyes aradores fue que el laboreo de la tierra insumía noventa días al año y consistía en trabajo pesado; mientras tanto, en otros trabajos se habrían utilizado durante 120 días al año y se definió como trabajo mediano. Se estimó la energía contenida en el alimento necesario para reponer fuerzas para esos tipos de trabajo y, para el resto del año, se calculó una cantidad de forraje de la supervivencia (Kander, 2002: 46).

Para el cálculo final de la energía primaria utilizada por los bueyes se utilizó la siguiente tabla:

| Necesidades alimenticias de bueyes de trabajo (unidades de forraje de 3000 Kcal / día) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Subsistencia | Trabajo liviano | Trabajo medio | Trabajo pesado |
| Bueyes 350 Kg | 2,5 | ... | 6 | 8 |
| Fuente: elaboración propia con base en Kander (2002: 46) | | | | |

*Los equinos*

La heterogeneidad del rodeo equino hizo más difícil aproximarse al número de animales de trabajo. Se desestimaron a tales fines los potros, potrillos y potrancas y también se eliminó anualmente un número de yeguas que recibían padrillo, las «yeguas madres». Al número resultante se le dedujo 10% por concepto de animales viejos o eventualmente «fuera de uso», obteniéndose así los «equinos de trabajo». El Censo Agropecuario de 1937 discrimina a las distintas categorías del rodeo de manera detallada, representando por tal motivo un mojón importante desde el punto de vista de la información.

El segundo paso consistió en distribuir esa población de equinos de trabajo entre las tres categorías definidas según el tipo de trabajo realizado: aradores, de tiro y de silla. En este caso, el *Censo Ganadero* de 1943 constituye un referente por la información que contiene.

Los equinos «aradores» se calcularon suponiendo que la participación de los mismos en el rodeo del año 1943 se mantuvo constante durante toda la primera mitad del siglo XX. Para 1956 se tomó el número del censo y a partir de entonces se supuso que disminuyeron a la misma tasa que los bueyes, tomando la variación de éstos.

El número de equinos de «silla» (caballos para monta) se calculó suponiendo que durante toda la primera mitad del siglo XX se mantuvo su participación en el rodeo de 1943. Entre 1956 y 1986 se cuenta con información sobre esta categoría en los censos agropecuarios y para 1990 y 2000 se estiman como 80% de los equinos de trabajo.

Los equinos de «tiro» (para carros y otros vehículos) se estimaron, para la primera mitad del siglo, aplicando el mismo porcentaje que representaban en el año 1943 entre los equinos de trabajo. En la segunda mitad del siglo XX se calcularon deduciendo del total de equinos de trabajo, el número de «aradores» y «silla».

Para considerar el tamaño de los caballos se ha tenido en cuenta que la mayoría del rodeo está compuesto por «caballos criollos» que son animales medianos por ello se adopta 300-350 kg como promedio de peso (Kander, 2002: 46).

En cuanto a los días de trabajo al año, se consideró que los equinos aradores realizaban un trabajo pesado durante noventa días en laboreo de las tierras (y eventualmente otros trabajos de «tiro»); los días de trabajo de los equinos de tiro para vehículos se fijaron en 120 días hasta 1951 y noventa días en el resto del siglo XX; y a los equinos de «silla» se les impuso 180 días de trabajo al año hasta 1946, noventa días desde entonces y sesenta días entre 1980 y 2000.

Para el cálculo final de la energía primaria utilizada por los equinos se utilizó la siguiente tabla:

| Necesidades alimenticias de equinos de trabajo (unidades de forraje de 3000 Kcal / día) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Subsistencia | Trabajo liviano | Trabajo medio | Trabajo pesado |
| Equinos 300-350 Kg | 3,4 | 4,5 | 6,5 | 8 |
| Fuente: elaboración propia con base en Kander (2002: 46) | | | | |

## Resultados

Los bueyes y equinos fueron animales de tiro que han contribuido a satisfacer las necesidades de fuerza motriz de la sociedad uruguaya, en labores agrícolas (especialmente tirando de arados u otras herramientas) y también para el arrastre de carros y carretas que trasladaban cueros y especialmente lana, pero también otras mercancías desde las zonas de producción a las de consumo, a las estaciones de ferrocarril o a los puertos para su acopio como paso previo a la exportación. Asimismo, en esos vehículos llegaban a las distintas regiones del interior del país

los bienes provenientes de los centros urbanos, para cubrir ciertas necesidades que no podían satisfacerse con la producción local. En el caso de los caballos también se utilizaron para transporte individual, como animales de monta.

La ausencia de información estadística con anterioridad a las últimas décadas del siglo XIX ha impedido, por el momento, realizar estimaciones de este tipo de energía más allá. Igualmente, los resultados aportan evidencia de importancia para la reconstrucción de la matriz energética en el largo plazo. Aplicando la metodología detallada en la sección anterior, ha sido posible estimar el *fodder input* para ambas especies desde 1892 y de los resultados obtenidos se deriva que la energía utilizada por caballos y bueyes para brindar fuerza motriz representaba 1/3 del total de energía primaria consumida en el país hacia 1900. Esta sección se dedica a presentar y discutir esos resultados.

*Bueyes*

En el Cuadro A.1. del Anexo Estadístico, se presenta la información que ha sido posible reconstruir para los bueyes. Obsérvese que se cuenta con 19 observaciones entre 1892 y 2000. A través de interpolación simple se ha construido una serie que abarca el período para el cual se cuenta con información de otras fuentes energéticas (1882-2000) y se ha procedido a graficar los resultados (Gráfico 1).

La energía consumida por bueyes, expresada en kilo toneladas de equivalente petróleo (ktep), como unidad común que permite agregar distintas formas de energía, muestra una tendencia creciente desde fines del siglo XIX hasta 1924 y una fuerte caída desde entonces. La tasa de crecimiento para el período 1882-1924 se ubicó en torno al 1% acumulativo anual. Aunque podría haber algún problema al compatibilizar los datos de los censos de 1908 y 1916, ello no incide de manera relevante en la tendencia descripta. Como resultado de esta dinámica el consumo de energía por parte de los bueyes trepó de unos 74 ktep a 110 ktep, en estos 42 años, incrementándose aproximadamente 48%.

El período 1924-2000 se caracteriza por un decrecimiento promedio anual de 4,3%, como resultado de lo cual hacia el final del período el consumo no alcanzaría a las 4 ktep.

Aunque es necesario profundizar en las condicionantes de este comportamiento, podría afirmarse que la fase de crecimiento estaría asociada con la expansión de la agricultura y al carácter familiar que habría revestido esta actividad en el período. Entre 1900 y 1930 la superficie cultivada pasó de 470.000 a 1:149.000 hectáreas, habiéndose concentrado ese crecimiento entre 1900 y 1908 y entre 1923 y 1930. Los predios eran pequeños, especialmente en las explotaciones hortifrutícolas, pero también aquellas dedicadas al cultivo de cereales.[68]

La fase de decrecimiento se explicaría por el avance de la tractorización del agro, asociada a una «nueva agricultura» en la que los cultivos agroindustriales cumplieron un rol clave (trigo, lino, cebada, girasol, etcétera), y también por la modernización del transporte de carga.

En lo que respecta al primer factor, el censo agropecuario de 1916 sólo registra 734 «motores para arar» (debiendo entenderse por tales los tractores a vapor), pero ya en el censo agropecuario de 1946 se registran 3.172 «tractores», en 1951 esta cifra se amplía a 13.258 y cinco años después se alcanza del número de 21.777.[69] En el mismo lapso (1924-1956), los bueyes aradores decrecieron 23%, pasando de 166.553 a 108.019 ejemplares.

68 Bertino, M.; Bertoni, R.; Tajam, H.; Yaffé, J. (2005) *Historia Económica del Uruguay, Tomo III: La economía del batllismo y de los años veinte*. Montevideo, Fin de Siglo, capítulo IV.

69 Censos Agropecuarios de cada año.

La modernización del transporte también incidió en la marginación de los bueyes. Las carretas y carros tirados por caballos siempre habían sido una alternativa a la yunta de bueyes, pero desde los años veinte los camiones y camionetas comenzaron a ocupar un lugar cada vez más importante y, después de la Segunda Guerra Mundial, su avance fue avasallante.

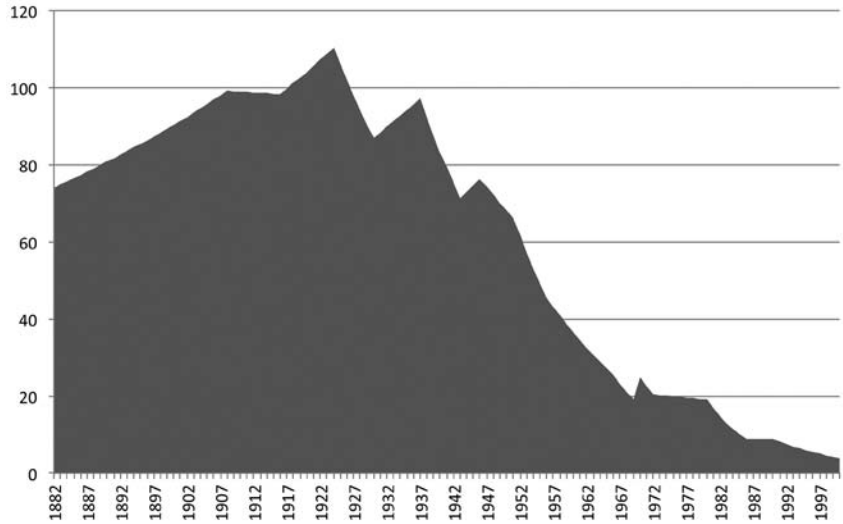


**Gráfico 1.** Uruguay. Energía consumida por bueyes (kTEP).
*Fuente: Censos Agropecuarios y Anuarios Estadísticos*

*Equinos*

En el Cuadro A.2. del Anexo Estadístico, se presenta la información que ha sido posible reconstruir para los equinos. En este caso se cuenta con 17 observaciones entre 1900 y 2000. Al igual que lo realizado con los bueyes, a través de interpolación simple se ha construido una serie que abarca el período para el cual se cuenta con información de otras fuentes energéticas (1882-2000) y se ha procedido a graficar los resultados (Gráfico 2).

Los equinos o yeguarizos han ocupado un lugar muy importante en la sociedad rural uruguaya, donde ser «hombre de a caballo» ha constituido un lugar común. Tanto para traslados por razones de trabajo, como teniendo por motivo el paseo, el caballo constituyó hasta muy cerca en el tiempo histórico, un medio de transporte individual de gran difusión. Hasta la primera década del siglo XX las caballadas fueron, además, un componente esencial de las guerras civiles que, aunque menos frecuentes desde los años setenta del siglo XIX, se mantuvieron como amenaza y como realidad hasta 1904.[70]

70 Debe señalarse que hasta la actualidad se realiza la cría de equinos para mantener «tropillas» destinadas a una actividad recreativa de gran difusión: las domas o criollas. Por tratarse de «potros» estos animales no forman parte del rodeo equino de trabajo, pero su manejo implica la utilización de caballos mansos.

Al uso como medio de transporte individual debe sumarse el papel de los equinos como fuerza motriz de carros, carretas, diligencias y otros vehículos de tracción a sangre. Incluso en la capital del país, los tranvías recién se electrificaron entre 1906 y 1910, siendo hasta entonces «tranvías de caballos».

Finalmente, en el laboreo de la tierra, el caballo representó una alternativa al buey, dado que su flexibilidad de ser utilizado para tiro o silla le otorgaba cierta ventaja sobre el otro convertidor orgánico. Buena parte de los arados de mancera y rastras fueron tiradas por caballos en los predios agrícolas en general y hortifrutícolas en particular.

El Gráfico 2 permite observar el nivel y la evolución de la energía consumida por los equinos de trabajo en el largo plazo. Ya a fines del siglo XIX el consumo era 50% superior al de los bueyes, en buena medida reflejo de que éstos últimos eran sólo un 60% de los caballos. Ese nivel más alto de consumo se mantuvo en el largo plazo y, si bien a partir de la segunda mitad de los años treinta del siglo XX, se aprecia una disminución de la energía utilizada por los equinos, al finalizar el siglo los caballos utilizaban tanta energía como los bueyes en el período de máximo consumo.

¿Cómo explicar la permanencia de los caballos como proveedores de fuerza motriz y, como consecuencia, consumidores de energía? Una primera explicación proviene del stock equino, mientras que el número de bueyes cae un 90% a lo largo del siglo XX, el de caballos muestra una caída de 21%. En segundo lugar, el caballo sigue suministrando un medio de transporte a muchas personas en el interior rural y también se mantiene como animal de tiro, inclusive en las ciudades.[71]

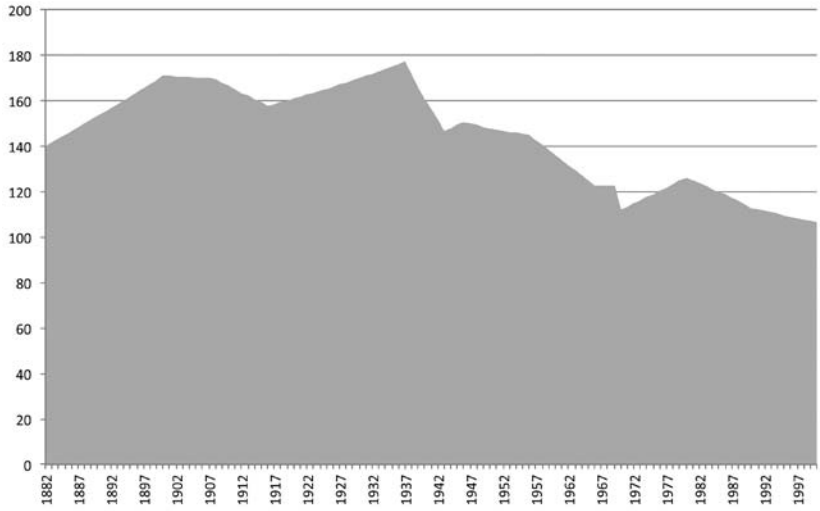


**Gráfico 2.** Uruguay. Energía consumida por equinos (kTEP).
*Fuente: Censos Agropecuarios y Anuarios Estadísticos*

### *Consumo de energía por los animales que trabajan para el hombre*

Al convertir a una unidad común los requerimientos energéticos de bueyes y caballos se puede sumar los mismos para obtener una aproximación a la energía utilizada, por la fuerza muscular animal para generar fuerza motriz. En el Cuadro A.3 del Anexo Estadístico se

71 En los albores del siglo XXI, en la capital del Uruguay, el número de «carritos» de tracción animal (caballos) se estima en 6.000, según la Intendencia Municipal de Montevideo.

presenta el cálculo de la energía primaria empleada para producir energía muscular animal para el período 1882-2000. Como era lógico esperar, luego de presentar las series de cada especie, el resultado muestra una tendencia creciente hasta los años treinta del siglo XX y una caída muy importante desde entonces (Gráfico 3).

Entre 1882 y 1924 el consumo de energía se incrementa a razón de 0,4% cada año, pasando de 214 a 274 ktep, aproximadamente. Desde mediados de los años treinta se hace notoria la caída del consumo por estos convertidores, observándose que, a comienzos de la década de 1970, se ha reducido a la mitad. Al finalizar el siglo XX no alcanza a 120 ktep.

Aunque debe interpretarse con mucha precaución los resultados obtenidos, corresponde llamar la atención sobre el incremento de la fuerza muscular animal en dos momentos particularmente complejos desde el punto de vista de la provisión de combustibles líquidos: la Segunda Guerra Mundial y la primera crisis petrolera. En el primer caso, predominaron los problemas de abastecimiento, en el segundo habría actuado el factor precio.

En el largo plazo, el comportamiento descrito conlleva una pronunciada pérdida de participación de esta fuente energética en el consumo total de energía primaria.

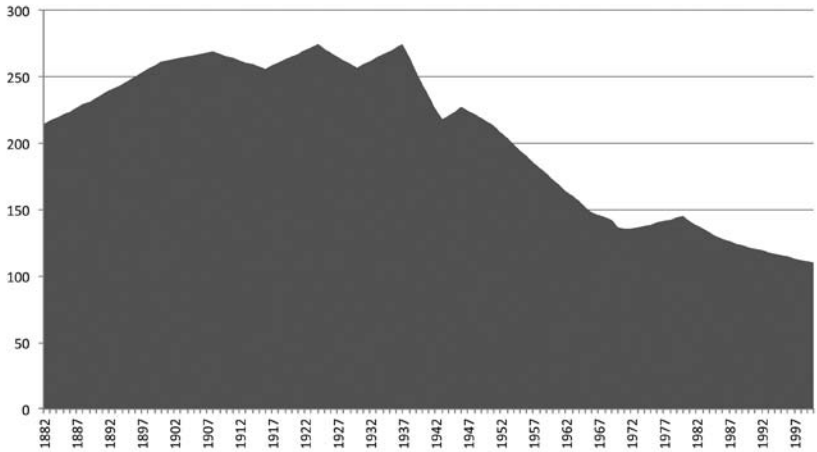


**Gráfico 3.** Uruguay. Energía primaria utilizada por los animales de trabajo (kTEP).
*Fuente: Censos Agropecuarios y Anuarios Estadísticos*

### *La nueva estimación del consumo de energía primaria*

En trabajos anteriores (Bertoni, 2002; Bertoni-Román, 2006 y 2008) se llevaron a cabo ejercicios para estimar el consumo de energía primaria en Uruguay en el largo plazo. Como un primer paso para incluir fuentes tradicionales, se agregó a los combustibles fósiles y a la hidroelectricidad, el consumo de leña. Aquel primer esfuerzo se ve complementado ahora con las estimaciones de la energía muscular animal, presentados en las secciones anteriores.

El nuevo agregado energético, cuya serie se encuentra en el Cuadro A.4 del Anexo Estadístico, se presenta en el Gráfico 4, junto a la anterior estimación. La escala logarítmica se utiliza para poder apreciar de manera intuitiva las tasas de cambio. La primera observación es que no se aprecian modificaciones importantes en la tendencia de largo plazo y en los cambios de la misma. Sí se observa un cambio de nivel que hasta promediar el siglo XX es significativo. El punto de partida es más alto, por esta razón la tasa de crecimiento de largo plazo del consumo de energía primaria cae de 2,7%

a 1,9% y, en consecuencia el resultado hacia 2000 es que ese consumo se multiplica por nueve y no por 22, como se desprendía de la anterior medición.

Más allá de diferentes niveles, en ambas series es clara la presencia de dos períodos de fuerte crecimiento del consumo de energía primaria en Uruguay: las últimas dos décadas del siglo XIX y las dos décadas siguientes a la Segunda Guerra Mundial. También se aprecia un período de estancamiento del consumo con fuertes fluctuaciones (1902-1946) y otro de crecimiento parsimonioso y también muy fluctuante en las últimas tres décadas del siglo XX.

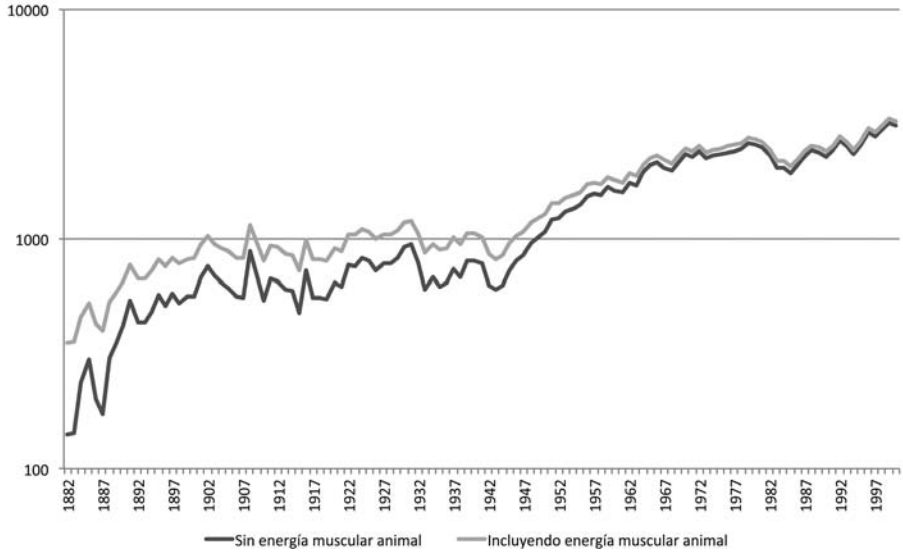


**Gráfico 4.** Uruguay. Consumo de energía primaria (kTEP) Escala logarítmica.
*Fuentes: Censos Agropecuarios y Anuarios Estadísticos y Bertoni-Román (2008).*

La nueva estimación podría estar capturando el consumo de una forma de energía muy asociada a la estructura productiva, predominantemente agropecuaria, del país de fines del siglo XIX y comienzos del siglo XX. Especialmente la energía consumida por los equinos contribuye a definir un escenario energético seguramente mucho más cercano a la realidad imperante en aquella época.

Obsérvese que la energía muscular animal, medida a través del *fodder input method*, habría representado la mitad del total de la energía primaria consumida en la década del ochenta del siglo XIX y, todavía 1/3 de la misma, en la década siguiente. Por esta razón la tasa de incremento promedio en el primer período (1882-1902) varía entre las dos series: 8,8% si no se considera la energía muscular animal y 5,5% si se incluye ésta.

Una diferencia menor se genera en el otro período de fuerte crecimiento del consumo de energía primaria. Entre 1946 y 1966 el diferencial en las tasas de crecimiento, excluyendo o incluyendo la energía muscular animal, se ubica en torno a un punto porcentual (5,1% y 4,1%, respectivamente).[72] Es que ya por entonces la transición energética a las formas de energía moderna provocaba una caída vertiginosa de la participación de esta fuente tradicional. En 1946 la energía consumida por caballos y bueyes representaba todavía 1/5 del total, hacia mediados de la década de los años sesenta su participación en el agregado energético había caído a 7%.

72 Si se considera el período 1946-1957, el auge del modelo de crecimiento introvertido de la posguerra en Uruguay, no se aprecia ningún cambio en el diferencial de las tasas.

En el período de estancamiento en el consumo de energía primaria en Uruguay, esto es entre 1902 y 1946, el comportamiento de ambas series es muy similar manteniéndose muy estable la brecha en torno a un valor de 0,27.

Finalmente, en el último tercio del siglo XX, no sólo las dos series se comportan de manera casi idéntica, sino que lo hacen prácticamente en el mismo nivel, reduciéndose la brecha a 0,05. La energía muscular animal ha dejado de constituir, definitivamente, una fuente significativa en el agregado energético.

| Energía primaria utilizada por bueyes | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Rodeo bovino | Bueyes/ total (%) | Número de Bueyes | Bueyes de trabajo | Bueyes aradores | Bueyes otros trabajos | Kcal alimento consumidas al año | kTEP al año |
| 1892 | 6.827.428 | 3,7% | 251.073 | 200.858 | 105.495 | 95.363 | 826.667.452.772 | 82,7 |
| 1900 | 6.827.428 | | 274.085 | 219.268 | 115.164 | 104.104 | 902.436.484.823 | 90,2 |
| 1908 | 8.192.602 | 3,7% | 301.276 | 241.021 | 126.589 | 114.432 | 991.963.214.685 | 99,2 |
| 1916 | 7.802.442 | 3,8% | 298.716 | 238.973 | 125.514 | 113.459 | 983.534.312.849 | 98,4 |
| 1924 | 8.431.613 | 4,0% | 333.105 | 266.484 | 166.553 | 99.932 | 1.102.744.102.500 | 110,3 |
| 1930 | 7.097.582 | 3,7% | 260.018 | 208.014 | 171.612 | 36.403 | 870.150.237.000 | 87,0 |
| 1937 | 8.296.890 | 3,5% | 293.501 | 234.801 | 150.412 | 84.388 | 972.459.007.046 | 97,2 |
| 1943 | 6.255.976 | 3,4% | 214.563 | 171.650 | 134.486 | 37.164 | 716.431.879.336 | 71,6 |
| 1946 | 6.820.939 | 3,4% | 229.617 | 183.694 | 127.366 | 56.327 | 762.972.581.602 | 76,3 |
| 1951 | 8.154.128 | 2,4% | 198.384 | 158.707 | 116.128 | 42.579 | 660.560.818.618 | 66,1 |
| 1956 | 7.433.138 | 1,8% | 135.024 | 108.019 | 108.019 | ... | 456.111.072.000 | 45,6 |
| 1961 | 8.792.428 | 1,2% | 102.361 | 81.889 | 81.889 | ... | 345.775.458.000 | 34,6 |
| 1966 | 8.187.676 | 0,9% | 75.872 | 60.698 | 60.698 | ... | 256.295.616.000 | 25,6 |
| 1970 | 8.563.747 | 0,9% | 73.699 | 58.959 | 58.959 | ... | 248.955.222.000 | 24,9 |
| 1972 | 9.272.651 | 0,7% | 60.519 | 48.415 | 48.415 | ... | 204.433.182.000 | 20,4 |
| 1980 | 10.658.256 | 0,5% | 56.330 | 45.064 | 45.064 | ... | 190.282.740.000 | 19,0 |
| 1986 | 8.921.683 | 0,3% | 26.242 | 20.994 | 20.994 | ... | 88.645.476.000 | 8,9 |
| 1990 | 8.228.561 | 0,3% | 26.311 | 21.049 | 21.049 | ... | 88.878.558.000 | 8,9 |
| 2000 | 10.137.957 | 0,1% | 11.608 | 9.286 | 9.286 | ... | 39.211.824.000 | 3,9 |

Nota: en la columna «número de bueyes» las cifras en cursiva son estimaciones. Para 1892 sólo se cuenta con la información de «bueyes aradores» y en 1900 no se registraron los bueyes. Las estimaciones tuvieron en cuenta el porcentaje de los bueyes en el rodeo bovino. Las otras decisiones metodológicas se presentan en la sección 2.
Fuentes: Censos Agropecuarios y Anuarios Estadísticos

| Energía primaria utilizada por equinos | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Equinos de Trabajo (número) | | | | Millones de kcal de alimento consumidas al año | | | Estimación en kTEP por año | | | |
| | Total | Tiro | Silla | Aradores | Tiro | Silla | Aradores | Tiro | Silla | Aradores | Total kTEP energía equinos |
| 1900 | 375.505 | 106.640 | 201.365 | 67.500 | 516.030 | 859.023 | 335.139 | 51,6 | 85,9 | 33,5 | 171,0 |
| 1908 | 372.199 | 105.701 | 199.592 | 66.906 | 511.487 | 851.461 | 332.189 | 51,1 | 85,1 | 33,2 | 169,5 |
| 1916 | 346.300 | 98.346 | 185.704 | 62.251 | 475.895 | 792.213 | 309.074 | 47,6 | 79,2 | 30,9 | 157,7 |
| 1924 | 360.419 | 102.356 | 193.275 | 64.789 | 495.298 | 824.512 | 321.675 | 49,5 | 82,5 | 32,2 | 164,1 |
| 1930 | 372.801 | 105.872 | 199.915 | 67.014 | 512.314 | 852.838 | 332.726 | 51,2 | 85,3 | 33,3 | 169,8 |
| 1937 | 388.974 | 110.465 | 208.588 | 69.922 | 534.539 | 889.836 | 347.161 | 53,5 | 89,0 | 34,7 | 177,2 |
| 1943 | 322.051 | 91.459 | 172.700 | 57.891 | 442.571 | 736.738 | 287.431 | 44,3 | 73,7 | 28,7 | 146,7 |
| 1946 | 330.411 | 93.833 | 177.183 | 59.394 | 454.060 | 755.864 | 294.893 | 45,4 | 75,6 | 29,5 | 150,5 |
| 1951 | 339.051 | 96.287 | 181.816 | 60.947 | 439.069 | 730.902 | 302.604 | 43,9 | 73,1 | 30,3 | 147,3 |
| 1956 | 337.470 | 94.440 | 200.280 | 42.751 | 430.644 | 805.124 | 212.259 | 43,1 | 80,5 | 21,2 | 144,8 |
| 1961 | 314.118 | 87.696 | 194.013 | 32.409 | 399.892 | 779.932 | 160.912 | 40,0 | 78,0 | 16,1 | 134,1 |
| 1966 | 290.387 | 67.677 | 198.141 | 24.569 | 308.607 | 796.526 | 121.987 | 30,9 | 79,7 | 12,2 | 122,7 |
| 1970 | 265.480 | 64.791 | 182.063 | 18.626 | 295.448 | 731.894 | 92.478 | 29,5 | 73,2 | 9,2 | 112,0 |
| 1980 | 309.813 | 51.519 | 244.174 | 14.120 | 234.925 | 957.405 | 70.107 | 23,5 | 95,7 | 7,0 | 126,2 |
| 1986 | 291.130 | 54.191 | 226.234 | 10.704 | 247.113 | 887.065 | 53.148 | 24,7 | 88,7 | 5,3 | 118,7 |
| 1990 | 277.940 | 47.473 | 222.352 | 8.115 | 216.477 | 871.841 | 40.291 | 21,6 | 87,2 | 4,0 | 112,9 |
| 2000 | 261.988 | 46.246 | 209.590 | 6.152 | 210.880 | 821.803 | 30.544 | 21,1 | 82,2 | 3,1 | 106,3 |

Nota: detalle de los supuestos para las estimaciones en la sección 2.
Fuentes: Censos Agropecuarios y Anuarios Estadísticos.

| Energía primaria empleada para producir energía muscular animal (1882-2000). Unidad: kTEP | | | |
|---|---|---|---|
| | Bueyes kTEP | Equinos kTEP | Total kTEP |
| 1882 | 74,0 | 140,1 | 214,1 |
| 1883 | 74,8 | 141,6 | 216,5 |
| 1884 | 75,7 | 143,2 | 218,9 |
| 1885 | 76,5 | 144,8 | 221,3 |
| 1886 | 77,3 | 146,4 | 223,8 |
| 1887 | 78,2 | 148,1 | 226,3 |
| 1888 | 79,1 | 149,7 | 228,8 |
| 1889 | 80,0 | 151,4 | 231,4 |
| 1890 | 80,9 | 153,1 | 233,9 |
| 1891 | 81,8 | 154,8 | 236,5 |
| 1892 | 82,7 | 156,5 | 239,2 |
| 1893 | 83,6 | 158,3 | 241,8 |
| 1894 | 84,5 | 160,0 | 244,5 |

| | Bueyes kTEP | Equinos kTEP | Total kTEP |
|---|---|---|---|
| 1895 | 85,4 | 161,8 | 247,2 |
| 1896 | 86,4 | 163,6 | 250,0 |
| 1897 | 87,3 | 165,4 | 252,8 |
| 1898 | 88,3 | 167,3 | 255,6 |
| 1899 | 89,3 | 169,1 | 258,4 |
| 1900 | *90,2* | *171,0* | 261,3 |
| 1901 | 91,3 | 170,8 | 262,1 |
| 1902 | 92,4 | 170,6 | 263,0 |
| 1903 | 93,5 | 170,5 | 264,0 |
| 1904 | 94,6 | 170,3 | 264,9 |
| 1905 | 95,7 | 170,1 | 265,8 |
| 1906 | 96,9 | 169,9 | 266,8 |
| 1907 | 98,0 | 169,7 | 267,7 |
| 1908 | *99,2* | *169,5* | 268,7 |
| 1909 | 99,1 | 168,0 | 267,1 |
| 1910 | 99,0 | 166,5 | 265,5 |
| 1911 | 98,9 | 165,0 | 263,9 |
| 1912 | 98,8 | 163,5 | 262,3 |
| 1913 | 98,7 | 162,0 | 260,7 |
| 1914 | 98,6 | 160,6 | 259,2 |
| 1915 | 98,5 | 159,1 | 257,6 |
| 1916 | *98,4* | *157,7* | 256,1 |
| 1917 | 99,8 | 158,5 | 258,3 |
| 1918 | 101,2 | 159,3 | 260,5 |
| 1919 | 102,7 | 160,1 | 262,8 |
| 1920 | 104,1 | 160,9 | 265,0 |
| 1921 | 105,6 | 161,7 | 267,4 |
| 1922 | 107,2 | 162,5 | 269,7 |
| 1923 | 108,7 | 163,3 | 272,0 |
| 1924 | 110,3 | 164,1 | 274,4 |
| 1925 | 106,0 | 165,1 | 271,1 |
| 1926 | 101,9 | 166,0 | 267,9 |
| 1927 | 98,0 | 166,9 | 264,9 |
| 1928 | 94,2 | 167,9 | 262,1 |
| 1929 | 90,5 | 168,8 | 259,4 |
| 1930 | *87,0* | *169,8* | 256,8 |
| 1931 | 88,4 | 170,8 | 259,2 |
| 1932 | 89,8 | 171,9 | 261,7 |
| 1933 | 91,3 | 172,9 | 264,2 |

| | Bueyes kTEP | Equinos kTEP | Total kTEP |
|---|---|---|---|
| 1934 | 92,7 | 174,0 | 266,7 |
| 1935 | 94,2 | 175,0 | 269,2 |
| 1936 | 95,7 | 176,1 | 271,8 |
| 1937 | *97,2* | *177,2* | 274,4 |
| 1938 | 92,4 | 171,7 | 264,1 |
| 1939 | 87,8 | 166,3 | 254,2 |
| 1940 | 83,5 | 161,2 | 244,7 |
| 1941 | 79,3 | 156,2 | 235,5 |
| 1942 | 75,4 | 151,4 | 226,7 |
| 1943 | 71,6 | 146,7 | 218,3 |
| 1944 | 73,2 | 147,9 | 221,1 |
| 1945 | 74,7 | 149,2 | 223,9 |
| 1946 | *76,3* | *150,5* | 226,8 |
| 1947 | 74,1 | 149,8 | 224,0 |
| 1948 | 72,0 | 149,2 | 221,2 |
| 1949 | 70,0 | 148,5 | 218,5 |
| 1950 | 68,0 | 147,9 | 215,9 |
| 1951 | *66,1* | *147,3* | 213,3 |
| 1952 | 61,3 | 146,8 | 208,1 |
| 1953 | 57,0 | 146,3 | 203,2 |
| 1954 | 52,9 | 145,8 | 198,7 |
| 1955 | 49,1 | 145,3 | 194,4 |
| 1956 | *45,6* | *144,8* | 190,4 |
| 1957 | 43,2 | 142,6 | 185,7 |
| 1958 | 40,8 | 140,4 | 181,2 |
| 1959 | 38,6 | 138,3 | 176,9 |
| 1960 | 36,5 | 136,2 | 172,7 |
| 1961 | *34,6* | *134,1* | 168,7 |
| 1962 | 32,6 | 131,7 | 164,3 |
| 1963 | 30,7 | 129,4 | 160,1 |
| 1964 | 28,9 | 127,1 | 156,0 |
| 1965 | 27,2 | 124,9 | 152,1 |
| 1966 | *25,6* | *122,7* | 148,3 |
| 1967 | 23,2 | 122,7 | 145,9 |
| 1968 | 21,0 | 122,7 | 143,8 |
| 1969 | 19,1 | 122,7 | 141,8 |
| 1970 | *24,9* | *112,0* | 136,9 |
| 1971 | 22,6 | 113,3 | 135,9 |
| 1972 | *20,4* | 114,7 | 135,1 |

| | Bueyes kTEP | Equinos kTEP | Total kTEP |
|---|---|---|---|
| 1973 | 20,3 | 116,1 | 136,3 |
| 1974 | 20,1 | 117.5 | 137.6 |
| 1975 | 19,9 | 118,9 | 138,8 |
| 1976 | 19,7 | 120,3 | 140,1 |
| 1977 | 19,5 | 121,8 | 141,3 |
| 1978 | 19,4 | 123,3 | 142,6 |
| 1979 | 19,2 | 1124,7 | 143,9 |
| 1980 | 19,0 | 126,2 | 145,3 |
| 1981 | 16,8 | 125,0 | 141,7 |
| 1982 | 14,8 | 123,7 | 138,4 |
| 1983 | 13,0 | 122,4 | 135,4 |
| 1984 | 11,4 | 121,2 | 132,6 |
| 1985 | 10,1 | 120,0 | 130,0 |
| 1986 | *8,9* | *118,7* | 127,6 |
| 1987 | 8,9 | 117,2 | 126,1 |
| 1988 | 8,9 | 115,8 | 124,6 |
| 1989 | 8,9 | 114,3 | 123,2 |
| 1990 | *8,9* | *112,9* | 121,7 |
| 1991 | 8,2 | 112,2 | 120,4 |
| 1992 | 7,5 | 111,5 | 119,1 |
| 1993 | 7,0 | 110,9 | 117,8 |
| 1994 | 6,4 | 110,2 | 116,6 |
| 1995 | 5,9 | 109,5 | 115,4 |
| 1996 | 5,4 | 108,9 | 114,3 |
| 1997 | 5,0 | 108,2 | 113,3 |
| 1998 | 4,6 | 107,6 | 112,2 |
| 1999 | 4,3 | 107,0 | 111,2 |
| 2000 | *3,9* | *106,3* | 110,2 |

Nota: En negrita, datos construidos a partir de las fuentes. En cursiva, interpolado por tasa de crecimiento acumulativa anual entre puntos, excepto para 1882-1892 para bueyes y 1882-1900 para equinos, en que se tomó la tasa de crecimiento del período 1892-1900 de bueyes.
Fuentes: Censos Agropecuarios y Anuarios Estadísticos.

| Consumo total de energía primaria incorporando estimación de energía muscular animal (1882-2000). Unidad: kTEP | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Serie Consumo Energía Primaria UY (2008) kTEP | Incorporación Energía Muscular Animal kTEP | Energía Muscular Animal en Total (ratio) | Leña en Total (ratio) | Leña más Ene Mus Animal en Total(ratio) |
| 1882 | 140,2 | 354,2 | 0,60 | 0,26 | 0,87 |
| 1883 | 143,7 | 360,2 | 0,60 | 0,26 | 0,86 |
| 1884 | 236,2 | 455,1 | 0,48 | 0,37 | 0,85 |
| 1885 | 300,8 | 522,1 | 0,42 | 0,42 | 0,84 |
| 1886 | 202,1 | 425,8 | 0,53 | 0,30 | 0,82 |
| 1887 | 173,4 | 399,7 | 0,57 | 0,28 | 0,85 |
| 1888 | 304,4 | 533,2 | 0,43 | 0,47 | 0,90 |
| 1889 | 353,6 | 585,0 | 0,40 | 0,47 | 0,87 |
| 1890 | 422,9 | 656,8 | 0,36 | 0,53 | 0,88 |
| 1891 | 538,5 | 775,0 | 0,31 | 0,60 | 0,91 |
| 1892 | 432,1 | 671,3 | 0,36 | 0,55 | 0,91 |
| 1893 | 432,0 | 673,9 | 0,36 | 0,55 | 0,91 |
| 1894 | 485,9 | 730,4 | 0,33 | 0,52 | 0,86 |
| 1895 | 566,6 | 813,8 | 0,30 | 0,58 | 0,88 |
| 1896 | 513,6 | 763,6 | 0,33 | 0,56 | 0,89 |
| 1897 | 578,2 | 831,0 | 0,30 | 0,62 | 0,93 |
| 1898 | 526,7 | 782,3 | 0,33 | 0,57 | 0,90 |
| 1899 | 560,9 | 819,3 | 0,32 | 0,55 | 0,87 |
| 1900 | 564,7 | 826,0 | 0,32 | 0,58 | 0,89 |
| 1901 | 681,6 | 943,7 | 0,28 | 0,62 | 0,90 |
| 1902 | 762,4 | 1025,5 | 0,26 | 0,65 | 0,90 |
| 1903 | 686,9 | 950,9 | 0,28 | 0,61 | 0,89 |
| 1904 | 647,1 | 912,0 | 0,29 | 0,58 | 0,87 |
| 1905 | 614,8 | 880,7 | 0,30 | 0,57 | 0,87 |
| 1906 | 558,9 | 825,7 | 0,32 | 0,51 | 0,83 |
| 1907 | 558,0 | 825,8 | 0,32 | 0,49 | 0,81 |
| 1908 | 883,0 | 1151,7 | 0,23 | 0,59 | 0,82 |
| 1909 | 689,7 | 956,8 | 0,28 | 0,54 | 0,82 |
| 1910 | 539,8 | 805,3 | 0,33 | 0,44 | 0,77 |
| 1911 | 668,7 | 932,6 | 0,28 | 0,48 | 0,77 |
| 1912 | 653,1 | 915,4 | 0,29 | 0,43 | 0,72 |
| 1913 | 600,6 | 861,3 | 0,30 | 0,40 | 0,71 |
| 1914 | 594,6 | 853,7 | 0,30 | 0,36 | 0,66 |
| 1915 | 475,6 | 733,3 | 0,35 | 0,36 | 0,72 |

| | Serie Consumo Energía Primaria UY (2008) kTEP | Incorporación Energía Muscular Animal kTEP | Energía Muscular Animal en Total (ratio) | Leña en Total (ratio) | Leña más Ene Mus Animal en Total(ratio) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1916 | 729,7 | 985,7 | 0,26 | 0,51 | 0,77 |
| 1917 | 552,5 | 810,8 | 0,32 | 0,45 | 0,77 |
| 1918 | 551,9 | 812,4 | 0,32 | 0,41 | 0,73 |
| 1919 | 544,3 | 807,1 | 0,33 | 0,35 | 0,67 |
| 1920 | 641,0 | 906,1 | 0,29 | 0,36 | 0,66 |
| 1921 | 620,1 | 887,4 | 0,30 | 0,42 | 0,72 |
| 1922 | 770,9 | 1040,6 | 0,26 | 0,39 | 0,65 |
| 1923 | 764,2 | 1036,3 | 0,26 | 0,38 | 0,64 |
| 1924 | 828,8 | 1103,2 | 0,25 | 0,34 | 0,59 |
| 1925 | 799,9 | 1070,9 | 0,25 | 0,34 | 0,59 |
| 1926 | 727,5 | 995,5 | 0,27 | 0,35 | 0,62 |
| 1927 | 777,2 | 1042,1 | 0,25 | 0,29 | 0,55 |
| 1928 | 776,8 | 1038,9 | 0,25 | 0,27 | 0,53 |
| 1929 | 827,7 | 1087,1 | 0,24 | 0,24 | 0,48 |
| 1930 | 916,8 | 1173,6 | 0,22 | 0,26 | 0,48 |
| 1931 | 941,7 | 1200,9 | 0,22 | 0,28 | 0,50 |
| 1932 | 794,0 | 1055,7 | 0,25 | 0,30 | 0,55 |
| 1933 | 602,8 | 867,0 | 0,30 | 0,27 | 0,57 |
| 1934 | 685,4 | 952,0 | 0,28 | 0,23 | 0,51 |
| 1935 | 622,0 | 891,2 | 0,30 | 0,17 | 0,47 |
| 1936 | 641,5 | 913,3 | 0,30 | 0,16 | 0,46 |
| 1937 | 738,6 | 1013,0 | 0,27 | 0,14 | 0,41 |
| 1938 | 681,3 | 945,3 | 0,28 | 0,14 | 0,42 |
| 1939 | 804,5 | 1058,6 | 0,24 | 0,12 | 0,36 |
| 1940 | 806,7 | 1051,4 | 0,23 | 0,12 | 0,35 |
| 1941 | 777,4 | 1012,9 | 0,23 | 0,13 | 0,36 |
| 1942 | 628,2 | 854,9 | 0,27 | 0,15 | 0,42 |
| 1943 | 598,6 | 817,0 | 0,27 | 0,17 | 0,44 |
| 1944 | 631,3 | 852,4 | 0,26 | 0,17 | 0,43 |
| 1945 | 733,6 | 957,6 | 0,23 | 0,16 | 0,39 |
| 1946 | 799,4 | 1026,2 | 0,22 | 0,15 | 0,37 |
| 1947 | 852,0 | 1076,0 | 0,21 | 0,15 | 0,36 |
| 1948 | 961,1 | 1182,3 | 0,19 | 0,15 | 0,33 |
| 1949 | 1012,3 | 1230,8 | 0,18 | 0,15 | 0,32 |
| 1950 | 1067,7 | 1283,6 | 0,17 | 0,15 | 0,31 |
| 1951 | 1206,8 | 1420,1 | 0,15 | 0,14 | 0,29 |
| 1952 | 1224,3 | 1432,5 | 0,15 | 0,14 | 0,29 |
| 1953 | 1308,4 | 1511,7 | 0,13 | 0,14 | 0,28 |

| | Serie Consumo Energía Primaria UY (2008) kTEP | Incorporación Energía Muscular Animal kTEP | Energía Muscular Animal en Total (ratio) | Leña en Total (ratio) | Leña más Ene Mus Animal en Total(ratio) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1954 | 1360,5 | 1559,2 | 0,13 | 0,14 | 0,27 |
| 1955 | 1402,7 | 1597,1 | 0,12 | 0,15 | 0,27 |
| 1956 | 1527,9 | 1718,3 | 0,11 | 0,14 | 0,25 |
| 1957 | 1566,7 | 1752,5 | 0,11 | 0,14 | 0,25 |
| 1958 | 1544,7 | 1725,9 | 0,11 | 0,15 | 0,26 |
| 1959 | 1673,2 | 1850,1 | 0,10 | 0,15 | 0,24 |
| 1960 | 1624,0 | 1796,7 | 0,10 | 0,16 | 0,26 |
| 1961 | 1584,6 | 1753,3 | 0,10 | 0,17 | 0,27 |
| 1962 | 1754,2 | 1918,5 | 0,09 | 0,16 | 0,25 |
| 1963 | 1707,2 | 1867,3 | 0,09 | 0,18 | 0,26 |
| 1964 | 1947,8 | 2103,8 | 0,07 | 0,16 | 0,24 |
| 1965 | 2105,5 | 2257,7 | 0,07 | 0,16 | 0,23 |
| 1966 | 2153,5 | 2301,9 | 0,06 | 0,16 | 0,22 |
| 1967 | 2052,3 | 2198,3 | 0,07 | 0,16 | 0,23 |
| 1968 | 1972,8 | 2116,6 | 0,07 | 0,17 | 0,24 |
| 1969 | 2156,9 | 2298,7 | 0,06 | 0,16 | 0,22 |
| 1970 | 2332,9 | 2469,8 | 0,06 | 0,15 | 0,20 |
| 1971 | 2266,8 | 2402,7 | 0,06 | 0,16 | 0,21 |
| 1972 | 2403,4 | 2538,6 | 0,05 | 0,15 | 0,20 |
| 1973 | 2240,7 | 2377,1 | 0,06 | 0,16 | 0,22 |
| 1974 | 2306,6 | 2444,1 | 0,06 | 0,16 | 0,21 |
| 1975 | 2335,5 | 2474,3 | 0,06 | 0,16 | 0,21 |
| 1976 | 2386,0 | 2526,1 | 0,06 | 0,16 | 0,21 |
| 1977 | 2418,6 | 2559,9 | 0,06 | 0,16 | 0,21 |
| 1978 | 2456,3 | 2599,0 | 0,05 | 0,16 | 0,21 |
| 1979 | 2598,5 | 2742,4 | 0,05 | 0,15 | 0,21 |
| 1980 | 2580,5 | 2725,8 | 0,05 | 0,16 | 0,21 |
| 1981 | 2490,6 | 2632,3 | 0,05 | 0,18 | 0,23 |
| 1982 | 2296,9 | 2435,3 | 0,06 | 0,18 | 0,23 |
| 1983 | 2046,9 | 2182,3 | 0,06 | 0,20 | 0,26 |
| 1984 | 2037,1 | 2169,7 | 0,06 | 0,22 | 0,28 |
| 1985 | 1927,9 | 2057,9 | 0,06 | 0,24 | 0,31 |
| 1986 | 2082,6 | 2210,2 | 0,06 | 0,25 | 0,30 |
| 1987 | 2286,2 | 2412,3 | 0,05 | 0,23 | 0,28 |
| 1988 | 2427,3 | 2551,9 | 0,05 | 0,20 | 0,24 |
| 1989 | 2374,5 | 2497,7 | 0,05 | 0,20 | 0,25 |
| 1990 | 2288,4 | 2410,1 | 0,05 | 0,20 | 0,25 |
| 1991 | 2427,2 | 2547,6 | 0,05 | 0,20 | 0,24 |

| | Serie Consumo Energía Primaria UY (2008) kTEP | Incorporación Energía Muscular Animal kTEP | Energía Muscular Animal en Total (ratio) | Leña en Total (ratio) | Leña más Ene Mus Animal en Total(ratio) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1992 | 2687,6 | 2806,7 | 0,04 | 0,18 | 0,22 |
| 1993 | 2534,7 | 2652,5 | 0,04 | 0,19 | 0,23 |
| 1994 | 2334,9 | 2451,5 | 0,05 | 0,20 | 0,25 |
| 1995 | 2542,3 | 2657,7 | 0,04 | 0,17 | 0,22 |
| 1996 | 2903,0 | 3017,3 | 0,04 | 0,15 | 0,19 |
| 1997 | 2784,8 | 2898,1 | 0,04 | 0,15 | 0,19 |
| 1998 | 2995,6 | 3107,8 | 0,04 | 0,13 | 0,17 |
| 1999 | 3208,1 | 3319,3 | 0,03 | 0,12 | 0,15 |
| 2000 | 3132,6 | 3242,8 | 0,03 | 0,12 | 0,15 |
| Fuentes: Bertoni y Román (2008) y EMA estimada en este trabajo. | | | | | |

# Anexo C. Energía muscular humana

## Principios generales

Como ha sido planteado de manera explícita al estimar la energía muscular animal, una aproximación a la cantidad de energía primaria consumida por la sociedad impone el desafío de incluir en el cálculo la totalidad de las formas de energía utilizadas. En ese contexto un desafío inevitable es aproximarse a la energía requerida para que los seres humanos desarrollen sus actividades corporales vinculadas a la producción o, dicho de otra manera, la cantidad de energía que insume contar con la fuerza de trabajo que participa del proceso productivo.

La antropología biológica define a los alimentos como las materias primas tomadas por el cuerpo humano para mantener los procesos vitales y proveer la energía necesaria para desplegar actividades corporales. Y, según CEPAL (1991: 3)

> Las necesidades energéticas de un individuo son la dosis de energía alimentaria ingerida que compensa el gasto de energía, cuando el tamaño y composición del organismo y el grado de actividad física de ese individuo son compatibles con un estado duradero de buena salud, y permite el mantenimiento de la actividad física que sea económicamente necesaria y socialmente deseable.

La estimación de esas necesidades energéticas a nivel agregado en una sociedad implica definir algunos principios generales. El citado trabajo de CEPAL (1991), con base en sendos informes de FAO/OMS (1973) y FAO/OMS/UNU (1985), define la necesidad de un grupo como el promedio de las necesidades de los individuos que lo integran, señala que dichas necesidades deben determinarse a partir de las estimaciones del gasto de energía y propone que los requerimientos de un individuo tipo constituyan el punto de referencia para evaluar las necesidades energéticas de la población en general.

A los efectos de este trabajo, se considera como principales determinantes del gasto de energía al metabolismo basal y a la actividad física desarrollada por los individuos. En tal sentido, se puede definir los requerimientos energéticos como la cantidad de energía necesaria para mantener los procesos vitales —una medida del nivel mínimo de calor producido por el cuerpo en estado de reposo— corregida por un coeficiente que refleje el tipo de actividad que el individuo desarrolla. Ello permite obtener la cantidad de calorías que necesita incorporar diariamente dicho individuo para conseguir un estado duradero de buena salud. Se trata por tanto del valor calórico total que en teoría debería ingerir el individuo a través de los alimentos.

Esta forma de concebir los requerimientos energéticos del trabajo muscular humano constituye pues una concepción muy cercana a la forma en que se ha definido la «energía primaria».

## Antecedentes

En su trabajo sobre crecimiento económico y consumo energético en Suecia entre 1800 y 2000, Kander (2002: 39-42) presenta los criterios generales manejados y la metodología implementada para estimar la energía muscular humana. Su modelo de estimación quedó definido de la siguiente manera:

a. Se consideró el consumo de alimentos promedio por persona y por día en torno a 2.600 kcal
b. Se supuso una intensificación del trabajo humano hasta 1890, por lo que se utilizó —hasta entonces— un coeficiente de corrección de 1,05
c. A partir de 1890, se consideró una progresiva sustitución del trabajo manual por máquinas, por lo que se estimó un decrecimiento lineal hasta llegar a las 2.600 kcal.
d. A partir de estimaciones realizadas por Sanne (1995) se discriminó entre consumo de alimento como «consumo final» y «consumo para realizar trabajo».

## Criterios para la estimación

Tomando como referencia el citado trabajo de Kander, pero realizando algunas adecuaciones en función de la información disponible y teniendo en cuenta la necesidad de compatibilización con los criterios de estimación utilizados para calcular la energía muscular animal, se procedió a estimar la cantidad de energía requerida por el trabajo muscular humano a lo largo del siglo XX en Uruguay.

Una primera decisión metodológica consistió en establecer cuáles eran los requerimientos energéticos promedio de los individuos, considerando el metabolismo basal y los incrementos correspondientes a la actividad física derivada del tipo de trabajo realizado por los individuos. A tales efectos se recurrió a trabajos de CEPAL (1991) e INE-CEPAL (1996), donde se plantean los requerimientos nutricionales de la población. Estos documentos, realizados con el objetivo de mejorar las técnicas para la determinación de la línea de pobreza y la cuantificación de la población pobre, ofrecen una muy clara exposición de los argumentos respecto a cada decisión metodológica, analizándose los resultados de cada una. En definitiva se tomaron los valores calóricos propuestos por el trabajo de INE-CEPAL, ya que su propuesta incluye una discusión de los valores propuestos por CEPAL (1991). Allí se identifica tres categorías de actividad física y los respectivos coeficientes a aplicar como corrección al valor calórico correspondiente al metabolismo basal.

Una segunda decisión metodológica estuvo referida al universo sobre el cual se aplicarían aquellos valores. Para ello se tuvo en cuenta que el objetivo era obtener una aproximación a la energía primaria necesaria para producir trabajo humano, en sintonía con los criterios utilizados para estimar la energía muscular animal. Se decidió entonces manejar a la población económicamente activa (PEA), dado que se cuenta con una serie trabajada recientemente por el Àrea de Historia Económica del Instituto de Economía (Iecon) de la Facultad de Ciencias Económicas y Administración (FCEA) de la Udelar (Fleitas y Román, 2008). Aunque la PEA no es la población ocupada en actividades económicas, constituye una categoría que reúne a las personas hábiles para el trabajo y en tal sentido puede considerarse el grupo «demandante de energía». El desempleo (recurso no utilizado) representaría un costo hundido en términos energéticos.

Para afinar la estimación se discriminó, a partir de datos de los censos agropecuarios, entre PEA urbana y PEA rural y se asignó a las mismas distintos requerimientos energéticos para el metabolismo basal y para cada tipo de trabajo (ligero, moderado y pesado), siguiendo criterios manejados por INE-CEPAL (1996).

Los requerimientos energéticos para las distintas categorías de actividad física quedaron definidos en los siguientes términos:

| Requerimientos Energéticos por categoría de actividad física (kcal/día) | | | |
|---|---|---|---|
| | Trabajo Ligero | Trabajo Moderado | Trabajo Pesado |
| PEA Urbana | 2335 | 2485 | 2955 |
| PEA Rural | 2429 | 2585 | 3074 |

Finalmente, una tercera decisión estuvo vinculada a la variación en el tiempo de la «intensidad» del trabajo, optándose por manejar cierta participación de cada categoría de actividad para la primera mitad del siglo y otros para la segunda mitad (decisión arbitraria, pero inspirada en lo que hizo Astrid Kander para Suecia). En consecuencia se consideró:

PEA Urbana:

Hasta 1950 trabajo Ligero (50%), Moderado (30%) Pesado (20%)

Desde entonces trabajo ligero (66%), moderado (25%) pesado (9%)

PEA Rural:

Hasta 1950 trabajo Ligero (40%), Moderado (50%) Pesado (10%)
Desde entonces trabajo ligero (66%), moderado (30%) pesado (4%)

## Energía muscular humana en Uruguay: los resultados

Como resultado de la aplicación de los criterios referidos en la sección anterior se ha logrado reconstruir información para diecinueve años, entre 1908 y 2000, sobre el consumo de energía primaria por la fuerza de trabajo humana (Cuadro 1).

| Energía Muscular Humana (EMH). Requerimientos energéticos (Requerimientos de la población económicamente activa) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PEA total (nº) | PEA urbana (nº) | PEA rural (nº) | Requerimientos PEA Urbana (kcal) | Requerimientos PEA Rural (kcal) | Requerimientos PEA total(kcal) | Requer. PEA EMH kTEP | Ene Primaria Bertoni kTEP | EMH/ Ene Primaria |
| 1908 | 380.105 | 247.068 | 133.037 | 225.810.414.687 | 124.885.732.069 | 350.696.146.756 | 35,1 | 1151,7 | 3,0% |
| 1909 | 399.414 | 259.619 | 139.795 | 237.281.758.444 | 131.230.023.872 | 368.511.782.317 | 36,9 | 956,8 | 3,9% |
| 1914 | 444.655 | 289.026 | 155.629 | 264.157.785.282 | 146.093.963.126 | 410.251.748.407 | 41,0 | 853,7 | 4,8% |
| | PEA total (nº) | PEA urbana (nº) | PEA rural (nº) | Requerimientos PEA Urbana (kcal) | Requerimientos PEA Rural (kcal) | Requerimientos PEA total(kcal) | Requer. PEA EMH kTEP | Ene Primaria Bertoni kTEP | EMH/ Ene Primaria |
| 1919 | 484.860 | 315.159 | 169.701 | 288.042.819.882 | 159.303.717.139 | 447.346.537.021 | 44,7 | 807,1 | 5,5% |
| 1924 | 544.465 | 353.902 | 190.563 | 323.452.367.962 | 178.887.168.771 | 502.339.536.734 | 50,2 | 1103,2 | 4,6% |
| 1929 | 629.424 | 409.125 | 220.298 | 373.924.296.994 | 206.800.955.719 | 580.725.252.712 | 58,1 | 1087,1 | 5,3% |
| 1934 | 693.817 | 450.981 | 242.836 | 412.178.873.661 | 227.957.866.567 | 640.136.740.228 | 64,0 | 952,1 | 6,7% |
| 1939 | 757.353 | 492.279 | 265.074 | 449.923.771.032 | 248.832.896.386 | 698.756.667.418 | 69,9 | 1058,6 | 6,6% |
| 1944 | 821.873 | 534.218 | 287.656 | 488.253.608.838 | 270.031.430.834 | 758.285.039.671 | 75,8 | 852,3 | 8,9% |
| 1949 | 862.321 | 560.508 | 301.812 | 512.282.289.816 | 283.320.629.292 | 795.602.919.107 | 79,6 | 1230,9 | 6,5% |
| 1954 | 900.017 | 650.285 | 249.732 | 568.699.835.316 | 328.943.584.785 | 897.643.420.101 | 89,8 | 1559,2 | 5,8% |
| 1959 | 922.283 | 715.644 | 206.639 | 625.859.150.869 | 272.181.680.336 | 898.040.831.205 | 89,8 | 1850,1 | 4,9% |
| 1963 | 922.923 | 738.338 | 184.585 | 645.706.464.336 | 243.132.253.304 | 888.838.717.640 | 88,9 | 1867,3 | 4,8% |
| 1975 | 1.109.122 | 960.587 | 148.535 | 840.071.590.328 | 195.648.472.407 | 1.035.720.062.734 | 103,6 | 2474,3 | 4,2% |
| 1980 | 1.165.302 | 1.028.854 | 136.448 | 899.773.868.599 | 179.727.560.587 | 1.079.501.429.187 | 108,0 | 2725,8 | 4,0% |
| 1985 | 1.286.521 | 1.157.869 | 128.652 | 1.012.602.667.806 | 169.458.746.642 | 1.182.061.414.448 | 118,2 | 2057,9 | 5,7% |
| 1990 | 1.386.359 | 1.247.723 | 138.636 | 1.091.183.759.874 | 182.609.268.356 | 1.273.793.028.230 | 127,4 | 2410,1 | 5,3% |
| 1995 | 1.494.065 | 1.344.659 | 149.407 | 1.175.957.644.590 | 196.796.152.026 | 1.372.753.796.616 | 137,3 | 2657,7 | 5,2% |
| 2000 | 1.573.397 | 1.416.057 | 157.340 | 1.238.398.751.142 | 207.245.652.103 | 1.445.644.403.245 | 144,6 | 3242,8 | 4,5% |
| Fuente: Fleitas y Román (2008) y censos agropecuarios. | | | | | | | | | |

Los valores obtenidos muestran un aumento del consumo de este tipo energía a lo largo del siglo XX, incrementándose un 127% entre 1908 y 1949 y un 80% en la segunda mitad del siglo. No obstante, su participación en la matriz energética se mantuvo en guarismos muy bajos en todo el período, promediando el 5% del total de la energía consumida y teniendo su valor mínimo a comienzos de siglo (3%).

Por construcción, aunque se aplicó ponderadores que modifican los requerimientos promedio, teniendo en cuenta el momento histórico y la radicación de la mano de obra, la determinante fundamental del comportamiento de la serie es la evolución demográfica. Este es el factor que explica la débil participación, en la matriz energética, a comienzos del siglo XX.

La otra observación interesante a realizar tiene que ver con la dinámica que muestra la serie a partir de los años setenta. La literatura especializada en mercado de trabajo ha marcado

enfáticamente el cambio cualitativo que se produce entonces, debido a una mayor participación femenina en la oferta de trabajo. Este fenómeno es el que habría quebrado la tendencia al estancamiento dominante desde mediados de los años cincuenta (Gráfico 1).

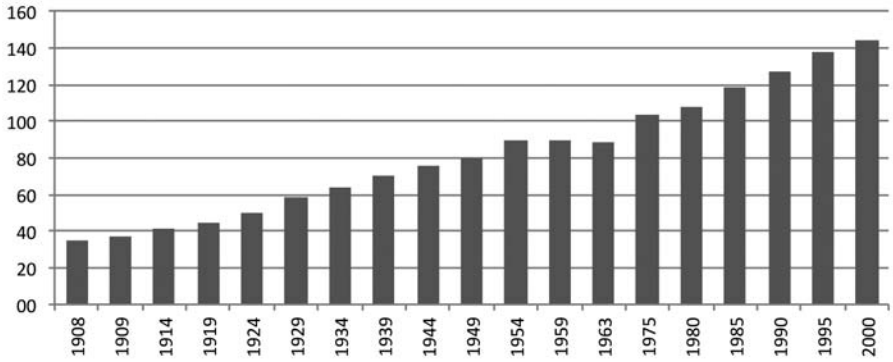


**Gráfico 1.** Requerimientos energéticos de la energía muscular humana (kTEP).
*Fuente: Cuadro 1*

Corresponde, finalmente, una aclaración con respecto las variaciones en la participación de la energía muscular humana en la matriz energética. La información resumida en el Gráfico 2, permite identificar distintos momentos.

El incremento de la participación de la energía muscular humana hasta el fin de la segunda década del siglo XX, se debería no sólo el incremento poblacional, sino también a la caída en el consumo de combustibles fósiles como resultado de los problemas de abastecimiento derivados de la Primera Guerra Mundial y del estancamiento en el consumo total de energía primaria, reflejo de los procesos de transición que se operan en la primera mitad del siglo. Las tres décadas siguientes, con excepción de los años veinte, muestran las mayores particiapaciones de esta forma de energía en la matriz. El valor del año 1944 (casi 9%) se explica por la extraordinaria caída del consumo energético primario en el marco de la Segunda Guerra Mundial, debido a dificultades de abastecimiento de petróleo y carbón. Finalmente, el salto en la participación observado entre 1980 y 1985 sería el reflejo de dos fenómenos asociados: una oferta de trabajo creciente y una profunda recesión económica que hizo caer el consumo de combustibles.

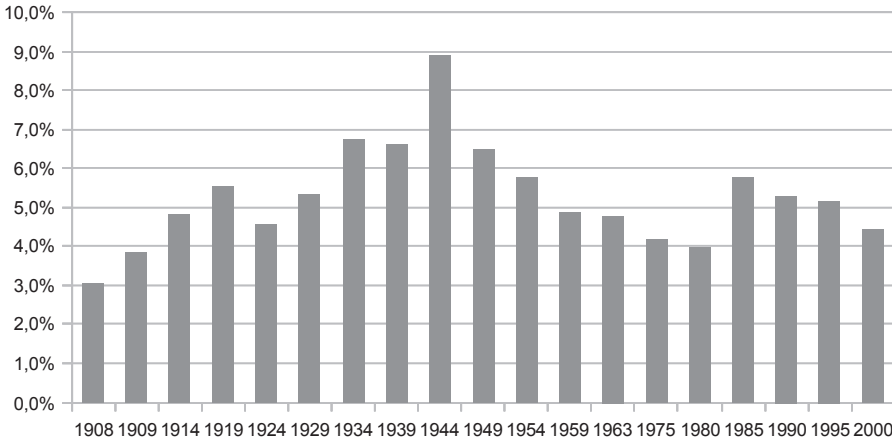


**Gráfico 2.** Participación de la energía muscular animal en el total de energía primaria (%).
*Fuente: Cuadro 1*

## A manera de conclusión

Esta primera aproximación al consumo de energía muscular humana, estimado como los requerimientos de energía necesarios para realizar trabajo por parte de la población económicamente activa, tiene la virtud de ofrecer una idea de la magnitud del fenómeno. En ese sentido complementa el esfuerzo por contar con información sobre los flujos energéticos totales, asociados al proceso de desarrollo del Uruguay en el largo plazo. Sin embargo, la utilización de la PEA como referencia para los cálculos impide observar las variaciones cíclicas de la utilización de la fuerza de trabajo en el proceso productivo. Lo mismo hubiera ocurrido de utilizarse variables demográficas.

En el futuro deberá afinarse la estimación incorporando al cálculo variables de actividad que permitan una aproximación más adecuada a la dinámica de utilización de la energía muscular humana por la sociedad uruguaya para satisfacer necesidades de trabajo.

# Anexo D. Del carbón al petróleo

## Programa de Historia Económica y Social. Seminario de investigación 26.09.2007

*Energía y Desarrollo:*

Auge y ocaso del carbón mineral en Uruguay (1880-2006)
(Extracto de la versión presentada)

Reto Bertoni (bertoni@fcs.edu.uy)
Carolina Román (caro.roman@gmail.com)

*Abstract*

En este trabajo se presenta el consumo de carbón mineral en Uruguay para el período 1879-2005. Se discuten los problemas de construcción de esta serie de largo plazo y se la utiliza para el análisis del proceso de transición energética y, en especial para discutir la dinámica de su sustitución por el petróleo, en perspectiva comparada con otros países de la región. Asimismo, se sugieren algunas explicaciones sobre el comportamiento del consumo del carbón con el objetivo aproximarnos a la dinámica del uso del carbón como fuente primaria para la producción de otras formas de energía (gas, electricidad) y su utilización —como energético— por la industria manufacturera y el ferrocarril. El análisis de la evolución de estos tres sectores, que dieron cuenta hacia comienzos de siglo un porcentaje muy elevado del consumo de carbón, aporta información relevante para entender su auge y su ocaso como energético.

*Introducción*

[...]

Este documento constituye una aproximación a la evolución del consumo del carbón mineral en el Uruguay en el largo plazo, desde sus orígenes como energético alternativo a la leña, que conquistó buena parte de la matriz energética, hasta su desplazamiento por la fuerza arrolladora del petróleo y la electricidad.

Esta Historia del carbón mineral en Uruguay ofrece insumos para futuras fases del proyecto de investigación en la medida que la adopción de este energético generó presiones sobre el sector externo e incidió en las relaciones con Gran Bretaña, ambos problemas relevantes para explicar el desempeño de largo plazo de la economía uruguaya.

Luego de esta introducción se presenta la serie estimada de consumo de carbón mineral para el período 1880-2006, discutiéndose los problemas de construcción de la misma, especialmente para el período anterior a 1937, cuando fue necesario estimar el «consumo aparente» (sección I). En la sección II, se utiliza dicha serie para el análisis del proceso de transición energética en Uruguay y, en especial para discutir la dinámica de su sustitución por el petróleo, en perspectiva comparada con otros países de la región. En la sección III, se buscan explicaciones al comportamiento del consumo del carbón descrito en las secciones anteriores. La estrategia es desentrañar la dinámica del uso del carbón como fuente primaria para la producción de otras formas de energía (gas, electricidad) y su utilización —como energético— por la industria manufacturera y el ferrocarril. El análisis de la evolución de estos tres sectores, que dieron cuenta hacia comienzos de siglo un porcentaje muy elevado del consumo de carbón, aporta información relevante para entender su auge y su ocaso como energético. Finalmente, en la sección IV se ordenan algunas conclusiones sumarias y se adelantan algunas de las futuras líneas de trabajo.

*Construcción de una serie de consumo de carbón en el Uruguay en largo plazo: un «rompecabezas»*

En esta sección se presenta la evolución del consumo global de carbón mineral en Uruguay en el largo plazo. Construir la serie de consumo de carbón desde de 1879 supuso enfrentarse a una serie de dificultades estadísticas que implicaron tomar decisiones metodológicas para diversos períodos basadas en fuentes de información alternativas. Presentar los problemas de construcción de la serie, así como las decisiones metodológicas, resulta interesante ya que puede constituir una ayuda para futuras investigaciones, tanto en lo que refiere al sector energético, como en otras áreas que utilizan como fuente las estadísticas del comercio exterior.

La principal dificultad para obtener una serie de consumo de carbón mineral es la ausencia de estadísticas hasta el año 1937, a partir del cual el trabajo de Ramón Oxman hace referencia a datos de CEPAL y ANCAP (Oxman, 1961), momento en que —como se podrá constatar— el carbón se encontraba al filo de la decadencia como portador en la matriz energética uruguaya. En consecuencia, para el período 1879-1936 se recurre a realizar una estimación del *consumo aparente de carbón* (al que se considera consumo doméstico), que se define como el total de la producción, más la importación menos las exportaciones. Esta metodología es de recibo en la literatura especializada en temas energéticos y, en particular, para el estudio de los procesos de transición energética en América Latina.[73] Para esto se requiere utilizar como fuente de información las estadísticas de comercio exterior.

En la búsqueda de esos datos, se recurrió a fuentes domésticas (los Anuarios Estadísticos, elaborados por la Dirección General de Estadística de la República Oriental del Uruguay) y externas (*Anuarios de Comercio Exterior* de los países exportadores de carbón mineral). La comparación entre ambas fuentes, permitió dimensionar un problema estadístico fundamental al cual nos enfrentamos al momento de estimar el consumo doméstico de carbón. El mismo ya había sido planteado por Labraga *et al.*: la existencia de carbón mineral que llegaba al Puerto de Montevideo, con el destino de abastecer a los buques (denominado carbón de *bunkers* o *bunkering*) y que por tanto no constituye consumo doméstico, pero que no es fácil discriminar en los registros estadísticos.[74]

Durante el siglo XIX y hasta las primeras décadas del XX, el carbón que llegaba al puerto de Montevideo no era exclusivamente para consumo interno. Las importaciones de carbón mineral tenían como destino la demanda energética del país, pero esta era una «proporción mínima» del volumen total que llegaba al puerto. La diferencia entre lo importado y lo llegado al puerto tenía como objetivo el reabastecimiento de los buques que hacían escala en el puerto de Montevideo (carbón de trasbordo o carbón para *bunkering*), o el reembarco hacia otras regiones como Argentina, Paraguay o la frontera con Río Grande.

El abastecimiento de los buques constituyó una actividad económica muy importante para el puerto de Montevideo. Éste no sólo fue por décadas el puerto de entrada a la región rioplatense, sino la escala preferida de muchas líneas, convirtiéndose en una de las estaciones carboneras más importantes de América del Sur.[75]

---

73 De particular interés resultan los trabajos realizados en el marco del proyecto de investigación «Importaciones y modernización económica en América Latina, 1890-1960» dirigido por Albert Carreras i Odriozola; y especialmente, Folchi, M. y Rubio, M. (2006): *El consumo de energía fósil y la especificidad de la transición energética en América Latina, 1900-1930*. Ponencia presentada al III Simposio Latinoamericano y Caribeño de Historia Ambiental, Carmona, abril de 2006.

74 Labraga, A. *et al.* (1991): Energía y Política en el Uruguay del siglo XX. Tomo I: del carbón al petróleo. Montevideo, EBO, pp. 35 y ss.

75 En Labraga *et al.* (1991) p. 36 se citan las siguientes cifras: para 1876 se estimaba que de las 73.900 toneladas de carbón que se importaba, /3 eran destinados al abastecimiento de los buques (49.200 toneladas), y 1/3 al consumo interno.

Uruguay no cuenta con yacimientos de carbón mineral, por lo cual siempre ha debido recurrir a su importación. El origen principal del carbón mineral era Gran Bretaña que, hasta la Primera Guerra Mundial, representó más del 90% del total de las importaciones de este energético que llegaban al Puerto de Montevideo (el carbón restante provenía principalmente de Estados Unidos y, reexportaciones de Argentina).[76] Por lo tanto, es pertinente y posible comparar las importaciones de carbón mineral desde Gran Bretaña (fuentes domésticas) con las cifras de exportaciones de carbón mineral hacia Uruguay que surgen de los anuarios de comercio exterior de Gran Bretaña[77] (fuentes externas), a los efectos de estimar el consumo aparente de carbón mineral. En el Gráfico 1, están representadas ambas series. Contrastando ambas fuentes estadísticas, entre 1890 y 1930 surge una brecha significativa hasta el año 1916, que luego disminuye hasta extinguirse. Esta brecha se explica por la existencia de carbón mineral que salía de Gran Bretaña con destino a Montevideo, y que por tanto figura en los anuarios estadísticos británicos, pero cuya finalidad era abastecer buques que se abastecían en el Puerto de Montevideo. Este carbón no era ingresado al país y por ende no era registrado como importación.

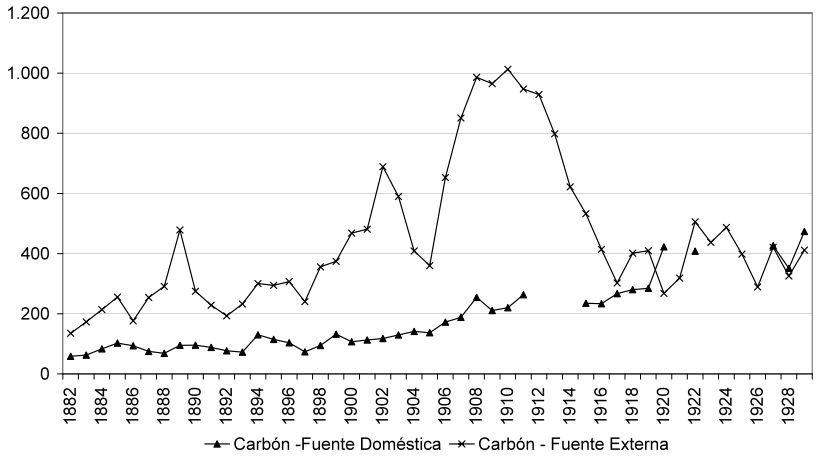


**Gráfico 1.** El efecto bunkering (1882-1930) miles de toneladas de carbón.
*Fuente: Dirección General de Estadística (DGE): Anuarios Estadísticos (varios años); Statistical Office of the Customs and Excise Department. Annual Statement of the United Kingdom with Foreign Countries and British Posessions.*

Esta brecha en parte, responde a lo que puede denominarse «efecto *bunkering*». Para las estadísticas nacionales el carbón para buques era considerado un bien en tránsito y sólo se registraba el carbón destinado al consumo doméstico, en la medida que era el único que estaba gravado por aranceles aduaneros. Esto nos confirma las observaciones de Labraga *et al.* al referirse a un cambio en el registro en el año 1916, cuando todo el carbón mineral arribado al Puerto de Montevideo, para consumo doméstico y en tránsito, pasa a pagar el mismo tipo

76 Algunos años en particular, se importó carbón en cantidades muy pequeñas de España, Holanda, Bélgica, Francia, entre otros. *Anuarios Estadísticos de la República Oriental del Uruguay* (varios años).

77 Statistical Office of the Customs and Excise Department. *Annual Statement of the United Kingdom with Foreign Countries and British Posessions*, London, (varios años).

de gravamen (derecho de puerto), y por ende, todas las cantidades aparecen registradas en los anuarios estadísticos de comercio.[78]

Hasta el año 1916 el carbón importado con destino al consumo interno pagaba por concepto de derecho de aduana 6% la tonelada, mientras que el «carbón que no se destinara para consumo interno estaba exento» (interpretamos que este es carbón para buques y quizás exportación). En el año 1916, con la ley del 8 de julio, se modifica el régimen vigente y el carbón importado queda exento de todo derecho de aduana o impuestos adicionales y todo el carbón que se movilice en el puerto de Montevideo pasa a pagar el derecho portuario.[79]

Sobre el régimen aduanero, el Comercio Exterior de la ROU, Comercio Especial Año 1915 Oficina de Estadística Comercial, dice al respecto:

> El carbón mineral arribado a los puertos de la República, se halla exento del pago de derechos de Aduana y de los impuestos y patentes adicionales, abonando en cambio los siguientes: —El que se despacha en el puerto de Montevideo, cualquiera sea su destino, paga un impuesto especial de cinco centésimos por toneladas. —Los buques portadores de carbón abonan por concepto de derechos de puerto, un impuesto especial de quince centésimos por tonelada de carga efectiva que conduzcan.— Ambos impuestos se pagan por la cantidad determinada en el conocimiento de carga (Oficina de Estadística Comercial, 1916)

Entonces, el carbón que no tenía por destino el consumo interno pasó a pagar desde 1916 también 0.20 centésimos la tonelada. En la medida que todo el carbón mineral pasa a pagar el mismo derecho portuario, los anuarios no discriminan —desde entonces— en sus registros las cantidades de carbón mineral destinado al consumo doméstico de aquel que es para provisión de los buques.

Las dificultades emergentes de este cambio en la registración obligaron a asumir algunos supuestos y tomar una serie de decisiones, para poder estimar el consumo doméstico de carbón a partir de los datos de las importaciones de anuarios.

Luego de haber explicado estos antecedentes y mencionar algunas de las dificultades principales para estimar el consumo de carbón, se describe la construcción de la serie. La misma surge de empalmar tres tramos originados en fuentes estadísticas diferentes:

1. 1890-1936: se estimó el *consumo aparente de carbón* mineral (importaciones menos exportaciones menos carbón para abastecimiento de los buques o *bunkering*)
2. Desde 1937 hasta 1964: se utiliza el *consumo bruto de carbón* citado en Oxman.
3. Desde 1965 hasta 2005: se utiliza la **oferta bruta de carbón** del Balance Energético Nacional.

Para cada período se explicita las dificultades de construcción, las fuentes utilizadas y las decisiones adoptadas para obtener una serie continua y homogénea.

1. 1879-1936
   Las características de los datos:

78 Ley de 8 de julio de 1916 y Decreto reglamentario de 10 de julio del mismo año. Registro Nacional de Leyes y Decretos, año 1916 pp. 533 y 543.

79 La Ley de 8 de julio de 1916 establecía: «El carbón mineral se halla exento de impuestos y patentes adicionales, y sujeto tan solo a las tasas portuarias que se mencionan en el parágrafo "impuestos portuarios". Es decir que pasa a pagar 0.20 por concepto de derecho portuario. Este importe está compuesto por 0,05 centésimos por tonelada de impuesto especial de puerto y 0,15 centésimos por tonelada por concepto de derecho de puerto. Al referirse a las tasas portuarias que pagan las mercaderías en tránsito dice: Impuesto especial sobre el carbón de piedra. Por tonelada, cualquiera sea la operación a efectuar $0,15 (pagado por el buque) y $0,05 (pagado por el consignatario del cargamento)», Comercio Exterior de la ROU, Comercio Especial, Año 1915 Oficina Estadística Comercial

- Antes de 1916, únicamente el carbón para consumo interno pagaba derecho de aduana, mientras que el carbón para buques estaba exento.
- A partir de 1916, se elimina el pago del derecho de aduana por parte del carbón para consumo interno, y se establece el pago del derecho portuario para todo el carbón importado, sea para consumo interno o para los buques.

La situación fiscal del carbón arribado a Montevideo si bien se intentó explicar en los párrafos anteriores, no es un tema que quede totalmente clarificado a partir de los Anuarios Estadísticos. Por lo tanto, nos hemos manejado con la hipótesis que sintetizamos en el cuadro siguiente:

| Cuadro 1 | | |
|---|---|---|
| Impuestos | Carbón para consumo interno | Carbón para bunkers |
| Derecho de aduana | Antes de 1916 pagaba 6% de derecho. A partir de 1916 está exento. | Exento |
| Derecho de puerto | Paga antes y después de 1916, pero se sustituye 1 peso la tonelada por 0,20 céntimos | A partir de 1916, paga 0,20 céntimos la tonelada |
| Fuente: Dirección General de Estadística, Anuarios Estadísticos de la República Oriental del Uruguay, Año 1915 y 1916 | | |

De esta manera, desde 1879 hasta 1915, las cifras de carbón mineral para consumo interno pueden obtenerse directamente de las importaciones registradas en los Anuarios Estadísticos de la República; entendiendo que sólo se registraba el carbón que pagaba algún tipo de derecho aduanero.

Ahora bien, a partir de 1916 como se ha argumentado en los párrafos anteriores y como lo plantean Labraga *et al.*, es lógico pensar que la Dirección General de Estadística comienzan a registrar el total de importación de carbón mineral, sin discriminar el destino del mismo. Esto genera una dificultad para la estimación, que permanece hasta el año 1927, cuando recién comienzan a diferenciarse las cantidades de carbón que no son para uso interno. Es así que, entre 1927 y 1933, comienzan a registrarse «exportaciones de carbón» y a partir de 1934 se especifica un rubro denominado «exportación de carbón para buques». De esta manera, para el periodo posterior a 1927 es posible obtener el consumo aparente de carbón, simplemente restando del total de importaciones, las exportaciones de carbón mineral. Resta, por tanto explicar cómo se estimó el consumo aparente de carbón para el periodo comprendido entre 1916 y 1926. Los anuarios estadísticos, entre 1905 y 1941 contienen cifras de la carga efectiva de carbón mineral en el puerto, que representaría el total de carbón arribado a Montevideo, sea para consumo interno o para aprovisionamiento de los buques. Si tomamos el año 1915, previo a la modificación del régimen fiscal descrito, podríamos aproximarnos al porcentaje de carbón mineral destinado a consumo interno, calculando el porcentaje del total de importaciones sobre el total de carga efectiva de carbón en el puerto (puesto que hasta 1915, las importaciones de los Anuarios sólo consideraban el carbón para uso interno). Esto nos da que, un 59% del total de carbón que llegaba a Montevideo era para uso interno, mientras que el 41% restante se destinaba a abastecer a los buques. Por otra parte, en el año 1927 —que como dijimos anteriormente es posible aproximarnos al consumo aparente (en la medida que tenemos también datos de carbón destinado a los buques)—, el porcentaje destinado al consumo interno asciende a 74%, es decir, que disminuye el porcentaje de carbón mineral para abastecer buques. Este fenómeno es coherente con dos procesos simultáneos que se estaba experimentando en el país: la sustitución del carbón mineral por el petróleo,

tanto en la industria y en la generación de energía eléctrica como en el combustible de los ferrocarriles, y la disminución de la importancia del Puerto de Montevideo, como abastecedor de las flotas del Atlántico sur.

Entonces, tomando la evolución de la carga efectiva de carbón en el puerto, y considerando una disminución lineal del porcentaje de carbón destinado al abastecimiento de buques que contempla la sustitución del carbón por el petróleo entre 1915 y 1927, se realizó una estimación del consumo aparente de carbón para dicho período. Este mismo criterio se utilizó para estimar el consumo en los años 1912-1914, en que no fue posible ubicar los datos de importación de carbón mineral en los anuarios.

Luego, para 1927-1936 como se mencionó anteriormente, a partir de las cifras de los anuarios estadísticos puede estimarse el consumo aparente de carbón, restando a las importaciones, las exportaciones de carbón mineral para buques.[80]

2. 1937-1960

   A partir de 1937 y hasta 1960, Oxman (1961) presenta una estimación del consumo bruto de carbón, que incluiría la variación de existencias (con datos de ANCAP y CEPAL). Según el autor, el consumo bruto refiere a la cantidad de energía que se incorpora a la economía en su forma primaria.[81]

   Para el período, 1937-1943, se pudo comparar la estimación previa (consumo aparente) con el consumo bruto que presenta Oxman, obteniendo un coeficiente de correlación de 95%, y lo que permite respaldar la metodología adoptada para el período anterior.

3. 1961-2005

   Finalmente, en el año 1965 comienza a elaborarse el Balance Energético Nacional que brinda datos de la oferta bruta por fuente de energía primaria.[82] Este es el dato utilizado en la serie hasta 2005.

   Para los cuatro años anteriores, 1961-1964, en que no se cuenta con datos de consumo se llevó a cabo la estimación del mismo aplicando la tasa de variación de las importaciones de carbón —de los Anuarios Estadísticos—, al valor de 1960 estimado.

### *Empalme y homogeneización de los datos*

En la fase final de construcción de la serie de consumo de carbón como energía primaria, se empalmaron todas las series, desde el presente hasta el origen: a partir de la oferta bruta de carbón del Balance Energético Nacional extrapolamos hacia atrás con la tasas de variación del Consumo Bruto de Oxman y con la serie de consumo aparente de energía estimada. De esta manera, se pretendió contemplar la variación de existencias, para la que —antes de 1937— no se dispone de información. Se asumió que la misma varió de acuerdo a como lo hizo el consumo.

---

80 Se consideró que las «exportaciones de carbón» que figuran en los anuarios para 1927-1933 corresponde a exportaciones de carbón para buques como aparece a partir de 1934, dada la magnitud de las cifras y constituye un supuesto coherente.

81 Oxman, R. (1961: 11).

82 La oferta bruta del *Balance Energético* incluye las importaciones más la variación de existencias.

| Cuadro 2. Cuadro de Síntesis. Decisiones metodológicas para la construcción de la serie de consumo de carbón mineral en uruguay (1879-2005) | |
|---|---|
| 1879-1915 | Importaciones directamente de los anuarios estadísticos<br>(Las importaciones no incluyen carbón de bunkers). |
| 1916-1926 | Importaciones del año 1915 (que es igual al total importado, porque no incluye bunkers) y se calcula el CAE del año 1927. En ambos años, se calcula el porcentaje de carbón para bunkers en base al total de carga efectiva en el puerto, y se calcula el CAE a través de una interpolación lineal en ese período. |
| 1927-1936 | Cálculo del CAE directamente de anuarios (M – E) |
| 1937-1960 | Consumo Bruto de Oxman (M + VE) |
| 1961-1964 | Variación de las importaciones de anuarios estadísticos aplicadas a la oferta bruta del Balance Energético Nacional. |
| 1965-2005 | Oferta Bruta por fuente de energía primaria del Balance Energético Nacional (M+VE). A la serie original en ktep se aplicó el coeficiente de conversión 0.70 para pasar a toneladas. |

# El sector eléctrico factor de inestabilidad del sistema energético

El proceso de modernización energética, característico de los últimos dos siglos, ha implicado la penetración en el entramado económico y social de la electricidad. Se ha identificado su difusión, junto a la ingeniería pesada, como una penetrante combinación que afectó enteramente a la economía y a la sociedad, abriendo paso a un cambio de paradigma tecnoeconómico. El desarrollo de nuevos productos y procesos, pero también el rediseño de otros, caracterizarían la adopción y difusión del sistema técnico asociado a la energía eléctrica (Freeman, 1989; Pérez, 1983).

En un trabajo anterior (Bertoni, 2002) se llevó cabo una primera aproximación al fenómeno de la adopción y difusión de esta forma de energía moderna en Uruguay. Con base en buena parte de la evidencia presentada en aquel trabajo y en nuevos elementos surgidos de las investigaciones llevadas a cabo desde entonces, en este capítulo se discute la dinámica de la electrificación y su incidencia en el sistema energético. Ello permite una mejor comprensión de los requerimientos de energía primaria que se derivan de la demanda de combustibles por las centrales de generación térmica y su incidencia en la dinámica de la dependencia energética. También contribuye a dimensionar el problema que conlleva la tardía incorporación de la hidroelectricidad en la matriz, su contribución a la autonomía energética y el impacto económico de la irregular performance de estas centrales. Pero además, el análisis de la estructura del consumo de electricidad permite volver a discutir el fenómeno de la acelerada residencialización que identificamos en el capítulo anterior como uno de los problemas estructurales del sistema energético uruguayo.

El capítulo agrega (y discute) nueva evidencia con el objetivo de contribuir a identificar el tercer cuarto del siglo XX, como el momento clave para explicar los problemas estructurales del sistema energético uruguayo. En esa medida amplía los argumentos desarrollados en el Capítulo 3 y, con ello, replantea la necesidad de analizar el esfuerzo energético global y su impacto económico. De ello se ocupa el Capítulo 5.

El esquema a seguir es el siguiente: primero se insiste de manera muy breve en la importancia de la adopción y difusión de la energía eléctrica, luego se aporta algunos elementos básicos para entender la especificidad del proceso de electrificación en Uruguay y los modelos de regulación que articularon dicho proceso y finalmente se analiza la evolución del consumo y la producción en el largo plazo.

## Electrificación y modernización

Los últimos años del siglo XIX y los primeros años del siglo XX coinciden con novedades sustanciales en la tecnología energética disponible. La electricidad y los derivados del petróleo configuraron un nuevo escenario energético que ofreció la posibilidad de incrementar notablemente la productividad de la industria, el desarrollo de los transportes y el nivel de vida de gran parte de la población. Estas transformaciones tuvieron lugar en los países capitalistas avanzados, pero se difundieron rápidamente a las demás regiones del mundo, aunque con grados de penetración muy dispares.

La electricidad se convirtió en una realidad comercial desde la década de 1880, provocando cambios fundamentales en el uso de la energía moderna. Desde entonces, desafió al paradigma dominado por el carbón y la máquina de vapor, en aquellos países en que se procesaba el crecimiento económico moderno. La máquina de vapor era un convertidor eficiente sólo en potencias relativamente elevadas y resultaba muy inflexible: en las fábricas había un centro generador de energía que luego era distribuida a diversas máquinas mediante un engorroso sistema de barras, poleas y correas. Un considerable número de actividades industriales no podían acceder a la mecanización bajo este sistema.

La electricidad ofreció la posibilidad de que la producción de energía se separara de la producción de bienes, liberándola de la rigidez en la dimensión y localización impuesta por la máquina de vapor. Su aplicación, primero limitada a la iluminación, se amplió con el desarrollo del motor eléctrico y de los avances tecnológicos que permitieron su transmisión a grandes distancias. La mecanización pudo extenderse, de esa manera, a muchos procesos productivos hasta entonces manuales; pero además, la electricidad permitió el desarrollo de otros absolutamente nuevos como la electrólisis del aluminio e indujo la aparición de nuevos bienes como los electrodomésticos.

La iluminación fue uno de los primeros usos en que la energía eléctrica esgrimió su superioridad. Hasta la invención de la lámpara de filamento su utilización se limitó al alumbrado público y algunos comercios o lugares dedicados a la celebración de espectáculos nocturnos. Pero una vez que se difundió la lámpara incandescente se impuso en todos los ámbitos.

La utilización de la energía eléctrica como fuerza motriz en el transporte se constituyó en otro fenómeno innovativo a destacar. Los tranvías y los trenes urbanos tuvieron una nueva fuente de tracción y desde mediados de la década de 1880 demostraron la importante articulación existente entre el acero, la electricidad y la ingeniería. Especialmente debe hacerse mención a los «subterráneos»: en las décadas de 1880 y 1890, los tranvías eléctricos y los amplios sistemas de «metro» se difundieron rápidamente en las áreas industriales de Europa Occidental y Estados Unidos.

Desde el punto de vista de su relación con la producción material, la aplicación industrial de la energía eléctrica cobra una dimensión singular. Por supuesto que la espectacularidad del cambio se hace notoria en sus aplicaciones en la electrometalurgia y la electroquímica. Pero, tan o más importante en el largo plazo, fue la utilización de

la energía eléctrica como fuerza motriz por varios sectores industriales. En este sentido la difusión del motor eléctrico se convierte en un fenómeno de capital importancia porque termina con la rigidez que imponía a las dimensiones de los establecimientos el sistema técnico del carbón y el vapor.

La electricidad es una forma de energía secundaria que para producirse necesita de un generador, para mover el cual es imprescindible el uso de energía. Esta transformación implica inevitablemente pérdidas, pero la flexibilidad en el acceso y la multiplicidad de aplicaciones compensan con creces ese problema. La energía eléctrica puede utilizarse para generar luz, calor o fuerza y se transporta con facilidad a domicilios y fábricas, pudiendo el consumidor usar la cantidad necesaria y en el momento que lo requiera. En este sentido, podría decirse que se trata de una forma de energía de alta calidad para el usuario. La importancia de la electricidad en el aparato productivo y en la vida de los individuos se debe al alto grado de polivalencia de este sistema técnico; expresado de otra manera, su enorme potencial de utilización efectiva en los distintos ámbitos de la actividad humana, mercantil o no.

> El principal atributo de la energía eléctrica es su movilidad. Ella puede ser tomada en cualquier punto a lo largo de un par de cables. Otros métodos de conversión de energía desde una planta central hasta los pequeños consumidores fueron probados, pero ninguno fue tan conveniente o eficiente como el método eléctrico, porque la energía calórica de una caldera o la energía cinética de una caída de agua, es convertida en energía eléctrica y entonces puede ser transformada en energía mecánica por los motores eléctricos de los consumidores. Tecnológicamente, este es, por lejos, el rol más importante de la electricidad (Oxford History of Technology)[83]

Aunque la generación de energía eléctrica implica la intervención en el proceso de otra forma de energía, como ha quedado definido en el Capítulo 1, aquí se considera energía primaria a la electricidad producida en las centrales hidroeléctricas, por lo cual su incorporación al sistema energético se supone directa.

## Electrificación y regulación

La generación de energía eléctrica puede perseguir distintos objetivos: puede ser una actividad subsidiaria de la actividad principal de una empresa (industria, transporte) que suministra este nuevo tipo de energía a sus establecimientos para iluminación o como fuerza motriz capaz de mover la maquinaria; pero también, la producción de electricidad puede considerarse una actividad que persigue la finalidad de proveer este tipo de energía como servicio público con destino a satisfacer las necesidades de las familias, de las empresas y de la comunidad en su conjunto, como es el caso del alumbrado público. La adopción y difusión de la energía eléctrica en Uruguay transitó esos dos caminos en paralelo.

Algunas empresas, especialmente en el sector manufacturero, incorporaron esta nueva forma de energía a través de la adquisición de generadores para producir el

83 Citado por Freeman (1989: 309).

fluido, a los efectos de iluminar y obtener fuerza motriz para mover las máquinas; esta inversión constituyó una necesidad en los comienzos de la difusión del sistema técnico de la electricidad. Las dificultades del transporte y las potencias exigidas por grandes plantas fueron factores que incidieron frecuentemente en aquel tipo de decisión. Este fenómeno puede detectarse en algunas ramas del sector manufacturero y en los transportes (tranvías).

Según las fuentes consultadas, en el interior del país se encuentran los pioneros de la adopción de la tecnología asociada a la electricidad, instalando centrales para el suministro de este tipo de energía. A la central hidroeléctrica de Cuñapirú de la compañía Minas de Oro del Uruguay que inició la generación (1882), debe agregarse la inauguración de la usina termoeléctrica para el alumbrado de la fábrica de conservas de carne Liebig's de Fray Bentos en 1883.

Aunque un poco posterior, es menester referir al caso del establecimiento textil La Industrial de Salvo, Campomar y Cía. en Puerto del Sauce, hoy Juan L. Lacaze (Departamento de Colonia). Esta industria instaló, en 1907, un gran dínamo de 750 HP que movía a electricidad toda la maquinaria y otro de 150 HP que proporcionaba luz (Jacob, 1981a: 74). Todavía en una fecha tan avanzada en el proceso de electrificación en el país, como lo es el año 1939, puede constatarse la importancia de la autoproducción en ese establecimiento

> la energía motriz se produce allí mismo mediante una poderosísima Usina Eléctrica propia, que en capacidad motriz sólo es superada en el país por la que posee la UTE. Ya decimos en otro lado que la caldera de esa Usina, quema por lo menos, diez toneladas diarias de fuel-oil.[84]

En Montevideo, los primeros establecimientos en incorporar generadores de corriente eléctrica en sus instalaciones fueron el saladero de Arrivillaga e Hijos en el Cerro y el Molino del Comercio en Arroyo Seco los que, en 1886, inauguraron sus respectivas usinas térmicas. La Frigorífica Uruguaya, que inició sus faenas el 22 de diciembre de 1904 utilizó los servicios de un generador que suministraba energía eléctrica a las instalaciones (Beretta *et al.*, 1978: 151).

Parece quedar de manifiesto que, en ausencia de un servicio público de suministro de electricidad, la autoproducción se convirtió en la única alternativa para incorporar tecnología asociada a aquella nueva forma de energía y esto sólo habría sido viable para los grandes establecimientos.

Como se verá más adelante, a partir de 1909 y fundamentalmente desde 1932, las nuevas condiciones de generación y transmisión permitieron al servicio público de energía eléctrica vender electricidad como fuerza motriz en Montevideo y muchas localidades del centro-sur del país que hasta entonces carecían de la misma. El resultado de este proceso habría sido la disminución de la autogeneración. No obstante, ya sea por razones de conveniencia técnica (papeleras) o por deficiencias en el

84 *El Día*. Montevideo, 25 de agosto de 1939. (Suplemento. Número extraordinario de publicidad industrial. Por la Industria Textil y adhesión a la efemérides patria. Campomar y Soulas SA).

servicio público, un número no determinado de establecimientos industriales optó por mantener generadores para proveerse de electricidad. En el caso del transporte la autogeneración habría perdido importancia en tiempos relativamente tempranos, cubriéndose sus requerimientos —ya desde la segunda década del siglo XX— por el servicio público.

En un trabajo de CEPAL (1962: 189) sobre la evolución de la electricidad en América Latina, se considera que la autoproducción sólo cumplía un rol marginal, desestimándola en la estructura de la producción de energía eléctrica en el país. Cuando aparece un registro estadístico de la autoproducción, en los años sesenta del siglo XX, su participación nunca superó el 4% de la producción total de energía eléctrica en el país.[85] Debe destacarse que el sector manufacturero siguió siendo el ámbito donde se desarrolló ese tipo de producción.

El otro canal a través del cual se efectivizó la adopción y difusión de la energía eléctrica fue el establecimiento de un servicio público para la provisión a suscriptores. Mientras que la autoproducción es un fenómeno interno a la empresa, la producción para terceros plantea la cuestión de quién toma a su cargo el suministro de un servicio que se caracteriza, desde sus orígenes, por una fuerte tendencia a constituirse en «monopolio natural».

Esta particularidad de la industria eléctrica conlleva una muy temprana discusión sobre las formas institucionales capaces de hacer efectiva una regulación del sector. En lo que respecta a la provisión de energía eléctrica a terceros en carácter de servicio público, la sociedad uruguaya instrumentó tempranamente mecanismos para lograr ese objetivo.

Antes de finalizar la década del ochenta del siglo XIX tuvieron lugar los primeros ensayos para la iluminación eléctrica de Montevideo. Una modesta central térmica en la calle Yerbal, inaugurada bajo la dirección de Marcelino Díaz y García en régimen de concesión de servicio público, se hizo cargo del alumbrado público a partir de 1887 y ofreció el suministro por suscripción para la población de la capital.

La actividad de la denominada Sociedad Anónima de Alumbrado a Luz Eléctrica-La Uruguaya constituyó la primera experiencia de suministro de energía eléctrica con carácter de servicio público en el país. Pero la compañía debió vencer muchas dificultades financieras (y también técnicas) para cumplir con el contrato celebrado y, por esta razón, el suministro a particulares quedó en un segundo plano de prioridades, avanzando muy lentamente. Sería recién después de 1895, inaugurada una nueva usina térmica en el barrio Arroyo Seco, que podría hablarse de un suministro relativamente regular de energía eléctrica a particulares en Montevideo. Para entonces, la «crisis del noventa» ya había arrastrado a la quiebra a la empresa responsable del suministro público de electricidad, pasando la propiedad de las instalaciones a manos municipales y asumiendo el poder ejecutivo la explotación de las mismas. Una ley de «transformación de la usina eléctrica de Montevideo» consumó el pasaje del servicio

85 *Balance Energético Nacional* publicado por la DNETN del MIEM. La misma fuente registra 0,6% de incidencia de las «centrales eléctricas de autoproducción» en el total de la generación eléctrica en 2000.

público a manos estatales[86] y, en 1909, la ampliación de la capacidad de generación y transmisión de la usina térmica de Arroyo Seco aseguró, además del suministro de electricidad las veinticuatro horas, la potencia suficiente para abastecer a la industria con fuerza motriz en Montevideo.

En el interior del país, la primera localidad que contó con servicio público de energía eléctrica fue Salto (1894). El otorgamiento por parte del estado uruguayo de concesiones a empresarios privados, para la generación y comercialización de la energía eléctrica, fue el arreglo institucional que permitió la difusión de la electricidad en el interior del país. En la primera década del siglo XX se incrementó rápidamente el número de concesionarios de este servicio. Como resultado de ello, al crearse por ley la Administración General de Usinas Eléctricas del Estado que estableció el monopolio estatal de la generación, transmisión y distribución de electricidad (1912), existían en el interior del país trece localidades con servicios eléctricos atendidos por empresas de propiedad privada y una en que dicho servicio era de propiedad municipal (Fray Bentos).

El marco institucional emergente de la creación de la Administración General de las Usinas Eléctricas del Estado abrió una nueva fase en el proceso de adopción y difusión de la electricidad en el país. La estrategia definida e implementada desde esa empresa pública determinó un extraordinario impulso a la electrificación, ampliando la potencia de las centrales de generación en Montevideo y difundiendo el servicio público en el interior del país, a través de un doble proceso de la estatización de las usinas particulares existentes y la creación de nuevas centrales de generación y, desde 1932, conectando un importante número de localidades del sur del país a líneas de alta tensión abastecidas desde la capital.[87] Puede afirmarse que, desde entonces, la participación de la generación para terceros por parte de firmas privadas se convirtió en un fenómeno marginal, rémora de un marco regulatorio ya superado.

En la década de 1940, la inauguración de la primera central hidroeléctrica (Rincón del Bonete sobre el Río Negro) permitió, la construcción de varios circuitos o sistemas de transmisión para alimentar muchas localidades. Una particularidad de estas obras fue la interconexión Montevideo-Rincón del Bonete, dando lugar a un sistema mixto (termo e hidroelectricidad) que abasteció rápidamente a la capital y la zona central-oeste del territorio. Ya en 1950 este sistema generaba casi el 90% del total de la energía eléctrica producida en el país, cifra en correspondencia con la capacidad instalada que representaba un porcentaje similar del total.[88]

86 Por Ley de 27 de setiembre de 1906 (Decreto Reglamentario de 10 de octubre del mismo año) se designa a la Compañía de Luz Eléctrica como Usina Eléctrica de Montevideo (art. 2).

87 En 1932, la puesta en funcionamiento de la nueva central térmica José Batlle y Ordóñez habilitó también la inauguración de las líneas de alta tensión Central y Centenario. Hacia 1936, estas líneas tenían una extensión de 116 y 168 km, comprendiendo 35 y 39 estaciones de transformación, respectivamente

88 El resto era producido por unidades diesel que abastecían pequeñas localidades no incorporadas a las redes de transmisión.

El proceso de electrificación, en la segunda mitad del siglo XX, se caracterizó por la modalidad de incorporar a través de nuevas líneas de alta tensión más localidades al «sistema interconectado», el que sería reforzado en su capacidad de generación a través de sucesivas ampliaciones del parque térmico y —fundamentalmente— por la puesta en funcionamiento de tres nuevas centrales hidroeléctricas: Baygorria (1960), Salto Grande (1979) y Palmar (1982).

El fenómeno más importante en el último cuarto del siglo XX, desde el punto de vista de la difusión de la electricidad, está asociado con la electrificación rural. A través de planes especiales y una política de subsidios, se logró incorporar unidades productivas agropecuarias que se mantenían sin posibilidad de conexión al suministro público.

La otra novedad en el sector eléctrico estuvo representada por la integración eléctrica regional, especialmente la interconexión con Argentina, a través de las obras vinculadas a la central hidroeléctrica de Salto Grande.

¿Cómo fue regulado este proceso de electrificación? ¿Cuáles fueron los arreglos institucionales en los que se sustentó dicho proceso? Esquemáticamente se pueden identificar tres escenarios diferentes que definirían el marco regulatorio del sector eléctrico entre 1880 y fines del siglo XX:

a. el predominio de la iniciativa privada, entre 1886 y 1912;
b. el monopolio estatal (1912-1977); y
c. el intento de desmonopolizar el mercado eléctrico  través de un nuevo régimen de incentivo a la iniciativa privada (desde 1977).

*El predominio de la iniciativa privada*

El primer período se correspondería con la ausencia de una legislación regulatoria propiamente dicha. Puede ubicarse entre los orígenes de la industria eléctrica en el país, en la década de 1880 y la promulgación de la ley n.º 4.273 de 21 de octubre de 1912 que crea la Administración General de Usinas Eléctricas del Estado, constituyéndose como ente autónomo al que se otorga el monopolio estatal del suministro eléctrico en todo el país.

Podría caracterizárselo como una etapa en que empresas privadas eran las que tenían a su cargo el suministro de energía eléctrica, en régimen de concesión de servicio público. Los contratos firmados otorgaban la exclusividad a la empresa concesionaria, en la localidad correspondiente, por un lapso que generalmente se fijaba en veinte o 25 años, al final de los cuales las instalaciones pasaban —de no mediar otro tipo de acuerdo— a manos de las administraciones municipales. Esta fue la modalidad que guió el establecimiento de las primeras usinas en Montevideo y en el interior del país, las cuales tenían por cometido esencial el alumbrado público y particular.[89]

89 Una idea de los términos y las condiciones de los contratos ofrece Medina Vidal al referirse a los comienzos del servicio público de electricidad en Paysandú: «La concesión fue otorgada por la Junta Económico Administrativa de Paysandú a Don Martín Etchebarne, el 29 de octubre de 1899 y luego de haber informado de conformidad el Departamento Nacional de Ingenieros, la Contaduría General del Estado y el Fiscal de Gobierno, el Presidente Cuestas resolvió, el 15 de marzo de 1900, aprobar

Bajo este régimen se inauguró el servicio público de electricidad en Montevideo en 1887. La firma del contrato con Don Marcelino Díaz y García, en representación de la Compañía de Luz Eléctrica La Uruguaya se llevó a cabo en agosto de dicho año y de inmediato se comenzó a cubrir las necesidades del alumbrado público y particular en el centro de la ciudad. En el ambiente de profusas inversiones que caracterizó a la segunda mitad de los años ochenta, se llevó a cabo una ampliación del capital de la empresa y su vinculación con el círculo del inversionista español Emilio Reus. La inauguración de una nueva usina permitió a partir de 1889 «dar luz definitivamente a 250 manzanas de la nueva y novísima ciudad (Aguada y Cordón) donde no había existido hasta entonces ningún sistema de alumbrado» (Medina Vidal, 1952: 67).

La fuerza de los hechos —especialmente la quiebra del Banco Nacional que era depositario de la mayoría de las acciones de la Compañía de la Luz Eléctrica— obligó al Estado a tomar cartas en el asunto y, en un largo proceso al que no fueron ajenos duros enfrentamientos con el municipio montevideano, se iniciaría un proceso cuyo resultado fue la definitiva estatización.

En 1897, debido a las dificultades financieras y las amenazas que ello significaba para la regularidad del servicio, el Estado asumió provisionalmente la administración de la empresa de luz eléctrica de Montevideo. La disputa con la Junta Económico-Administrativa de la capital se resolvió a favor del poder central y con el Decreto de 2 de marzo de 1905 y la ley de 27 de setiembre de 1906 —la Ley de Transformación— se allanó el camino de la estatización que culminará con la sanción de la ley de 21 de octubre de 1912 estableciéndose el monopolio de las Usinas Eléctricas del Estado para la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica en el territorio nacional.

En el interior, el primer centro poblado que contó con servicio público de energía eléctrica fue Salto, llevándose a cabo la firma de la concesión con los señores Fancone y Pouyeaux que, en 1894, comenzaron la producción. En 1912 había trece localidades cuya demanda de electricidad era atendida por empresas concesionarias. Un caso excepcional lo representaba Fray Bentos donde la usina, de propiedad municipal, estaba en producción desde 1908.

Resultaría interesante reflexionar sobre la incidencia que pudo tener el «modelo empresarial» que implicaba aquel marco regulatorio, en el ritmo de difusión de la energía eléctrica y por lo tanto en la flexibilidad de la oferta. En muchos países la electrificación del alumbrado público y aún de los hogares marchó de la mano de la electrificación de los tranvías. Así, las empresas concesionarias del transporte urbano aprovechaban las economías de escala derivadas de la combinación del suministro de fuerza motriz para sus «vagones» con el suministro de energía eléctrica al Municipio

la decisión de la junta. El 24 de abril de ese mismo año se firmó la escritura de concesión». Agregando más adelante: «El plazo de la concesión se fijaba en veinte años, a cuyo vencimiento toda la instalación pasaría a la Junta. Posteriormente, por otros documentos, se estableció el plazo de 30 años y luego, ya en funcionamiento el alumbrado, se dejó sentado que el plazo vencía el 1º de diciembre de 1931» (Medina Vidal, 1952: 174).

y a particulares. La tenaz negativa del batllismo, manejando el aparato estatal desde comienzos del siglo XX, a permitir la concentración en manos de firmas privadas (especialmente británicas) de servicios públicos vitales, puede explicar el mantenimiento del suministro a terceros de electricidad como una actividad independiente y, en lo posible, en manos del Estado.

*El monopolio estatal (1912-1977)*

Bajo el segundo gobierno de José Batlle y Ordóñez (1911-1915) se concreta el andamiaje jurídico que impone efectivamente un marco regulatorio al sector eléctrico; el mismo establece de manera contundente el monopolio estatal de la generación, transmisión y distribución:

> Artículo 6º. Confiérese a las «Usinas Eléctricas del Estado», con exclusión de toda otra empresa o persona, la provisión a terceros, de energía eléctrica para alumbrado, fuerza motriz, tracción y demás aplicaciones en todas las ciudades y pueblos de la República...[90]

Las únicas excepciones a esta tan precisa definición son los contratos firmados con las empresas de tranvías, autorizadas por leyes especiales para producir la energía necesaria para sus servicios y las concesiones otorgadas en el interior del país. Pero, en este último caso se establece expresamente:

> Artículo 8º. Autorízase al Poder Ejecutivo para que cuando lo juzgue conveniente al interés público y mediante avenimiento con las empresas o judicialmente, si el acuerdo no fuera posible, rescate las concesiones que han sido otorgadas...[91]

Estas citas permiten percibir el escenario institucional en que se desarrollaría la electrificación en los siguientes sesenta y cinco años.

Vale la pena detenerse un momento en los argumentos manejados por el Poder Ejecutivo en el mensaje que acompañaba el proyecto de ley que daría lugar a este nuevo marco regulatorio. La vigencia de los mismos en el pensamiento de los «hacedores de política» a lo largo del siglo XX uruguayo justifica este alto en el camino. Pero además, permite dimensionar la acción de factores institucionales en la dinámica de la adopción y difusión de la energía eléctrica en Uruguay.

Para Batlle «es un fenómeno económico y social de orden general el de la explotación colectiva de los servicios públicos [...] que forma parte de la evolución contemporánea como la concentración industrial», por consiguiente se trataría del resultado lógico de un proceso evolutivo que no sólo permitiría satisfacer necesidades sociales acordes con el grado de desarrollo alcanzado, sino también

> prevenir el peligro, a que nos ha apercibido la experiencia propia y el conocimiento de la ajena, de que, librados ciertos servicios, que no permiten con facilidad la concurrencia, al poder de los grandes capitales, degeneran en abusivos e inconvenientes monopolios. (Citado en Medina Vidal, 1952: 114)

90 Administración General de las Usinas Eléctricas del Estado. Leyes y Decretos relativos a su creación, organización y funcionamiento. Montevideo, 1919.

91 Ibídem.

La preocupación por lo que puede definirse como «monopolios naturales» está presente en el pensamiento batllista y se argumenta a favor de la intervención estatal en esos casos

> se trata sencillamente y en pocas palabras, de favorecer al público, mejorando, extendiendo y abaratando los servicios, evitándose al mismo tiempo las dificultades que surgen del régimen de las concesiones [...] Se quiere solamente pasar al Estado o al Municipio, como órgano de administración de los intereses generales o locales, el monopolio que necesariamente ha de ejercer una empresa privada, o varias, fuertemente ligadas por las múltiples e ingeniosas combinaciones modernas creadas por la concentración capitalista. (Citado en Medina Vidal, 1952: 115)

El perfil estatista del primer batllismo conlleva la necesidad de convertir el suministro de los servicios públicos en actividad específica de empresas públicas, descartando la posibilidad de la regulación de la actividad privada

> las concesiones no pueden contemplar el interés público: los plazos de duración resultan, en el hecho, y por razones bien comprensibles, demasiado largos; las tarifas quedan inmovilizadas y no todos pueden utilizar el servicio, por las dificultades opuestas a su desarrollo, por la extensión e intensificación de la vida urbana. (Citado en Medina Vidal, 1952: 115)

Finalmente se apela a la experiencia realizada en la capital del país, desde 1897, para intentar demostrar la validez de los principios y valores que inspiran la fundamentación

> los resultados obtenidos en la explotación de la Usina Eléctrica de Montevideo, no han podido ser más halagüeños [...] contrariando una vez más a aquellos que no creen en la capacidad del Estado para regentear y dirigir con éxito esos organismos [...] Recibimos el servicio de una empresa particular, en pleno atraso, mal servida, con máquinas e instalaciones anticuadas e insuficientes y con tarifas elevadas y, en pocos años, con resolución y con sólo elementos nacionales que han respondido ampliamente a la confianza que el Poder Ejecutivo depositó en ellos, hemos organizado y transformado fundamentalmente todo el organismo [...] Las razones que determinan la intervención del Poder Ejecutivo en la Usina de la Capital, explican también la de las usinas de las ciudades y pueblos más importantes de la República. (Citado en Medina Vidal, 1952: 116)

El desarrollo de la energía eléctrica en el país queda pues, desde 1912, asociado a la política energética que se defina desde el Estado y a la capacidad y eficiencia con que se manejara la Administración; pero también, el financiamiento de las obras vinculadas a la expansión de la Administración General de las Usinas Eléctricas del Estado, se convierte en un problema financiero a resolver en el marco de la administración pública.

Con la creación de la Administración General de las Usinas Eléctricas del Estado se inicia un proceso de estatización y creación de usinas en el interior de la República que culminará en 1947. Este avance estatista avasallante no debe ocultar que, hasta

dicho año, la UEE/UTE[92] convive con empresas privadas concesionarias del suministro de electricidad.

El monopolio de la generación, transmisión y distribución en todo el territorio nacional quedó consumado hacia 1947 y coincidió con otro hecho de gran relevancia: la implantación de una estructura de tarifas única para toda la república (Carracelas, Ceni y Torrelli, 2006).

A grandes rasgos, puede decirse que las obras de infraestructura que posibilitaron la electrificación del país hasta 1940 fueron financiadas con la emisión de deuda interna, parte de cuya colocación fue orientada desde muy temprano hacia los organismos de seguridad social, primero de manera indicativa y luego compulsivamente (Azar *et al.*, 2009).

En 1942 tiene lugar la concreción del primer préstamo internacional para obras de infraestructura vinculadas a la producción de electricidad: el gobierno uruguayo contrae un préstamo en el Eximbank de los Estados Unidos, para culminar la central hidroeléctrica de Rincón del Bonete. Este fue el punto de partida de importantes aportes de capital extranjero para la ampliación de las centrales de generación y las líneas de transmisión y distribución.

A manera de síntesis podrían señalarse dos etapas distintas, definidas por la fuente de financiamiento para la electrificación del país bajo el monopolio estatal, una primera que tiene su origen en el propio nacimiento de las UEE en que la emisión de deuda interna parece un mecanismo eficiente para hacer frente al desafío de extender el servicio de electricidad con el fin de satisfacer la demanda de familias y empresas; una segunda etapa se abre durante la Segunda Guerra Mundial y se caracteriza por la utilización de créditos provenientes del sistema financiero norteamericano o de organismos internacionales y, por lo tanto, generadores de un fuerte endeudamiento externo.

Las obras hidroeléctricas de Salto Grande y Palmar se inscriben en esa tónica. No obstante, es muy importante señalar que a la financiación de las mismas contribuyó el Fondo Energético Nacional, constituido con la emisión de «bonos energéticos reajustables» en el mercado doméstico (Bertoni y Caldes, 2008).

### *Un nuevo régimen de incentivo a la iniciativa privada*

La política económica de la dictadura uruguaya trajo muchas novedades y, en el marco de lo que Notaro (1984) ha denominado el «intervencionismo reestructurador», incursionó en el sector eléctrico imponiendo un nuevo marco regulatorio que terminó, en 1977, con sesenta y cinco años de monopolio estatal en la industria eléctrica.

La Ley Nacional de Electricidad y el Decreto Reglamentario de la misma representarían un cambio cualitativo en el ambiente institucional en que se podrían

92 Usinas Eléctricas del Estado (1912-1931) que cambiaron su nombre al ampliar el giro con la telefonía por Usinas y Teléfonos del Estado (1931-1974). La dictadura separó los negocios de telefonía creando la Administración Nacional de Telecomunicaciones (ANTEL) en 1974 y la UTE mantuvo su sigla, pero ahora originada en un nuevo nombre: Usinas y Transmisiones Eléctricas.

desarrollar, de allí en más, las actividades vinculadas a la producción y comercialización de la energía eléctrica en el país.

En la nueva normativa se clasifican las actividades de la industria eléctrica en dos categorías: autoproducción y servicio público de electricidad (Dcto. 339/979 art. 1º). A pesar de declararse, en el mismo decreto, a la autoproducción como una actividad libre, ella queda sujeta a una serie de controles, autorizaciones y concesiones (Art. 4º).

Es en relación al servicio público de electricidad, definido como aquellas actividades de la industria eléctrica «en cuanto se destinen total o parcialmente a terceros en forma regular y permanente» (Ley n.º 14.694 art. 2º) que el «intervensionismo reestructurador» caló hondo en el marco regulatorio vigente

> Art. 6º. La Administración Nacional de las Usinas y Trasmisiones Eléctricas (UTE) tendrá por cometido realizar actividades que constituyen «servicio público de electricidad» de acuerdo con el artículo 2º.
>
> En el caso que medie resolución expresa del Poder Ejecutivo y previa opinión de la UTE, el suministro del servicio podrá otorgarse en régimen de concesión a otras empresas eléctricas, las cuales tendrán exclusividad en el área geográfica que se les asigne [...] (RNLD, 1977)

La manera en que está redactado este artículo hace confusa la interpretación. Parecería que las concesiones a particulares para producir electricidad en régimen de servicio público estuvieran sometidas a la discrecionalidad del Poder Ejecutivo; el Decreto Reglamentario se encarga de explicitar el alcance de la misma

> Artículo 19. Las actividades que constituyen servicio público de electricidad de acuerdo con el artículo 1º de la presente Reglamentación podrán ser realizadas, en todas sus etapas o en alguna o algunas de ellas, por personas privadas, individuales o colectivas, mediante el otorgamiento por parte del Estado de una concesión que las habilite a ello, en las situaciones y con los requisitos que se establecen seguidamente. (RNLD, 1979)

Si bien en el artículo siguiente se establece como requisito, en todos los casos, una resolución expresa del Poder Ejecutivo previa consulta a la UTE, se consagra de manera clara y terminante la procedencia de la iniciativa privada en el desarrollo del servicio público de electricidad.

Más allá de precisiones formales, el cambio sustancial está dado por el hecho de que la UTE pierde el monopolio que se le había conferido en 1912, «con exclusión de toda otra empresa o persona», para la provisión a terceros de energía eléctrica en todas las ciudades y pueblos de la República. No obstante el Estado sigue jugando un rol fundamental en la regulación del sector eléctrico, estableciendo las reglas de juego y los controles correspondientes. A la intervención requerida para otorgamiento de concesiones, autorizaciones, etcétera, debe agregarse los criterios definidos para el cálculo y aplicación de las tarifas.

Como consecuencia del nuevo escenario en que debía moverse el ente, en el año 1980 se promulgó una nueva Ley Orgánica de UTE (Carracelas, Ceni y Torrelli, 2006).

El impacto de estas medidas fue nulo en las dos décadas siguientes. Entre las explicaciones posibles estaría la falta de racionalidad económica que subyace a este nuevo marco regulatorio, debido a las condiciones que imponía a la inversión privada.

No obstante, como en tantos otros aspectos, el gobierno —libre de ataduras institucionales y limitaciones en el ejercicio del poder— utilizó toda la fuerza del Estado para avanzar en un proceso de desmonopolizaciones que allanaría el camino a la estrategia más abiertamente liberal definida en la última década del siglo XX.

En 1997 se establece un Nuevo Marco Regulatorio para el sector eléctrico, que constituye el último paso dado hasta el momento en lo relativo a cambios legales (Ley n.º 16.832 del 17 de junio de 1997). Dicha ley fue sometida a consulta popular por iniciativa del Sindicato de UTE (AUTE) y, no contando con el apoyo de la oposición política, no alcanzó los votos necesarios para ser sometida a referéndum.

Este nuevo marco establece —modificando la Ley Nacional de Electricidad— que la actividad de generación no es un servicio público, y por lo tanto será considerada como una actividad libre que «podrá realizarse por cualquier agente, inclusive para su comercialización total o parcial a terceros en forma regular y permanente» (RNLD, 1997). Definida en estos términos la actividad, la propia norma impone la creación de la Unidad Reguladora de la Energía Eléctrica (UREE), posteriormente, denominada Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua (URSEA) de acuerdo a la Ley N.º 17.598 del 13 de diciembre del 2002.

El sector eléctrico se encuentra a la vanguardia de cambios regulatorios que son posteriormente ampliados a otros sectores de similares características., con la intención de separar las actividades productivas del Estado, de aquellas de carácter normativo-regulador.

A su vez, se crea una persona pública no estatal denominada Administración del Mercado Eléctrico (ADME) cuyo cometido es la administración del Despacho Nacional de Cargas y por tanto, del mercado mayorista de energía eléctrica que tendrá un régimen de libre acceso y de competencia para el suministro a los distribuidores y grandes consumidores.

A pesar de esta nueva regulación, que no hace otra cosa que profundizar el incentivo a la participación privada dentro del sector eléctrico, no se han producido cambios relevantes en el mercado eléctrico. A diferencia de la Ley de 1977, ahora sí parecen estar dadas las condiciones institucionales y las garantías necesarias para que ingresen operadores privados, por lo que las razones de la ausencia de cambios no parecen encontrarse en falencias del marco normativo, sino que habría que buscarlas en las características estructurales del sector eléctrico del país.

Sólo en los últimos años ha empezado a operar un mercado de la energía eléctrica, articulado a partir de la oferta realizada por algunas empresas manufactureras que tienen excedentes de generación y se espera una mayor dinámica de la mano de emprendimientos privados a través de la generación eólica y/o de los biocombustibles. Pero hasta 2000, año definido como límite en este trabajo, no es relevante el fenómeno.

## Expansión del servicio público

A pesar de haberse implementado el servicio público de electricidad a terceros en las últimas dos décadas del siglo XIX, no ha sido posible compatibilizar la información disponible para contar con datos de la expansión de dicho servicio, para todo el país, hasta los primeros años del siglo XX (Bertoni, 2002).

La cantidad de suscriptores ofrece una primera aproximación a la dinámica con que el nuevo sistema técnico asociado a la electricidad fue abriéndose camino en la sociedad uruguaya. En el Cuadro 9 se presenta de manera sintética la evolución del número de servicios que figuraban como suscriptores registrados de las usinas eléctricas (estatales y privadas) y, para dimensionar el alcance del fenómeno, la relación entre la cantidad de suscriptores y el total de la población, como una aproximación a la cobertura.

La extensión de los servicios de energía eléctrica habría permitido la rápida incorporación de hogares y empresas al nuevo sistema técnico asociado a la electricidad. Si aceptamos como indicador de cobertura el ratio «suscriptores por cada mil habitantes» puede afirmarse un marcado incremento de la misma en los primeros cuarenta años del siglo XX, lo que se asocia a la «etapa fácil» de la electrificación. Esto sin duda se explica por el importante grado de urbanización que ostentaba el país y la política de electrificación definida e implementada desde las Usinas Eléctricas del Estado (UEE).

Hacia 1940 el número de servicios alcanzaba una relación de 157 suscriptores cada mil habitantes. Desde entonces y a lo largo de casi una década, dicha tasa de cobertura sufre un deterioro que se explica por las restricciones impuestas por la Segunda Guerra Mundial a la inversión en instalación de nuevos servicios.

La evolución, a partir de los años cincuenta, muestra una ralentización —si se compara con la primera mitad del siglo— debido a que se van alcanzando niveles altos de cobertura, pero sigue siendo muy dinámica la expansión. Particularmente interesa destacar el comportamiento de este indicador entre 1947 y 1965, período clave para la tesis que se defiende en este trabajo. Entonces, los suscriptores se incrementan a una tasa promedio de 4% anual, lo que lleva a un incremento de casi 70%; como consecuencia se pasa de 145 a 244 cada mil habitantes. Pero lo más importante es que, en ese contexto, el consumo promedio por suscriptor aumenta más de un 70%, registrándose una tasa anual de 3%, lo que habla de una intensificación en el uso de la electricidad. Dos fenómenos explican este comportamiento: por un lado, el crecimiento acelerado del consumo industrial y, por otro, el importante incremento en el poder adquisitivo de los asalariados[93] —desde mediados de la década de 1940—, que permitió una amplia difusión de los electrodomésticos en los hogares (Bertoni *et al.*, 2008).

93 Según Bértola *et al.* (1999), el salario real habría aumentado en promedio 46% entre 1941 y 1956 y, en la década siguiente, habría mantenido su poder adquisitivo.

| Cuadro 9. Uruguay. Dinámica de la difusión de la energía eléctrica | | |
|---|---|---|
| | Suscriptores | Suscriptores c/1000 hab |
| 1909 | 8.909 | 8 |
| 1914 | 30.410 | 24 |
| 1920 | 58.999 | 41 |
| 1926 | 113.697 | 71 |
| 1929 | 162.557 | 96 |
| 1935 | 241.538 | 129 |
| 1940 | 312.273 | 157 |
| 1947 | 313.043 | 145 |
| 1950 | 360.869 | 161 |
| 1955 | 471.377 | 198 |
| 1960 | 579.377 | 228 |
| 1965 | 656.101 | 244 |
| 1970 | 693.583 | 247 |
| 1975 | 758.465 | 268 |
| 1980 | 816.574 | 280 |
| 1985 | 862.522 | 287 |
| 1990 | 982.487 | 318 |
| 1995 | 1.077.000 | 338 |
| 2000 | 1.184.000 | 359 |
| Fuente: Bertoni (2002); Carracelas, Ceni y Torrelli (2006); Instituto Nacional de Estadística (<www.ine.gub.uy>). | | |

En el último tercio del siglo XX sigue ampliándose —aunque a un ritmo más lento— la cobertura, alcanzándose en los años noventa más de un millón de suscriptores lo que representaba 359 cada mil habitantes. Mayor dinamismo mostró el consumo promedio que pasa de 2.036 kWH a 5.390, incrementándose a una tasa de 2,8% anual entre 1965 y 2000.

Una segunda aproximación a la dinámica de la electrificación se consigue a través de un recorrido a lo largo del tiempo para identificar la cantidad de localidades que contaban con servicio público de electricidad. Por su construcción (presencia de usinas generadoras locales) este indicador pierde importancia desde mediados de los años treinta, cuando la empresa estatal de electricidad implementa la estrategia de conectar localidades del sur del Río Negro a las líneas de alta tensión alimentadas desde Montevideo, pero hasta entonces constituye una buena aproximación a la dimensión territorial de la difusión de la energía eléctrica. En el Cuadro 10 se presenta la información obtenida.

Hacia 1950, puede afirmarse que el suministro de energía eléctrica había alcanzado una cobertura geográfica muy significativa.

| Cuadro 10. Uruguay. Localidades con servicio público de electricidad | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Año | Número | Año | Número | Año | Número |
| 1887 | 1 | 1912 | 15 | 1929 | 35 |
| 1894 | 2 | 1917 | 18 | 1931 | 38 |
| 1900 | 2 | 1920 | 19 | 1932 | 44 |
| 1901 | 3 | 1922 | 20 | 1934 | 45 |
| 1902 | 6 | 1924 | 24 | 1936 | 46 |
| 1906 | 8 | 1925 | 25 | 1937 | 47 |
| 1908 | 9 | 1926 | 26 | 1938 | 48 |
| 1909 | 10 | 1927 | 27 | 1939 | 50 |
| 1910 | 13 | 1928 | 28 | 1940 | 51 |
| Fuente: Colección Legislativa Alonso Criado; Revista de la UTE (1936); Medina Vidal (1952); CIER (1989). | | | | | |

Hasta 1912 el proceso de electrificación en el interior del país fue protagonizado por empresas privadas que actuaron en régimen de concesión. Desde entonces, el Estado asumió ese papel. El Cuadro 11 da cuenta de esa dinámica. En el año 1947 la empresa estatal concretó la estatización de la última usina particular en el interior del país (en la ciudad de Melo) y consumó en los hechos el monopolio instaurado en 1912.

| Cuadro 11. Uruguay. Usinas Eléctricas en el interior del país | | | |
|---|---|---|---|
| | Concesiones | UEE | Total |
| 1900 | 1 | | 1 |
| 1905 | 5 | | 5 |
| 1910 | 12 | | 12 |
| 1915 | 13 | 1 | 14 |
| 1920 | 11 | 7 | 18 |
| 1925 | 9 | 15 | 24 |
| 1930 | 6 | 28 | 34 |
| 1935 | 6 | 36 | 42 |
| 1940 | 6 | 41 | 47 |
| 1945 | 4 | 46 | 50 |
| Fuente: Bertoni (2002) | | | |

Esta rápida presentación de algunos indicadores de la difusión de la energía eléctrica en Uruguay, da cuenta de una dinámica muy importante del fenómeno, con fuerte presencia del Estado en el proceso.

## El consumo de energía eléctrica

En Uruguay, el consumo de energía eléctrica ha crecido a una tasa acumulativa anual de 8,4% entre 1900 y 2000, frente a un ritmo de crecimiento del PBI de 2,7% en términos

reales en el mismo período. Como consecuencia de ello la «intensidad eléctrica», definida como la cantidad de electricidad consumida por unidad de producto, se incrementó notablemente pasando de 0.9 a 150 Kwh por cada mil dólares de PBI.

En el Gráfico 14 se presenta la evolución del consumo a lo largo del siglo XX. Queda de manifiesto que tanto en los hogares como en la industria, el uso de la electricidad se expande rápidamente después de la primera década del siglo XX, que puede considerarse la etapa fundacional.

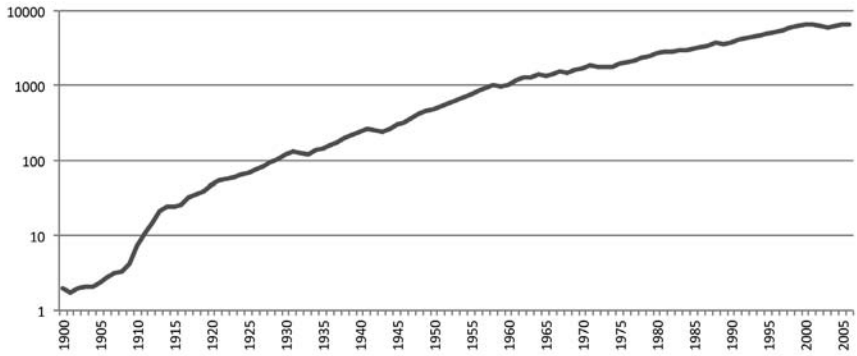


**Gráfico 14.** Uruguay. Consumo de energía eléctrica 1900-2006 (GWh).
*Escala logarítmica. Fuente: Bertoni (2002) y DNETN.*

Dejando de lado el período 1900-1913, por la distorsión que produce el partir de niveles muy bajos de consumo, la tasa de crecimiento de largo plazo se ubica en torno a 7%. Es posible distinguir dos períodos en lo que respecta a la dinámica de la serie. Hasta promediar el siglo XX, la tasa de incremento se ubica por encima de la media de largo plazo (9%) y en los siguientes cincuenta años, algo por debajo (5%), lo que da cuenta del importante proceso de electrificación que protagonizó Uruguay en la primera mitad del siglo XX. No obstante, un vez más es necesario prestar atención a lo ocurrido en las décadas de la segunda posguerra. Entre 1946 y 1966 la tasa de incremento del consumo de energía eléctrica se ubicó en 7,7% y si el período considerado se reduce a 1946-1957, dicha tasa alcanza 10%.

El consumo por habitante se ubicaba por debajo de los 10 KWh en la primera década del siglo XX y alcanza 2000 KWh un siglo después. Incluso si se deja de lado el período anterior a 1913 el consumo *per cápita* se multiplica por cien. En otro trabajo del autor (Bertoni, 2002) se llevó a cabo un ejercicio de aproximación al uso de la energía eléctrica como insumo o bien final, cuyos principales resultados fueron los siguientes:

1. el consumo de electricidad por el sector industrial desde el comienzo de la producción de fuerza motriz como servicio público (1909) fluctuó en torno a 40% del total consumido, hasta la Segunda Guerra Mundial;
2. después de un importante crecimiento, en la inmediata posguerra y, hasta promediar los años cincuenta, la participación del consumo industrial en el consumo

total de electricidad se ubicó en los niveles más altos del siglo, manteniéndose entre 1946 y 1954 por encima de 50%;

3. desde 1955 se inicia una prolongada caída que, en los primeros años de la década de los setenta, ubica la participación del consumo industrial en una cifra similar a la de 1914 (32%).
4. Finalmente, a pesar de una recuperación en la segunda mitad de la década de 1970, la participación del consumo industrial de energía eléctrica se observa decreciente en el último cuarto del siglo XX.

En Bertoni *et al.* (2008), se presentaron los resultados de la estimación de una serie de consumo residencial de energía eléctrica. Allí, se utilizó la información para discutir la relación entre consumo de energía y calidad de vida. Pero también es posible una lectura desde el punto de vista del profundo cambio estructural en el consumo eléctrico que tuvo lugar en el tercer cuarto del siglo XX.

El consumo de electricidad por los hogares, creció a una tasa promedio anual de 9 por ciento en el largo plazo. Se observa un comportamiento muy dinámico en la década anterior a la Primera Guerra Mundial y en las dos décadas posteriores a la Segunda Guerra Mundial. En el primer caso debe inferirse que se trata del impacto asociado al inicio de la electrificación. En el segundo caso la explicación es más compleja.

El uso residencial de energía eléctrica se multiplicó por ocho entre 1946 y 1963, al tiempo que se duplicaron los servicios, por lo que se puede inferir una intensificación en la utilización de la energía eléctrica por parte de los hogares (Bertoni *et al.*, 2008). Esto constituiría un indicador del importante mejoramiento en el nivel de vida de la sociedad uruguaya por aquellos años, lo que es ineludible asociar al fenómeno de la difusión de la «línea blanca» de electrodomésticos. En este mismo período, se produjo un cambio muy marcado en la participación del consumo de los hogares en el total del consumo de electricidad.

Este comportamiento del consumo residencial llevó a un dramático cambio en la participación relativa del consumo residencial que fue catalogado como «poco usual», por calificados técnicos que analizaron la situación del sector energético en Uruguay, en el marco de los planes de desarrollo estratégico en estudio en los años sesenta. En uno de aquellos trabajos se señalaba

> La participación del consumo por tipos de usuario muestra un cuadro poco usual, pues el consumo residencial supera al industrial, 48% contra 39%. Esta situación es el resultado de diversos factores económicos y sociales, entre los cuales juegan papel preponderante el estancamiento industrial, la progresiva urbanización de la población, el equipamiento doméstico en artefactos eléctricos, y la política de precios y tarifas seguidas en el sector energía, que ha tenido por efecto alentar el consumo en dichos artefactos. El mejoramiento del nivel de vida supone un cierto incremento en el consumo residencial de electricidad, pero lo ocurrido en Uruguay en los últimos años tiene muy poca relación con el ingreso *per cápita* [...] el crecimiento del PBI a precios constantes en el período 1946-1961 fue de 2.7% acumulativo anual, y la variación en el consumo de energía eléctrica en el mismo período tuvo un aumento del 8.5%, con lo cual la elasticidad resultante es de 3.1. Esta relación no puede considerarse válida

hacia el futuro pues [...] hoy en día [1967] el servicio eléctrico satisface una elevada proporción (87.7%) de las necesidades residenciales urbanas (Unión Panamericana, OEA, 1967: 3 89-390)

La información disponible a partir de 1946 permite comparar el consumo de energía eléctrica por uso final (industrial, residencial, comercial, alumbrado y tracción). En el Gráfico 15 queda de manifiesto la particular evolución del consumo residencial que llevó a diagnósticos como el trascripto.

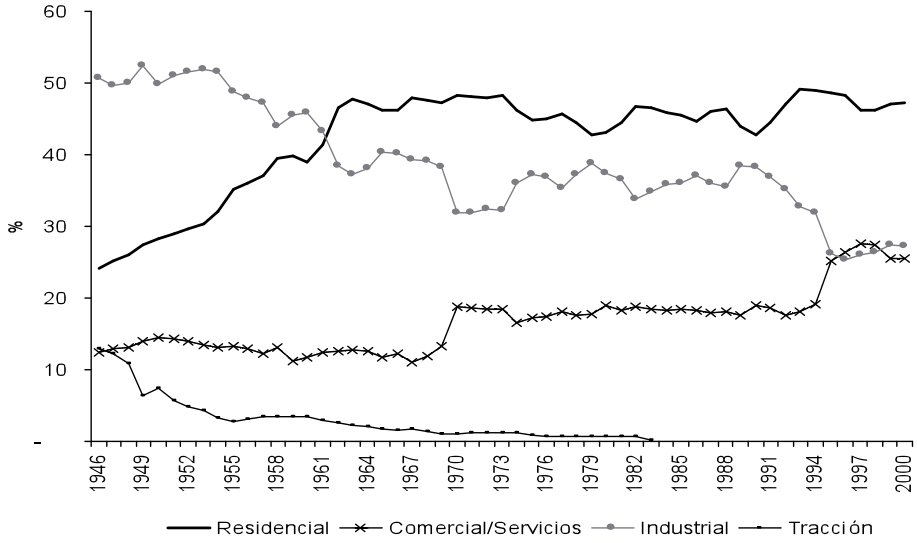


**Gráfico 15.** Consumo de energía eléctrica por sectores (porcentaje sobre el total). *Fuente: Bertoni (2002) y Balance Energético de la Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear (MIEM)*

El consumo de los hogares representaba en 1946 un cuarto del total, un tercio una década después y durante los sesenta se acerca al 50% su participación. En contraste, el sector industrial que utilizaba más de la mitad de la electricidad consumida, pierde posiciones en el periodo, ubicándose al final del mismo en algo más de un tercio del consumo total.94

Para entender la extraordinaria expansión del uso de la electricidad por los hogares es necesario manejar la dinámica de la demanda y la política de precios de la electricidad. La expansión del consumo de la denominada «línea blanca» de electrodomésticos (cocina, heladera, calefón, etcétera) habría determinado, en esas décadas, una demanda derivada de energía eléctrica desde los hogares. La política tarifaria generó una fuerte sinergia, permitiendo que el consumo de electricidad no compitiera en la restricción presupuestal de los hogares con otros bienes y servicios básicos. De manera explícita

94 En 1970 y 1995, hubo cambio de categorización en algunas actividades, lo que explica el comportamiento en «espejo» del sector industrial y comercial/servicios.

el Directorio de la empresa pública que detentaba el monopolio de la generación, transmisión y distribución, expresaba en 1946 al encargar a la «Comisión de Tarifas» el diseño del nuevo pliego tarifario, los objetivos a alcanzar con el mismo

> Las tarifas a implantarse para los servicios de casas-habitación, tendrían por finalidad, no sólo producir una rebaja en el precio actual de venta del Kwh, sino también fomentar el empleo de aparatos de uso doméstico alimentados con energía eléctrica, como ser: heladeras, cocinas, estufas, calentadores de baño, máquinas para lavar ropa, etcétera.[95]

La política de abaratamiento de la energía para el uso de los hogares se complementó con el subsidio estatal de buena parte de la canasta de consumo de las «clases populares»; el pan, la leche, la carne fueron algunos de los bienes que gozaron de este beneficio.

Por último, es necesario tener en cuenta que desde la puesta en práctica de los «consejos de salarios» —al promediar la década de 1940— se produjo un mejoramiento del poder adquisitivo de los asalariados que se reflejó en un incremento de 50% del salario real, entre 1945 y 1950 y un mantenimiento del nivel alcanzado, con tendencia al alza, hasta la segunda mitad de los años sesenta.

El consumo de los hogares se concentra en determinados horarios y tiene un fuerte componente estacional. Estas características inciden en la rigidez de la curva de carga y la dispersión de los usuarios hace difícil instrumentar medidas para modificar los hábitos de consumo. Esto, en períodos de fuerte crecimiento del consumo conlleva a un crecimiento permanente de la potencia máxima demandada, con picos de carga muy pronunciados, fenómenos que operan —como se verá en la siguiente sección— sobre una capacidad instalada en la que predomina la hidroelectricidad —que no representa potencia firme—, lo que obliga a contar con una reserva de potencia muy elevada en relación a dicha demanda e induce, por lo tanto, a la expansión de la capacidad instalada de generación térmica.

## La «industria eléctrica» en Uruguay

La energía eléctrica, como energía secundaria que es, se genera a partir de la transformación de alguna forma de energía primaria, lo que implica necesariamente contar con un convertidor. Así mismo, si se trata de la producción de electricidad para terceros, a los problemas técnico-económicos de la generación se agregan los desafíos que impone su transporte, lo que supone crear una adecuada red de transmisión y/o distribución. Finalmente, por tratarse de una forma de energía que no puede almacenarse, obliga a diseñar un mecanismo de interfase entre el consumo y la producción para asegurar el despacho del fluido de manera instantánea, hacia el lugar y en el momento que se produce la demanda. Estas complejidades de la industria eléctrica imponen ciertas barreras a la entrada e influyen decisivamente en las características de los sistemas eléctricos.

Uruguay es un país con recursos energéticos limitados de acuerdo a la tecnología vigente hasta los primeros años del siglo XXI. Es necesario enfatizar en la ausencia de

95 Usinas y Teléfonos del Estado: Boletín de Resoluciones N.º 2497. Resolución 46. 41963 del 17 de junio de 1946 (extraído de Carracelas, Ceni y Torrelli, 2006).

combustibles fósiles y de elevaciones que otorguen un importante potencial a la generación de energía hidráulica. Como se ha adelantado, hay grandes variaciones de un año a otro en el régimen pluviométrico, lo que tiene directa influencia en la hidraulicidad de los ríos y, por consecuencia, en la posibilidad de mantener estable la producción de energía hidroeléctrica. Estos elementos son muy importantes y deben tenerse presentes al analizar la producción de energía eléctrica en el largo plazo.

Cualquier diagnóstico de las posibilidades de generación térmica pone de manifiesto que el país debe proveerse en el exterior de los combustibles necesarios para un rendimiento óptimo de la misma, más allá que en situaciones coyunturales pueda apelar —subidiariamente— a la biomasa como recurso de última instancia (crisis y guerras).[96]

Si de generación de hidroelectricidad se trata, hay que sumar a las debilidades propias como la ausencia de importantes caídas de agua, la necesidad de capitales para la infraestructura asociada a la producción de energía eléctrica a partir de la fuerza hidráulica. Dadas las características del mercado de capitales doméstico, este tipo de emprendimientos ha hecho necesario —en general— apelar a la asistencia financiera del exterior o, en todo caso, a la definición de un plan estratégico por parte del Estado.[97]

Hasta 1945, fecha en que se inaugura la primera turbina de la Central Hidroeléctrica Rincón del Bonete en el Río Negro, todo el suministro de energía eléctrica en el Uruguay se generaba en usinas térmicas (y algunos equipos *diesel*). A partir de entonces, el sistema de generación puede definirse como mixto.

En lo que sigue se analiza la evolución de la industria eléctrica en el país desde el punto de vista de las fuentes primarias a partir de las cuales se produce. Se toma en consideración exclusivamente la producción de electricidad para terceros. El papel de la autoproducción, marginal en términos agregados, ha sido analizado en Bertoni (2002). No debe confundirse autoproducción con generación distribuida, una modalidad que tuvo importancia en los orígenes del sistema eléctrico y durante buena parte de la primera mitad del siglo XX, cuando la difusión de la electricidad iba de la mano de la instalación de centrales de generación. En la sección 4.3 de este capítulo fue presentado el proceso de difusión de la energía eléctrica en el interior del país, reflejo de este modelo.

El seguimiento de la evolución de la producción de energía eléctrica presenta algunas dificultades. Para Montevideo, se cuenta con valiosa y profusa información desde los orígenes de la industria eléctrica en 1887, pero en el interior los datos son fragmentarios y dispersos hasta 1912, fecha en que se consagra el monopolio de las Usinas Eléctricas del Estado. Desde entonces las cifras con que se cuenta siguen siendo parciales porque

96 La estrategia de generación distribuida ha ganado espacio en los últimos años y, en ese contexto, ciertas actividades productivas pueden articular su giro principal, con la generación de electricidad a partir de residuos de biomasa que se crean en aquella actividad principal. No obstante, en el análisis de largo plazo que se realiza aquí y con el enfoque macro escogido, aparece como absolutamente marginal la importancia de esta fuente.

97 En Bertoni y Caldes (2008) se analizan también los problemas político-institucionales asociados a estas grandes obras de infraestructura.

el ente energético sólo lleva estadísticas de las plantas de generación propias y hay que recordar que el monopolio de hecho recién se consuma en 1947.

En el contexto previo a 1945, la extensión de la electrificación en el interior del país muestra la coexistencia de dos modalidades. Por un lado la implantación de centrales térmicas y el aumento de capacidad de generación de las mismas, especialmente hasta la década de 1930 y, por otro lado, la construcción de sistemas de transmisión como las líneas Central y Centenario, con origen en Montevideo. En este proceso corresponde señalar una política deliberada de la empresa eléctrica estatal de incorporar al sistema a empresas «grandes consumidoras» a través de subsidios en las tarifas.

La inauguración de la central hidroeléctrica de Rincón del Bonete permitió, a partir de 1948, la construcción de varios circuitos o sistemas de transmisión para alimentar muchas localidades eliminando las plantas térmicas y diesel. Una particularidad de estas obras fue la interconexión Montevideo-Rincón del Bonete, dándose lugar a un sistema mixto (termo e hidroelectricidad) que abasteció rápidamente a la capital y la zona central-oeste del territorio.

El sistema interconectado se consolidó a través de la ampliación de la potencia de las plantas generadoras, cuyos grandes cambios estarían asociados —especialmente— a la dinámica de la Central Batlle (Montevideo): su inauguración en 1931 (unidades n.º 1 y n.º 2 de 25 MW cada una) y las importantes ampliaciones en los años 1955 y 1957 (Unidades n.º 3 y n.º 4 de 50 MW cada una), 1970 (Unidad n.º 5 de 88 MW) y 1975 (Unidad n.º 6 de 125 MW).

Lo señalado permite afirmar que desde los años cincuenta predominó en el proceso de electrificación la modalidad de incorporar a través de nuevas líneas de alta tensión más localidades al «sistema interconectado», el que sería reforzado en su capacidad de generación, desde junio de 1960, con la puesta en funcionamiento de la nueva Central Hidroeléctrica de Baygorria.

En síntesis, en el tercer cuarto del siglo XX, se consolidó el sistema eléctrico uruguayo como un servicio público monopolizado por la empresa estatal UTE, articulándose el sistema interconectado Montevideo-Rincón del Bonete-Baygorria que dio lugar a una producción mixta (termo e hidroeléctrica) y que comprendía:

a. el sistema de transmisión Río Negro-Montevideo;
b. los circuitos del este y del oeste (con sus dos ramales, oeste-norte y oeste-sur); y
c. las líneas Central y Centenario, que partiendo de la capital llevaban energía hasta localidades situadas en un radio de aproximadamente cien kilómetros de distancia de ella.

Por otro lado, se mantuvieron algunas centrales diesel —cuyo número tendió a disminuir— que eran las fuentes de generación utilizadas en poblaciones pequeñas diseminadas en el interior y que no tenían conexión con las líneas de transmisión mencionadas.[98]

98 Datos obtenidos de la publicación, en conmemoración del cincuentenario de la Administración General de las Usinas Eléctricas y los Teléfonos del Estado (UTE). *1912-1962*. Montevideo, 1962.

La incorporación de dos nuevas centrales hidroeléctricas (Salto Grande y Palmar, a comienzo de los años ochenta) y la ampliación de la capacidad de generación térmica (La Tablada, en 1992) terminaron de configurar en los últimos treinta años del siglo XX al sector eléctrico uruguayo. Al comenzar el siglo XXI, la capacidad instalada de generación se distribuye de la siguiente manera: el sistema interconectado nacional suma 2.241 MW de los cuales 69% corresponde a aprovechamientos hidroeléctricos y 31% a centrales térmicas y grupos diesel autónomos —sólo 8 MW—.

La potencia instalada del sistema interconectado nacional es muy superior a la demanda máxima del sistema (1.409 MW) y ello se explica por la aleatoriedad de la generación hidráulica, que requiere contar con capacidad térmica de respaldo (potencia firme). Esto habría resultado una constante a lo largo de la historia del sector.

En el Cuadro 12 se resume información de la potencia instalada para la producción de electricidad, a partir de 1910, discriminando la fuente de generación. Se presenta además el peso relativo de la hidroelectricidad a partir de 1945 y la participación del sistema interconectado en el total de la potencia instalada.

Del análisis de la información surge claramente la demora con que Uruguay empieza a explotar sus recursos hídricos para la generación, así como la necesidad de mantener un parque de generación térmica de respaldo, a pesar del avance de la hidroelectricidad.

Cuadro 12. Potencia instalada de las plantas de generación para servicio público (KW)

| | Térmica y diesel | Hidroelectricidad (HidroE) | Total KW instalados | % HidroE | Sistema Interconectado Nacional (SIN) | % SIN |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1910 | 7400 | | 7400 | | | |
| 1915 | 15482 | | 15482 | | | |
| 1920 | 26847 | | 26847 | | | |
| 1925 | 49277 | | 49277 | | | |
| 1930 | 53010 | | 53010 | | | |
| 1935 | 98145 | | 98145 | | | |
| 1940 | 100750 | | 100750 | | | |
| 1945 | 91250 | 32000 | 123250 | 26 | | |
| 1950 | 101000 | 128000 | 229000 | 55,9 | 203000 | 89 |
| 1955 | 157000 | 128000 | 285000 | 44,9 | 253000 | 89 |
| 1960 | 205000 | 236000 | 441000 | 53,5 | 406000 | 92 |
| 1965 | 211200 | 236000 | 447200 | 52,8 | 406000 | 91 |
| 1970 | 305900 | 236000 | 541900 | 43,6 | 494000 | 91 |
| 1975 | 443000 | 236000 | 679000 | 34,8 | 619000 | 91 |
| 1980 | 444700 | 236000 | 680700 | 34,7 | 619000 | 91 |
| 1996 | 563000 | 1524000 | 2087000 | 73,0 | 2079000 | 99 |
| 2000 | 571000 | 1538000 | 2109000 | 73,0 | 2101000 | 99 |

Fuentes: Bertoni (2002), Carracelas, Ceni y Torrelli (2006).

En este sentido, es importante destacar cómo el impresionante salto operado en la generación hidroeléctrica en los últimos treinta años, no ha significado una caída en términos absolutos de capacidad térmica instalada. Por otro lado, ventaja de un país pequeño, el sistema interconectado (térmico e hidráulico) se impone rápidamente sobre plantas de generación independientes.

En el Gráfico 16 se ofrece información sobre la participación de la generación de las centrales hidroeléctricas en el total de energía eléctrica producida. A partir de ella, es posible observar la dinámica relación entre las dos componentes del sistema interconectado y cómo la aleatoriedad de la generación hidráulica hace muy fluctuante su participación.

Es posible identificar dos períodos claramente diferenciados. Hasta 1980 el promedio de la generación hidroeléctrica se ubica en torno a 60%; luego de esta fecha la media de participación de esta fuente es 87%. No obstante la varianza es muy importante en ambos períodos. Esta realidad del sector eléctrico uruguayo da lugar a dos fenómenos que, desde el punto de vista económico «generan ruido»: presencia de capacidad ociosa en la industria eléctrica, por razones de seguridad de abastecimiento, y presión sobre la balanza de pagos para la importación de combustibles aleatoriamente.

La incorporación de las centrales de Salto Grande en 1979 y Palmar en 1982, significaron un cambio sustantivo en el sector eléctrico. Durante el período 1965-1979, los derivados del petróleo constituían casi 70% de los energéticos utilizados en la producción de energía eléctrica; entre 1983 y 2005 su participación cayó a 19%; mientras la hidroenergía que constituía 29% en el primer período, alcanzó en el último 80% promedio (Bertoni y Caldes, 2008).

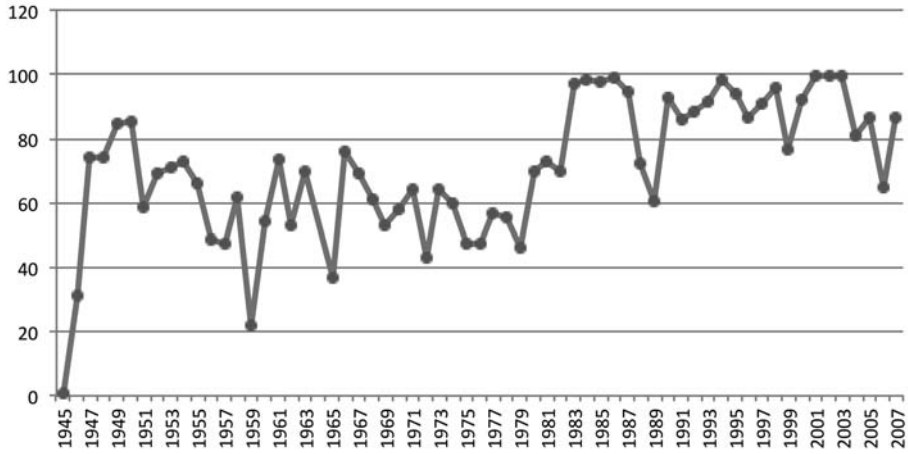


**Gráfico 16.** Uruguay. Generación eléctrica (Porcentaje de hidroelectricidad en el total).
*Fuente: Bertoni (2002) y DNETN.*

La situación previa a la incorporación de Salto Grande y Palmar registra otro hecho relevante. Dada la limitada capacidad hidroeléctrica y el importante incremento del

consumo de electricidad, la generación térmica siguió creciendo en términos absolutos, por lo que no sería correcto definir al parque generador térmico sólo como respaldo de la hidroelectricidad (función que también cumplió) entre los años cincuenta y setenta del siglo XX. En el Gráfico 17 puede observarse cómo crece de manera conjunta la generación hidráulica y térmica en aquellos años. Otra historia comienza en los años ochenta, pues la generación de las centrales hidroeléctricas podría cubrir prácticamente toda la demanda y entonces sí, el parque térmico cumple una función de respaldo.

La constatación de un comportamiento creciente de la generación térmica entre 1950 y 1980 vuelve a concentrar la atención sobre la dependencia de combustibles fósiles del sistema eléctrico uruguayo en esos años. Si a esto se suma la irregularidad en el suministro de la energía hidráulica, se completa un escenario complicado desde el punto de vista macroeconómico. Después de 1980 el factor de riesgo pasa a ser exclusivamente la volatilidad de la demanda de combustibles.

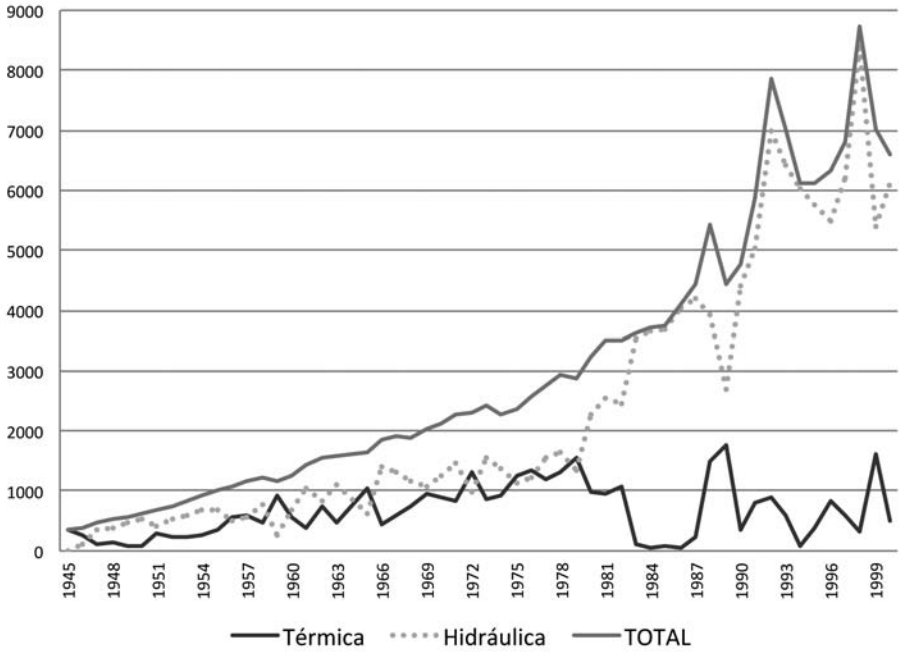


**Gráfico 17.** Generación de energía eléctrica (GWh).
*Fuente: CIDE (1965); DNETN, Balance Energético Nacional.*

Las consideraciones anteriores confirman la importancia que han tenido los combustibles fósiles, particularmente los derivados del petróleo, en la generación. Dados los objetivos de este trabajo, resulta de particular interés focalizar el análisis sobre la producción de electricidad y su relación con la dependencia energética.

Cuando se mira en el largo plazo cuáles han sido las fuentes que se han utilizado para alimentar las centrales térmicas se puede constatar que después de un efímero

dominio del carbón, hasta 1914, en los años veinte se produce su sustitución por los derivados del petróleo. No obstante, así como en términos agregados fue señalado en el Capítulo 1, en la generación de electricidad vuelve el carbón mineral a ocupar un lugar destacado entre 1930 y 1950. Después de la Segunda Guerra Mundial el *fuel oil* y el gas oil sustituyen definitivamente al carbón mineral (Gráfico 18).

Es necesario enfatizar cómo en las décadas de la posguerra, aún con la hidroelectricidad incorporada a la matriz energética, los combustibles fósiles cuadruplican su contribución a la generación de electricidad en valores absolutos (Gráfico 18). Más allá de vivirse un época de petróleo «barato» el impacto sobre la balanza de pagos no puede soslayarse. Pero además, si se observa el *timing* del proceso, el salto de nivel en el consumo de fuel oil se opera cuando la economía uruguaya ya muestra síntomas de estancamiento. Es inevitable la asociación de estos hechos con la residencialización del consumo y subsidios tarifarios, como se ha analizado en la sección anterior y que ello induzca a pensar en problemas de sostenibilidad del modelo energético.

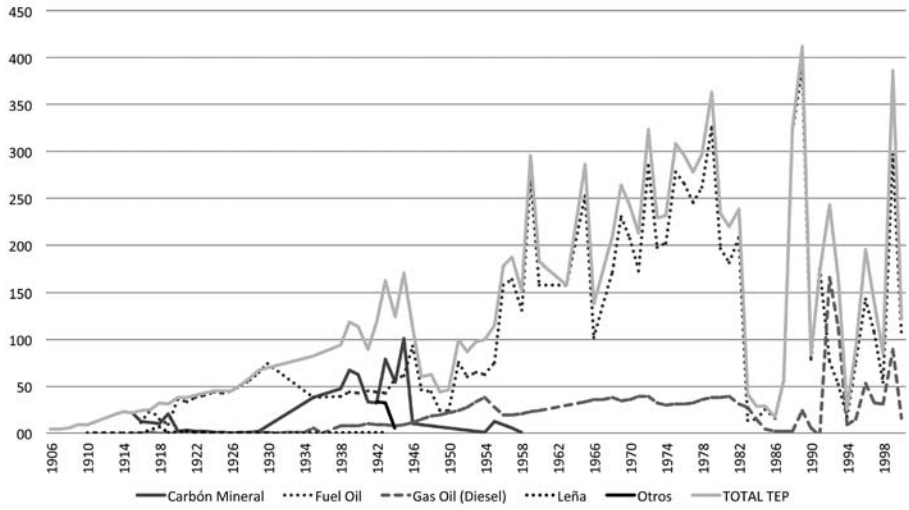


**Gráfico 18.** Combustibles para generación de energía eléctrica (kTEP) .
*Fuente: Cuadro 7 del Anexo Estadístico*

El esfuerzo energético que demandó a Uruguay la generación eléctrica hubo de ser resuelto hasta los años setenta del siglo XX con importaciones crecientes de combustibles fósiles. La incorporación de la hidroelectricidad al promediar el siglo no pudo detener ese fenómeno, pero sí hizo muy difícil de predecir los requerimientos de petróleo para generación en el tercer cuarto del siglo. Para tener una idea de la dimensión que significó en materia de esfuerzo energético esta realidad, se ofrece en el Cuadro 13 una estimación del petróleo consumido anualmente para generación como porcentaje del consumo total de este hidrocarburo. Para ello se convirtió a TEP los volúmenes de derivados utilizados en las centrales térmicas.

| Cuadro 13. Porcentaje del petróleo consumido en el país destinado a generación eléctrica | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Año | % | Año | % | Año | % | Año | % | Año | % |
| 1916 | 14,6% | 1933 | s/d | 1950 | 6,3% | 1967 | 11,2% | 1984 | 2,4% |
| 1917 | 32,8% | 1934 | s/d | 1951 | 11,5% | 1968 | 14,2% | 1985 | 2,8% |
| 1918 | 46,0% | 1935 | 18,0% | 1952 | 9,7% | 1969 | 15,9% | 1986 | 1,6% |
| 1919 | 18,7% | 1936 | s/d | 1953 | 10,1% | 1970 | 13,4% | 1987 | 4,4% |
| 1920 | 34,3% | 1937 | s/d | 1954 | 10,0% | 1971 | 12,3% | 1988 | 20,5% |
| 1921 | 26,4% | 1938 | 13,3% | 1955 | 10,0% | 1972 | 17,1% | 1989 | 26,2% |
| 1922 | 26,1% | 1939 | 11,6% | 1956 | 15,3% | 1973 | 13,6% | 1990 | 6,2% |
| 1923 | 26,8% | 1940 | 12,0% | 1957 | 15,3% | 1974 | 13,2% | 1991 | 11,5% |
| 1924 | 21,4% | 1941 | 12,5% | 1958 | 13,3% | 1975 | 17,2% | 1992 | 14,1% |
| 1925 | 22,2% | 1942 | 15,1% | 1959 | 22,2% | 1976 | 16,2% | 1993 | 10,8% |
| 1926 | 23,5% | 1943 | 22,3% | 1960 | 15,1% | 1977 | 15,3% | 1994 | 1,9% |
| 1927 | 20,3% | 1944 | 21,9% | 1961 | s/d | 1978 | 16,0% | 1995 | 5,9% |
| 1928 | 18,4% | 1945 | 20,1% | 1962 | s/d | 1979 | 17,9% | 1996 | 10,2% |
| 1929 | 21,0% | 1946 | 20,0% | 1963 | 12,8% | 1980 | 12,3% | 1997 | 7,9% |
| 1930 | 18,7% | 1947 | 10,6% | 1964 | s/d | 1981 | 12,5% | 1998 | 4,3% |
| 1931 | s/d | 1948 | 9,5% | 1965 | 17,3% | 1982 | 14,9% | 1999 | 17,4% |
| 1932 | s/d | 1949 | 6,3% | 1966 | 8,4% | 1983 | 3,3% | 2000 | 6,0% |
| Fuente: Cuadros A-2 y A-7 del Anexo Estadístico | | | | | | | | | |

En el capítulo siguiente se incursiona en las implicancias económicas de este esfuerzo energético, pero corresponde señalar aquí que en las dos décadas siguientes a la Segunda Guerra Mundial, en un escenario de consumo creciente de petróleo, la porción destinada a generación eléctrica se mantuvo relativamente estable, ubicándose en los años cincuenta y sesenta en torno a 12-13%. Ello es indicador de un esfuerzo importador creciente.

## Reflexión sobre los costos energéticos de la electrificación

La adopción y difusión de la energía eléctrica en Uruguay fue una manifestación del proceso de modernización económica y es posible observar una correlación positiva con el desempeño económico global hasta promediar el siglo XX (Bertoni, 2002). Pero dado que el ritmo de crecimiento del consumo de electricidad superó al del producto, la «intensidad eléctrica» fue creciente. El uso de la electricidad como insumo por parte del sector industrial dominó la estructura del consumo hasta mediados de los años cincuenta. Pero, entonces, se asiste a una participación creciente de la electricidad como bien final, por parte de los hogares. La residencialización del consumo fue vista como un problema por parte de analistas contemporáneos.

Las dos hojas de la tijera, que explican este fenómeno, son el estancamiento del sector manufacturero y la adopción por los hogares de pautas de consumo asociadas al sistema técnico de la electricidad. En este último caso, factores institucionales jugaron

un rol muy importante, poniendo la energía eléctrica al alcance de los sectores populares a través de una política de subsidios en las tarifas.

La incrementada demanda se hizo sentir sobre la industria eléctrica, que mostró falencias para satisfacerla. La generación hidroeléctrica, símbolo de soberanía energética, no consiguió cubrir las necesidades y, sumó a ello, una gran irregularidad en el suministro. Los problemas de oferta tuvieron su manifestación en sucesivas medidas de restricción compulsiva.

Aún así, el esfuerzo energético que demandó a Uruguay la generación eléctrica hubo de ser resuelto hasta los años setenta del siglo XX con importaciones crecientes de combustibles fósiles.

# Esfuerzo energético y restricción externa

La modernización dependiente del sistema energético en general y las especificidades del sector eléctrico en particular impusieron dos serios desafíos a la sociedad uruguaya.

Por un lado, cómo resolver la cuestión de la seguridad energética. La ausencia de combustibles fósiles en el territorio y la creciente demanda de los mismos a lo largo del siglo XX, así como la adopción y difusión del sistema técnico asociado a la energía eléctrica, indujeron a que la sociedad uruguaya discutiera tempranamente alternativas técnicas e institucionales para asegurar el suministro. Aunque es común observar en la historia que la producción, el transporte y la distribución de la energía han requerido, antes que cualquier otro sector de la actividad económica, la atención de los poderes públicos (Martín, 1967: 127), en Uruguay la impronta estatista en el sector energético condujo a la creación de sendos monopolios estatales en el área de la electricidad (1912) y los combustibles líquidos (1931). Cómo ello condicionó el funcionamiento de los mercados energéticos en el largo plazo, ameritaría una investigación específica, que no se llevó a cabo en esta oportunidad.[99]

Por otro lado, más allá de los arreglos institucionales específicos, la transición hacia las formas de energía moderna implicó costos económicos asociados al aprovisionamiento de los combustibles fósiles desde el exterior y obras de infraestructura de magnitud para proveer de energía aprovechable a los consumidores (depósitos, refinerías, redes de comercialización, plantas de generación, redes de transmisión y distribución). Si bien se trata de problemas económicos de naturaleza diferente, ambos incidieron de manera relevante en el proceso de asignación de recursos. El foco de esta investigación fue dirigido hacia el primer problema, pasando a formar parte de la agenda de investigación el segundo.

En América Latina en general y en Uruguay en particular, la modernización económica implicó la utilización creciente de combustibles fósiles. Especialmente el proceso de industrialización dirigida por el estado constituyó un fenómeno que intensificó el consumo energético, no sólo por la demanda directa proveniente del sector manufacturero, sino —fundamentalmente— por los cambios económicosociales asociados (transporte, urbanización, incremento del ingreso medio, nuevas pautas de consumo).

En el Capítulo 3 se ha presentado la evolución en el largo plazo del consumo de energía, con especial énfasis en el modelo de transición energética y sus implicancias

99 Un proyecto de tesis, en el marco de la Maestría en Historia Económica de la FCS de Udelar, ha definido como objeto de estudio el mercado de los combustibles líquidos: Boragno, S. «El "Convenio Uruguay" y el mercado de combustibles líquidos».

desde el punto de vista del abastecimiento, para un país sin recursos fósiles en su territorio. El objetivo de este capítulo es lograr una aproximación a la magnitud del esfuerzo que representó, para la economía uruguaya, la incorporación de las formas de energía moderna al proceso productivo y a las pautas de consumo de sus habitantes. En particular se pretende dimensionar el impacto de las importaciones de energía. La estrategia de análisis se articula en torno a la estimación y discusión de la dependencia energética y el esfuerzo económico derivado de la misma, la presión que imprimen al sector externo dichos fenómenos y las posibles implicancias para el desempeño económico global. El abordaje incorpora parcialmente, un enfoque comparativo a nivel regional, a los efectos de ubicar en términos relativos el caso uruguayo.

La preocupación central está en generar evidencia para discutir si el esfuerzo importador de energía, pudo incidir en la severa restricción externa que enfrentó la economía uruguaya en el tercer cuarto del siglo XX y por ende constituir un factor a tener en cuenta para explicar el magro crecimiento agregado que se registró en esas décadas.

El rezago relativo de Uruguay ha sido objeto de análisis desde diversos ángulos y con enfoques teóricos disímiles. En todos los casos se ha señalado que la economía uruguaya habría experimentado, al promediar el siglo XX, una trayectoria divergente respecto a las economías centrales (Bértola, 2000; Willebald, 2001; Oddone, 2005). El análisis que se realiza en este capítulo sugiere que las importaciones para satisfacer las necesidades energéticas del modelo de desarrollo de posguerra jugaron un papel en la crisis del mismo.

Desde el punto de vista metodológico se han definido dos indicadores como instrumentos de mensura para lograr una aproximación al objetivo enunciado. Los mismos se definen en la Sección 5.2, pero corresponde adelantar algunas limitaciones en la construcción de los mismos. Las fuentes disponibles registran las importaciones uruguayas —hasta el año 1940— con valores de aforo, lo que no permite de manera directa acceder a los valores de mercado de los bienes transados. Aunque existen algunas estimaciones (Finch, 1980; Bértola, 1991; Folchi y Rubio, 2008) ellas no permiten reconstruir una serie homogénea y confiable con anterioridad a aquella fecha. Aunque el objetivo es contar con una base de datos que permita analizar la restricción energética a lo largo del siglo XX, las dificultades halladas en la determinación de los precios de importación hasta 1940 fueron razones suficientes para postergar su consideración en esta oportunidad. Por ello, la información manejada se refiere —fundamentalmente— al período 1945-2000. No obstante, la misma permite discutir, en clave energética, el «auge y la crisis de la Suiza de América», desde la inmediata posguerra.

La conclusión provisional a que se arriba es que, en la medida que se procesa la transición energética, la importación de combustibles fósiles se fue constituyendo en demandante creciente de divisas. El «costo energético» del crecimiento de la economía uruguaya en la segunda posguerra fue de relevancia y la demora con que se incorporó la energía hidroeléctrica a la matriz nacional y su irregular oferta, impidieron —en lo fundamental— mejorar la situación hasta los años ochenta.

## La restricción energética como problema

Las sociedades humanas tienen determinados requisitos energéticos, producto del desarrollo y organización de las fuerzas productivas, tecnología y nivel de consumo. Desde este punto de vista, toda actividad económica implica la existencia de energía disponible que la haga posible. Por ello, el proceso económico conlleva importantes transformaciones energéticas y está restringido por el tipo y cantidades de energía asequibles con la ayuda de la tecnología (Umaña, 1981: 9).

El consumo de energía se ha incrementado notablemente en el planeta, en los últimos dos siglos, siendo el carbón y el petróleo las principales fuentes a las que se ha recurrido. Aunque el cambio tecnológico ha permitido una reducción de la intensidad energética, en términos absolutos los patrones de consumo han presionado un creciente uso de la energía.

En ese contexto, la energía constituye un factor determinante del desempeño económico en el largo plazo y, en el caso de países que no poseen recursos fósiles, la dependencia energética puede convertirse en una restricción al crecimiento.

El papel de la energía en los diferentes paradigmas tecno-económicos que definen los enfoques neoschumpeterianos permite discutir los problemas que tienen aquellas economías que no cuentan en abundancia con este factor clave (Perez, 1983 y 2005; Freeman, 1989). Complementariamente, la incidencia que tiene la dependencia energética en la balanza de pagos, permite ampliar la mirada a la problemática incorporando la restricción externa al crecimiento, como factor explicativo (Thirlwall, 1979 y 1997; McCombie y Thirlwall, 1994). En este capítulo se movilizan conceptos de este último enfoque.

Uruguay, un pequeño país periférico que no cuenta con recursos energéticos fósiles, protagonizó en el siglo XX un proceso de industrialización que puso a prueba su capacidad para superar la restricción energética. Con base en un modelo de desarrollo introvertido, alcanzó en los años cincuenta niveles de ingreso *per cápita* medio-altos. Este capítulo aporta evidencia para discutir los costos que implicó a la economía uruguaya satisfacer las demandas de energía provenientes del cambio estructural y de la mejora en la calidad de vida de su población.

Esta discusión adquiere relevancia en la medida que, en los años críticos de agotamiento del modelo de industrialización dirigida por el estado, varios diagnósticos señalaron que la energía no habría constituido un problema al desarrollo del Uruguay en el largo plazo, dado que la oferta siempre habría precedido a la demanda.

Según Oxman (1961: 50)

> En general el consumo de energía ha tenido un crecimiento constante, en épocas normales. Las causas que determinan este hecho son fundamentalmente el aumento del ingreso y las modificaciones estructurales operadas en el proceso de producción, sobre la base de una oferta elástica de energía que el país ha mantenido en todas las circunstancias. Puede estimarse que la energía no ha constituido un factor limitante del desarrollo [...]

Así mismo, la CIDE, en su diagnóstico del estancamiento uruguayo, enfatizaba

> La disponibilidad de energía en todas sus formas siempre ha precedido a la demanda, salvo en caso de conflictos mundiales o inundaciones extraordinarias. Por ello se puede considerar que la energía no ha sido en manera alguna un factor limitante del desarrollo económico en el pasado. (CIDE, 1963: II-76)

Finalmente, en el marco del análisis de los factores estructurales que actuaron en la dinámica de la industrialización uruguaya, el economista Israel Wonsewer señaló

> La carencia de combustibles sólidos y líquidos, ha sido un obstáculo en el desarrollo de la energía en el Uruguay. Cabe, no obstante, señalar que una política adecuada en esa materia ha permitido un alto grado de desarrollo en la producción de energía a tal punto que el Uruguay constituye uno de los países de América Latina que no ha experimentado mayores dificultades en ese terreno [...] La incorporación en los últimos años de nuevas unidades termoeléctricas, así como la iniciación de las obras hidroeléctricas de Rincón de Baigorria, permiten afirmar que el suministro de energía no constituirá un obstáculo en el camino del crecimiento industrial. (Wonsewer *et al.*, 1959: 13)

Es posible que las políticas energéticas que se desplegaron desde los años treinta hayan permitido un alto grado de desarrollo en la producción energética (Wonsewer), asegurando una oferta elástica de energía (Oxman) y en consecuencia que la disponibilidad de la misma en todas sus formas siempre precediera a la demanda (CIDE).[100] Pero estas optimistas valoraciones sobre la disponibilidad de energía no ocultaban las dificultades emergentes de la ausencia de combustibles fósiles. Y, particularmente el trabajo de la CIDE —como se analizará más adelante— alertaba sobre la incidencia de la importación de combustibles en la balanza de pagos y la necesidad de actuar sobre este problema.

No parece exagerado pensar que la estrecha relación entre energía y crecimiento económico, característica del paradigma tecno-económico dominante, hizo muy sensible el desempeño de largo plazo a la presencia de fuentes de energía primaria moderna en los países. Al no contarse con ellas, los costos energéticos se reflejaron en la dinámica del sector externo y obligaron a desviar una parte de las divisas obtenidas de las exportaciones para cubrir las importaciones de energía.

Si el crecimiento económico moderno, y el proceso de desarrollo asociado, se caracterizan por un proceso de cambio estructural con participación creciente de la industria y modificaciones en los patrones de consumo, el fenómeno inevitable es un incremento notable de las necesidades de energía.

En Uruguay, la ausencia de combustibles fósiles obligó a asegurar el suministro desde el exterior, con el consiguiente costo en divisas. Este fenómeno se habría visto particularmente agudizado durante el proceso de cambio estructural que caracterizó a la economía uruguaya en el tercer cuarto del siglo XX, aun en un contexto internacional de «energía barata».

---

100 Estas políticas fueron: implantación del monopolio estatal de la importación, refinación y comercialización del petróleo crudo y sus derivados (1931); construcción de una refinería con capacidad para abastecer buena parte del mercado interno de derivados (1937); inauguración de la primera central hidroeléctrica para el servicio público (1945); concreción del monopolio de la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica y aplicación de un pliego tarifario único a nivel nacional (1947); ampliación del parque de generación térmica (1950-1955); construcción de la segunda central hidroeléctrica sobre el Río Negro (1960).

## Antecedentes y herramental analítico específico

La dependencia energética y su impacto en términos económicos y estratégicos conforman la base de los enfoques de «seguridad energética». En Löschel *et al.* (2009), se presentan diferentes aproximaciones a este concepto para concluir que, aunque no es posible abordar el mismo desde una única mirada disciplinaria, la ciencia economía puede aportar elementos analíticos importantes. Desde esta perspectiva y, reconociendo que existen unos pocos indicadores para medir la seguridad energética, el trabajo somete a discusión los indicadores más adecuados para dar cuenta del fenómeno. Entre ellos se encuentra el que definen como «dependencia de combustibles importados».

Folchi y Rubio (2008), para evaluar y situar históricamente a las economías latinoamericanas en su proceso de modernización económica, han considerado que el consumo *per cápita* de «energías modernas», y en particular, el de combustibles fósiles (carbón y petróleo), que cada economía realiza, describe una trayectoria a lo largo del tiempo que es muy ilustrativa del nivel de modernización que va alcanzando. Realizan una estimación del consumo aparente de carbón y petróleo y utilizan dos indicadores que definen como «dependencia energética» y «esfuerzo energético». Su estudio tiene por objetivo ofrecer un panorama de la modernización energética en América Latina en 1925. Además, para ubicar los resultados obtenidos, Folchi y Rubio realizan un muy interesante recorrido por los estudios sobre energía en América Latina anteriores a 1970 y llevan a cabo un análisis crítico de la información manejada por los mismos. El trabajo ha aportado muy importantes elementos de análisis a esta investigación.

En un estudio referido a cómo Uruguay enfrentó la crisis energética de los años setenta, Bertoni y Caldes (2008) incursionaron en el análisis de los cambios en la matriz energética y la incidencia de las importaciones de combustibles líquidos en la composición de las importaciones uruguayas, desde 1965 hasta 2005. Allí, además se discutió los diagnósticos realizados en los años sesenta y setenta y los procesos de decisión asociados a la definición de políticas energéticas.

Finalmente, en el artículo de Bertoni, Rubio y Román (2009), se realizan algunas estimaciones para discutir la dependencia energética y el esfuerzo importador para Uruguay y España, para momentos específicos del siglo XX. En ese trabajo, sin embargo, todavía no se contaba con información que se ha procesado posteriormente y que ha permitido avanzar sustantivamente en el análisis del caso uruguayo.

Esta muy breve recorrida por algunos de los trabajos vinculados a la temática bajo estudio, pretende dar cuenta del origen de algunos de los conceptos y herramientas metodológicas, así como de esfuerzos previos realizados en la búsqueda de evidencia que permitiera discutir esta particular dimensión económica de la oferta energética.

Dado que la modernización energética se manifiesta por una creciente participación de los combustibles fósiles en la matriz, la accesibilidad a esta forma de energía resulta fundamental en el proceso de desarrollo. La presencia de yacimientos de carbón y/o petróleo constituye pues, una variable determinante. Por contrapartida, la ausencia o insuficiencia de los mismos puede determinar diferentes grados de dependencia del

exterior y como consecuencia un problema de «seguridad energética» resultado de la incidencia de distintas variables exógenas: nivel y volatilidad de los precios de los combustibles, concentración de los países proveedores, costos de transporte, papel de las compañías transnacionales, aspectos geopolíticos, conflictos armados, etcétera.

Como una primera aproximación a los impactos generados por la transición energética moderna se utiliza un indicador que mide el grado de dependencia que tiene un país en cuanto a su abastecimiento energético respecto del exterior. Esto es, qué fracción de la energía que se consume es suministrada por otros países (Folchi y Rubio, 2008: 56). El índice de dependencia energética queda definido así:

IDE = CEPi / CEPt *100

Donde IDE es el índice de dependencia energética; CEPi es el consumo de energía primaria importada; y CEPt es el consumo de energía primaria total. A los efectos de poder realizar esta estimación se expresa el consumo de todas las fuentes primarias en una unidad común según el poder calorífico de cada energético. En este caso, como ha sido adelantado en el Capítulo 3, se realizó las conversiones necesarias en términos de equivalente petróleo.

De manera complementaria al análisis de la dependencia energética, es útil cuantificar el esfuerzo en divisas que significa satisfacer los requerimientos energéticos. Para ello se ha definido un indicador de «esfuerzo energético» que informa de la fracción que representa el coste de importación de energía con relación al valor de las importaciones totales (Folchi y Rubio, 2008: 58). Se define el índice de esfuerzo energético como

IEE = IEv / ITv *100

Donde IEE es el índice de esfuerzo energético; IEv es valor de las importaciones de energía; y ITv es el valor de las importaciones totales. Ambas variables se expresan en precios corrientes (en general dólares norteamericanos).

Una opción, tomada en este trabajo, es complementar esta medida con una estimación de la fracción del valor de las exportaciones que representan las importaciones de energía. Con ello se estaría dimensionando cuánto de las divisas obtenidas por concepto de exportaciones deben destinarse a costear el suministro de energía desde el exterior. Esto, en el caso de Uruguay, con un alto índice de dependencia energética, cobra especial significación. En este caso, se sustituye ITv por ETv (valor de las exportaciones totales).

Considerando los trabajos que han abordado el problema de la restricción externa al crecimiento, el IEE —en sus dos versiones— se convierte en una aproximación interesante para discutir la presión que sobre la balanza de pagos puede ejercer la importación de energía y, en consecuencia incorporar esta variable específica al análisis de las elasticidades que subyacen a la tasa de crecimiento compatible con el equilibrio externo.

Como ejercicio complementario se discute también cómo evolucionó el poder de compra de las exportaciones uruguayas en términos de petróleo.

## Algunos hechos estilizados

Como ha sido señalado en el Capítulo 3, en estrecha relación con el desempeño económico y el mejoramiento de la calidad de vida de los uruguayos la energía consumida se incrementó a lo largo del siglo XX.

El impresionante cambio de nivel que muestra el consumo de energía primaria en las décadas de la segunda posguerra, en consonancia con el auge y la crisis de la «Suiza de América», ha sido señalado reiteradamente. De manera similar se ha insistido en que la economía uruguaya pasó de una dinámica de crecimiento extraordinaria, incrementándose el PBI real por habitante a una tasa a acumulativa anual de 5% (1945-1954), a un escenario de estancamiento (tasa acumulativa anual del PBI por habitante de -0,3%) e inflación (1955-1972) que llevó al colapso del modelo.

El telón de fondo de estos procesos era la culminación de la transición energética. Al finalizar la Segunda Guerra Mundial, Uruguay había concluido la transición de la energía tradicional a la energía moderna (Gráfico 19). Los combustibles fósiles y la hidroelectricidad aportarían, desde entonces, más de 80% de la energía primaria consumida en el país. Para satisfacer esa demanda era imprescindible movilizar cuantiosos recursos, ya fuera para pagar la importación de crudo y derivados, ya fuera para construir centrales hidroeléctricas que implicaban fuertes inversiones de infraestructura. En el Cuadro 5 del Capítulo 3 ha quedado de manifiesto que el petróleo fue el energético que contribuyó mayoritariamente al incremento de la oferta energética para satisfacer la demanda derivada de la duplicación del consumo entre 1946 y 1966. Ello, como se verá en la sección siguiente llevó la dependencia energética a los máximos niveles del siglo XX.

La transición a formas de energía moderna significó un incremento notable de la dependencia energética, debido a que la única fuente con la que contaba el país era la hidroelectricidad. Ésta se incorporó tardía y parsimoniosamente a la matriz y si bien su participación ha sido creciente, no se trata de una fuente firme. La expansión y profundización del consumo y la irregularidad de los caudales fluviales dieron por resultado que la generación térmica de electricidad siguiera ocupando un lugar muy importante en el tercer cuarto del siglo XX.

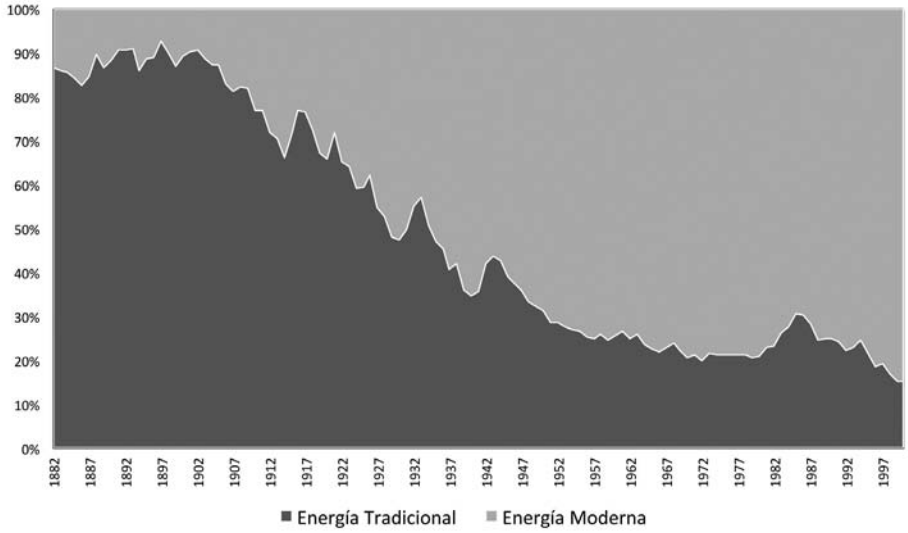


**Gráfico 19**. Transición energética en Uruguay (de la energía tradicional a la moderna).
*Fuente: Cuadro 2 del Anexo Estadístico*

Hasta la puesta en funcionamiento de la central hidroeléctrica de Rincón del Bonete (1945), toda la energía moderna era importada, y la dinámica de la transición hizo que el Índice de Dependencia Energética (IDE) se comportara de manera creciente hasta los años cincuenta, estabilizándose entonces en torno a 70% y sólo se observa una caída en las últimas dos décadas del siglo (Gráfico 20). La dependencia, se construyó en estrecha relación con la incorporación creciente del petróleo importado a la matriz. No es de extrañar por tanto, que la crisis petrolera en los años setenta del siglo pasado provocara un severo ajuste a la baja de la dependencia, debido a la reducción obligada del consumo de crudo, suplido a costa de leña, residuos de biomasa y nuevas centrales hidroeléctricas. Este ajuste, devolvió a Uruguay en la década de 1980 a niveles de dependencia desconocidos en los anteriores cuarenta años, ubicándose el índice en el entorno del 60% hacia el final del siglo. Obsérvese que la lenta incorporación de la hidroelectricidad a la matriz frenó, pero no hizo disminuir sustantivamente la dependencia del exterior. La central de Rincón del Bonete comenzó generar a pleno en 1948, pero el IDE sigue creciendo hasta mediados de los años cincuenta y a pesar de la puesta en funcionamiento de una segunda central en el Río Negro (1960) el índice se mantiene en valores superiores a 70% hasta la inauguración de las centrales de Salto Grande y Palmar (1979-1982). Recién entonces el índice tiene una caída importante.

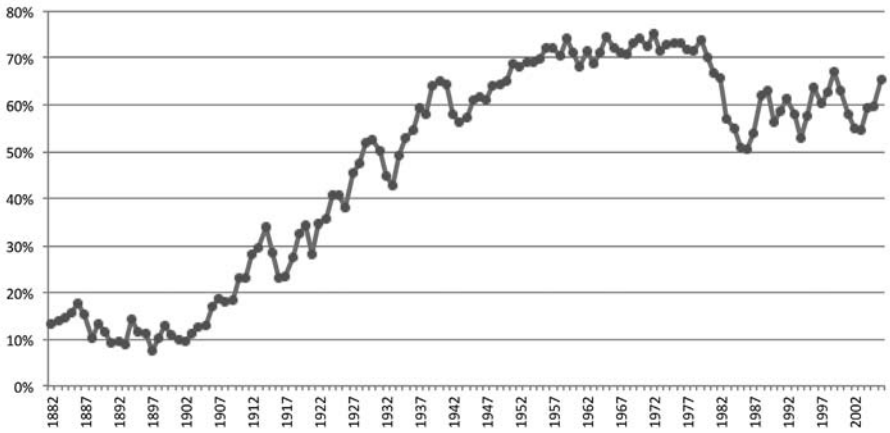


**Gráfico 20.** Índice de dependencia energética (Energía importada/Total de energía primaria en kTEP).
*Fuente: Cuadro 4 del Anexo Estadístico*

En segundo lugar, corresponde señalar la variabilidad que muestra el comportamiento de la serie. En la primera mitad del siglo las fluctuaciones parecen asociarse al impacto de choque externos sobre el abastecimiento de energía, tales como la Primera Guerra Mundial, la crisis de los años treinta y la Segunda Guerra Mundial. En la segunda mitad del siglo los factores determinantes son de orden doméstico y la evidencia apunta a la irregularidad del suministro de hidroelectricidad. Ello da lugar a una paradoja, ya que en la medida en que se incorpora una fuente autóctona como la hidroelectricidad —con lo que se avanzaría en la «soberanía energética»— la necesidad de apelar aleatoriamente a la importación de petróleo genera problemas de previsión en el manejo de la balanza de pagos.[101] Debe señalarse que puede llegar a ser tan problemática una alta dependencia del exterior como un comportamiento errático de la demanda de importaciones de energía.

¿Cómo se traduce esta dependencia energética en términos económicos? Depender de otros países para el abastecimiento de recursos energéticos no se traduce de manera automática en un límite para adquirirlos. Pero, en Uruguay lo primero condujo inexorablemente a lo segundo. Un simple ejercicio, llevando a valores constantes la importación de combustibles, ofrece evidencia al respecto. En la década siguiente a la Segunda Guerra Mundial, el país vio casi duplicarse en términos reales la necesidad de divisas asignadas al pago de las importaciones energéticas (Gráfico 21).

101 En el Capítulo 4, Sección 4.5 se ha presentado evidencia al respecto.

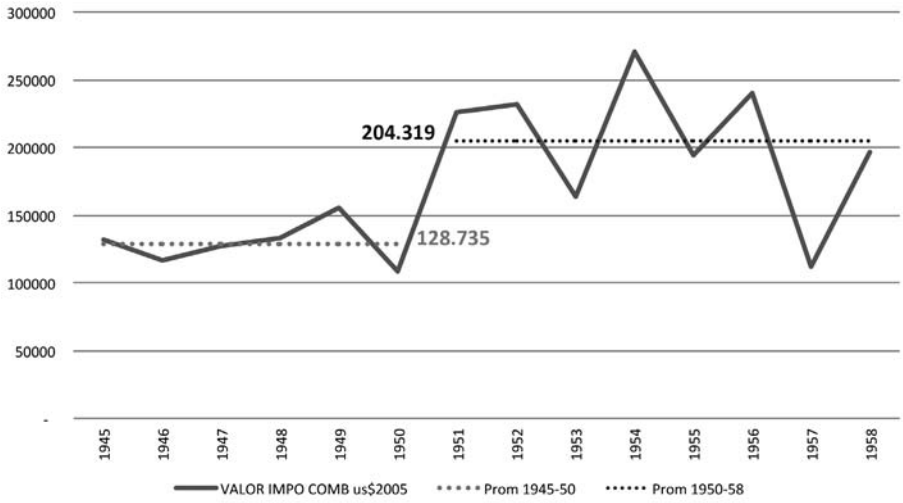


**Gráfico 21.** Valor real de las importaciones de combustibles (en dólares de 2005).
*Fuente: Cuadro 8 del Anexo Estadístico*

Sin embargo, este comportamiento de las importaciones en valores absolutos, nada nos dice aún de su incidencia en términos relativos al conjunto de las importaciones y, lo que es más importante, en relación a las exportaciones, la fuente de divisas para hacer frente a las erogaciones originadas en la compra de energía en el exterior.

Dado que esos fueron los años de las «vacas gordas» y de auge de la «Suiza de América», allí se concentrará el esfuerzo analítico de este trabajo. Se utilizará el ya definido índice de esfuerzo energético para discutir la incidencia de la dependencia energética en los flujos comerciales del país en el largo plazo.

## Esfuerzo energético importador

El esfuerzo importador es el resultado de la evolución de los precios de la energía y de las cantidades requeridas desde el exterior para satisfacer la demanda nacional. Esa combinación de precios y cantidades se traduce en el esfuerzo importador que la economía nacional hace para abastecerse de los energéticos que no posee. Como se ha señalado en la sección anterior, el Índice de Esfuerzo Energético (IEE) es un instrumento para informarnos al respecto.

En el caso de Uruguay ha sido imposible —hasta el momento— construir el indicador para todo el siglo XX. Hasta 1940 el registro de las importaciones se realizó en valores de aforo, lo que no permite aproximarse al costo real de las importaciones de energía. El desafío es contar con los valores FOB en los puertos de origen y sumarle el costo del flete, para tener un valor CIF en Montevideo. Pero esta labor no es sencilla pues es fundamental contar con valores de fletes específicos del producto en cuestión —en este caso carbón y petróleo— y no genéricos de puerto a puerto, porque los fletes oscilan espectacularmente de unos productos a otros. Hasta el momento el esfuerzo

realizado no ha cristalizado en resultados consistentes y por ello, en este trabajo sólo se manejan las estimaciones de IEE para los últimos sesenta años del siglo XX.[102]

## Estimaciones para el período anterior a 1940

No obstante lo planteado en el apartado anterior, se presentan a continuación algunos esfuerzos tendientes a contar con estimaciones de IEE para la primera mitad del siglo XX.

Primeramente, corresponde señalar que Folchi y Rubio (2008:59) en su análisis del consumo aparente de energía fósil en América Latina, realizan una estimación de la participación porcentual de las importaciones de carbón y petróleo en el total de las importaciones a partir de las estadísticas de comercio exterior de diecisiete países latinoamericanos en 1925. Uruguay aparece como el país que realiza el mayor esfuerzo energético (11,6%), guarismo que duplica el promedio regional (5.3%).[103] La presencia en la muestra de países productores de combustibles fósiles en distinta dimensión, no invalida la conclusión a la que llegan los autores para el caso uruguayo

> El país que muestra un nivel más alto de esfuerzo energético es Uruguay lo que indicaría la combinación de un nivel de modernización avanzado, con altos requerimientos de energías fósiles, con una dependencia absoluta del exterior (Folchi y Rubio, 2008: 58)

Henry Finch, en su afán por superar la limitación que imponía al análisis del comportamiento del sector externo de la economía uruguaya el manejo de valores de aforo en las estadísticas oficiales, realizó estimaciones a partir del valor FOB de las exportaciones de Estados Unidos y Gran Bretaña a Uruguay, como si todas las importaciones uruguayas provinieran de esos países (Finch, 1980). Como resultado presentó una serie expresada en promedios trianuales móviles que Bértola (1991: 125) discute y corrige incorporando estimaciones del valor de los fletes respectivos, para obtener un valor CIF Montevideo. Estos esfuerzos, aunque suponen un avance sustantivo para el análisis agregado, no permiten aproximarse al valor CIF de los combustibles fósiles, dado lo señalado anteriormente sobre la especificidad de los fletes. Pero además, en el caso del petróleo, se suma el problema de que los puertos de origen no son los que Bértola maneja para sus estimaciones.

De cualquier manera, Finch realiza —y Bértola retoma— estimaciones de la composición de las importaciones según destino incluyendo —de acuerdo a estándares internacionales— la categoría «combustibles y lubricantes». Puede tomarse este agregado como *proxy* de la importación de combustibles. En el Cuadro 14 se presenta la información suministrada por aquel autor británico.

La tendencia creciente de la participación de los combustibles fósiles en el total de las importaciones no debería sorprender, en la medida que se inicia la transición

102 En Bertoni, Román y Rubio (2009: 183) aparecen algunas referencias puntuales y fragmentarias de los fletes de carbón y petróleo en los años treinta, pero el tipo de información no permite realizar extrapolaciones de manera lineal.

103 Argentina (10,4%) y Brasil (8,8%) son los países que siguen a Uruguay en el ranquin de esfuerzo energético (Folchi y Rubio, 2008 - Tabla 1.12, p. 59)

energética en las primeras décadas del siglo, como ha quedado planteado en el Capítulo 3. Sin embargo, sorprenden los porcentajes que maneja el autor en los años veinte. La comparación del 22,5% estimado para el trienio 1924-1926, con el guarismo manejado por Folchi y Rubio (2008), pone un manto de duda sobre la consistencia de las cifras, ya que no resulta posible aceptar una diferencia de 100%.

| Cuadro 14. Importaciones de energía fósil en el total de las importaciones (%) | |
|---|---|
| | Combustibles y lubricantes / Total (%) |
| 1899-1901 | 7,8 |
| 1902-1904 | 9,1 |
| 1905-1907 | 8,3 |
| 1908-1910 | 10,4 |
| 1924-1926 | 22,5 |
| 1927-1929 | 26,8 |
| 1930-1932 | 34,7 |
| 1933-1935 | 34,7 |
| 1936-1938 | 28,0 |
| 1939-1940 | 26,5 |
| Fuente: Finch, 1980 Cuadro 5.8, p. 268. | |

Una fuente como la «Sinopsis Económica y Financiera del Uruguay» (BROU, 1933), en la que se registra la importación de combustibles líquidos, ofrece una interesante referencia para discutir aquella discrepancia. En esta publicación se manifiesta haber realizado ajustes a las cifras de importaciones para obtener una aproximación a los valores reales. En el Cuadro 15 se presenta dicha información. Aunque sólo se registran los combustibles líquidos, es posible afirmar que el total de energía fósil importada no podría haber triplicado los valores que se presentan para los años veinte, como sugeriría Finch.[104] Recuérdese que la transición del carbón al petróleo habría tenido un impulso muy importante en esa década, al final de la cual el consumo de combustibles líquidos superaba ya al carbón en la matriz energética uruguaya (Capítulo 3, Gráfico 3). De aceptar las cifras de Finch, las importaciones de carbón deberían haber superado en 150%, 85% y 91% a las de petróleo en los trienios 1924-26, 1927-29 y 1930-32, respectivamente.

¿Es posible pensar que en las estimaciones de Finch se podría haber incluido en las importaciones de carbón aquellos volúmenes destinados a *bunkering*, que no tenían por destino el consumo doméstico? No contamos con la información suficiente como para afirmar esto.

104 Los datos de la «Sinopsis...» arrojan un valor muy similar al que manejan Folchi y Rubio para las importaciones de combustibles líquidos (7,6% y 7,9%, respectivamente), estos últimos agregan las «importaciones carboneras» (3,7%). Pero Henry Finch estima, para el trienio 1924-1926 un promedio anual de 22,5%.

| Cuadro 15. Importaciones de combustibles líquidos en el total de las importaciones (miles de pesos corrientes) | | | |
|---|---|---|---|
| | Combustibles líquidos | Importaciones Totales | Combustibles / Total Importaciones (%) |
| 1915 | 2.065 | 40.600 | 5,1 |
| 1916 | 2.630 | 52.900 | 5,0 |
| 1917 | 2.836 | 66.573 | 4,3 |
| 1918 | 1.897 | 100.808 | 1,9 |
| 1919 | 2.723 | 113.191 | 2,4 |
| 1920 | 4.114 | 132.547 | 3,1 |
| 1921 | 4.420 | 93.855 | 4,7 |
| 1922 | 4.581 | 81.886 | 5,6 |
| 1923 | 4.945 | 102.082 | 4,8 |
| 1924 | 6.706 | 81.810 | 8,2 |
| 1925 | 7.271 | 95.365 | 7,6 |
| 1926 | 8.360 | 74.112 | 11,3 |
| 1927 | 10.911 | 81.830 | 13,3 |
| 1928 | 13.503 | 93.955 | 14,4 |
| 1929 | 14.700 | 93.284 | 15,8 |
| 1930 | 17.737 | 93.894 | 18,9 |
| 1931 | 18.102 | 114.128 | 15,9 |
| 1932 | 13.556 | 68.810 | 19,7 |
| Fuente: BROU (1933) | | | |

Una última fuente de información para concluir esta discusión sobre el esfuerzo energético importador hasta 1940, proviene de los trabajos realizados en el Área de Historia Económica del Instituto de Economía de la Facultad de Ciencias Económicas y Administración. Allí, se llevó a cabo una investigación específica sobre las importaciones uruguayas, en el marco de un estudio sobre la sustitución de importaciones. Para el período anterior a 1911 se manejan valores de aforo (Millot y Bertino, 1996), pero para 1911-1930 se realiza un ejercicio de comparación entre valores de aforo y lo que denominan «valor en plaza» que se presenta como una aproximación al valor de mercado de las importaciones (Bertino *et al.*, 2005).

Hasta 1910, el valor de las importaciones de combustibles fósiles en relación al total importado (exclusivamente carbón) coincide con los porcentajes que maneja Finch. Pero, en los años veinte —ahora incorporando los combustibles líquidos— las diferencias son muy importantes y, por contrapartida, la participación de los combustibles se ubica en una magnitud similar a las cifras que maneja la *Sinopsis...* y, por consiguiente, al esfuerzo energético estimado por Folchi y Rubio. En el Cuadro 16 se ofrece la información proveniente del Instituto de Economía.

| Cuadro 16. Participación de los combustibles en las importaciones totales. Valores de plaza (%) | | | |
|---|---|---|---|
| Año | Combustibles / Total (%) | Año | Combustibles / Total (%) |
| 1901 | 8,2 | 1916 | 5,4 |
| 1902 | 8,3 | 1917 | 4,4 |
| 1903 | 8,2 | 1918 | 3,5 |
| 1904 | 10,5 | 1919 | 2,5 |
| 1905 | 7,7 | 1920 | 9,2 |
| 1906 | 8,4 | 1921 | 8,7 |
| 1907 | 9,3 | 1922 | 9,6 |
| 1908 | 11,9 | 1923 | s/d |
| 1909 | 9,4 | 1924 | 8,0 |
| 1910 | 9,3 | 1925 | 9,6 |
| 1911 | 7,4 | 1926 | 11,6 |
| 1912 | s/d | 1927 | 14,2 |
| 1913 | s/d | 1928 | 15,1 |
| 1914 | s/d | 1929 | 19,0 |
| 1915 | 4,6 | 1930 | 19,5 |
| Fuente: Millot y Bertino (1996); Bertino *et al.* (2005). | | | |

La seriedad del trabajo de Finch y las dificultades para desentrañar la metodología con que se realizaron las otras estimaciones, ha llevado a no incorporar la información anterior a 1941 en este estudio. La estrategia de llevar a cabo una estimación propia del valor de las importaciones de energía, a partir de los precios internacionales de los combustibles fósiles y de los fletes, aún no ha arrojado resultados satisfactorios. Por ello en este trabajo se calcula el índice de esfuerzo energético a partir del momento en que se cuenta con información de los flujos de comercio exterior a precios de mercado. De cualquier manera, parece innegable que sea cual sea la estimación el esfuerzo energético importador de Uruguay fue alto y creciente en las cuatro primeras décadas del siglo.

## Esfuerzo Energético desde 1941

A pesar de la limitación que representa para el análisis de largo plazo la ausencia de la información referida en el apartado anterior, el análisis de la evolución del índice de esfuerzo energético en los últimos sesenta años ofrece evidencia para discutir el impacto que pudo tener la provisión de energía moderna en el equilibrio externo, especialmente en el período 1946-1970 —piedra angular del argumento que se defiende en esta tesis—.

Contar con información estadística de los valores de la importación de energía a precios de mercado desde 1941, no significa que la estimación del IEE sea un asunto sencillo y mecánico. La discrepancia en los datos registrados por distintas las fuentes consultadas obligó a llevar a cabo una labor heurística exhaustiva.

Se aprecian diferencias entre las cifras que registran los datos oficiales de la «Oficina del Contralor de Importaciones y Exportaciones» y las manejadas por el Diagnóstico

y Plan de Energía de la CIDE (1965).[105] Pero también, aunque menores, surgen discrepancias entre las cifras oficiales que aparecen en las publicaciones de la *Oficina del Contralor*... y las se presentan en los *Anuarios Estadísticos de la Dirección General de Estadística*. Lamentablemente estos problemas de información se concentran en las décadas de 1940 y 1950.

Un problema adicional se presentó al intentar superar estas discrepancias apelando a una base de datos internacional, como la Oxford Latin America Economic History Database (OxLAD).[106] La decisión de utilizar la información allí registrada tenía por objetivo, además, contar con datos que permitieran comparaciones del IEE con otros países de la región. La decepción fue mayúscula al descubrir que OxLAD ofrece magnitudes de otro orden, que no resisten la crítica a partir de las fuentes nacionales.[107] En la sección correspondiente a las comparaciones internacionales del IEE se amplía la crítica a esta base de datos.

En definitiva, se optó por utilizar como información para la construcción de las series de importación de combustibles fósiles y de importaciones y exportaciones totales, las siguientes fuentes.[108]

- Dirección General de Estadística «Anuarios Estadísticos»: «Intercambio Comercial» *Anuario Estadístico 1955-1960,* p. H1); «Importaciones por grupos de productos (1950-1960)» (*Anuario estadístico 1955-1960*, p. H8).
- Dirección General de Estadística *Estadísticas Retrospectivas del Uruguay*, Montevideo 1961, pp. H5.
- BROU *Boletín Estadístico años 1961-1969*
- Instituto Nacional de Estadística (<http//www.ine.gub.uy>)
- CEPAL, Base de Datos BADECEL

En el Cuadro 8 del Anexo Estadístico se presenta la serie completa.

Con base en las series construidas, se calculó el IEE en relación con las importaciones y las exportaciones, como fue señalado en la sección anterior. Ambos índices se presentan en el Gráfico 22 y denotan trayectorias similares. No obstante, como veremos al abordar períodos específicos, las diferencias no son menores y siendo los recursos ingresados por concepto de exportaciones los que proveerían las divisas para cubrir la importación de combustibles, a esa relación se dedica la mayor atención.

---

105 La labor de relevamiento de la información contenida en los libros de la Oficina del Contralor de Importaciones y Exportaciones fue llevada a cabo por Cinthia Álvarez y Leonardo Falkin, en el marco de la elaboración de su monografía de grado (Álvarez y Falkin, 2008), por lo que los datos de esta fuente sobre combustibles fósiles constituyen una deuda con ellos.

106 <http://oxlad.qeh.ox.ac.uk>.

107 OxLAD señala como fuentes de origen de la información: ECLAC SBLA (1964) and ECLAC SYLA (1977, 1981, 1982, 1987, 1992, 1997, 2002). Además de las inconsistencias con fuentes nacionales, en la propia serie presentada se aprecia un cambio de magnitud en la participación de fuels en «intermediate goods» para la que no se da ninguna explicación.

108 Cabe destacar que los resultados obtenidos son bastante similares a los que presenta Finch (1980: 268).

Hay dos fenómenos que inciden de manera extraordinaria y hacen difícil analizar el comportamiento de las series, por la magnitud de las fluctuaciones que provocan: las inundaciones de 1959 y la crisis petrolera de los años setenta. En el primer caso se trata de una situación esencialmente coyuntural derivada del hecho de quedar fuera de servicio la central hidroeléctrica de Rincón del Bonete en el marco de una caída extraordinaria también del valor de las exportaciones uruguayas. La conjunción de ambos fenómenos llevó a cuadruplicar el peso de la importación de combustibles en las exportaciones de un año a otro (de 18,6% a 78,6%). En el segundo caso se trata de un escenario que se instala por más de una década y que se relaciona directamente con los shocks petroleros de 1973 y 1979, que impactaron en una matriz energética cuya dependencia del petróleo oscilaba en torno a 70%-75% del total de la energía primaria consumida.

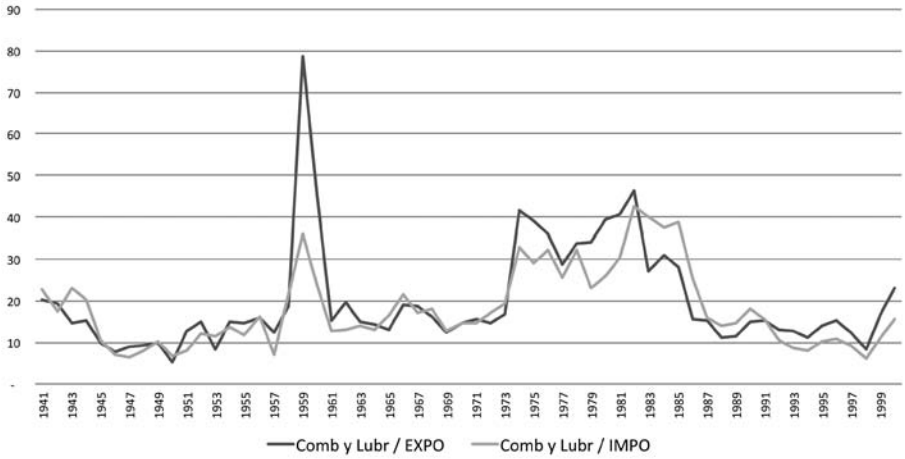


**Gráfico 22.** Índice de esfuerzo energético (IEE) (%).
*Fuente: Cuadro 8 del Anexo Estadístico*

A continuación se focaliza el análisis en el período de posguerra, extendiendo el mismo hasta que se produce el primer shock petrolero. La idea es discutir la evolución del IEE durante «el auge y la crisis de la Suiza de América», considerando que los costos energéticos del modelo de desarrollo implementado fueron crecientes y debieron incidir en su agotamiento, a través de la presión ejercida sobre el sector externo.

Entre 1945 y 1973 el IEE pasa de 10% a 17%, constatándose pues un incremento significativo de las divisas provenientes de las exportaciones comprometidas en cubrir la importación de energía. Pero en los 13 años posteriores a la Segunda Guerra Mundial se acumulan las tres cuartas partes de dicha variación, pasando el IEE promedio anual de 8,4% a 14%. Este incremento es significativo y colocó al país ante la necesidad de destinar casi un 6% más de divisas provenientes de las exportaciones para hacer frente a las importaciones de energía. En el Cuadro 17 se ofrece el valor promedio del IEE por décadas —a partir de la finalización de la Segunda Guerra Mundial—,

omitiendo los años 1959 y 1960, para evitar las distorsiones generadas en la serie por el referido fenómeno de las inundaciones.

| Cuadro 17. Índice de Esfuerzo Energético (promedios) | |
|---|---|
| 1945-1950 | 8,43 |
| 1951-1958 | 14,02 |
| 1961-1973 | 15,81 |
| Fuente: Cuadro 8 del Anexo Estadístico | |

Es interesante observar gráficamente el comportamiento de la serie del IEE en los años de posguerra. No cabe duda que en ese período hay un cambio importante. El Gráfico 23 permite identificar el cambio de nivel que se desprende del Cuadro 17. Llama poderosamente la atención la variabilidad de la serie en los años cincuenta, destacándose las importantes caídas del índice en 1950, 1953 y 1957.

Revisadas las fuentes el factor determinante de dicho comportamiento es una disminución muy importante de las importaciones de crudo. No obstante, la discusión y crítica de esta información no ha arrojado resultados concluyentes. Las cifras manejadas por CIDE (1965) registran valores entre dos y tres veces superiores que los obtenidos en la Oficina del Contralor y los *Anuarios Estadísticos* (que son coincidentes). También cuando se analizan los registros de importación de volumen de crudo de ANCAP parece fortalecerse la idea de una inconsistencia en los datos manejados por el contralor y los anuarios en 1953 y 1957. De cualquier manera la tendencia creciente del índice es indiscutible y lo que resta dilucidar es el grado de varianza de la serie.

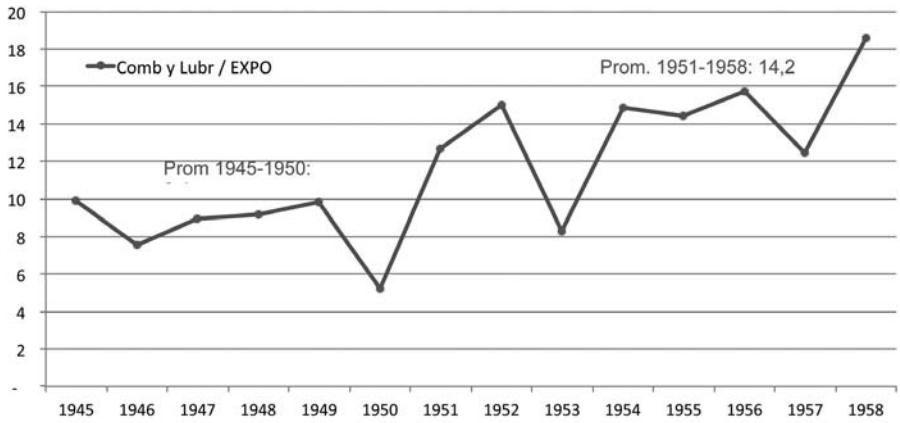


**Gráfico 23.** Índice de esfuerzo energético 1945-1958 (%).
*Fuente: Cuadro 8 del Anexo Estadístico*

El importante incremento del esfuerzo energético en los años cincuenta y su tendencia levemente creciente en los años sesenta despertó la preocupación de los

contemporáneos, máxime en un contexto internacional de petróleo barato e incluso, en los sesenta, con precios en descenso.

Aunque no ha podido reconstruirse una serie del precio CIF pagado por Uruguay por el petróleo crudo, un cálculo a partir de las fuentes manejadas, del valor unitario del barril de petróleo crudo para Uruguay permite tener una aproximación a la incidencia de los precios en el incremento del esfuerzo energético.

En el Gráfico 24, se puede apreciar la evolución del valor unitario del barril de petróleo importado por Uruguay. Después de caer en la inmediata posguerra crece nuevamente estabilizándose entre 1948 y 1958 algo por encima de los 3,5 dólares el barril, y volviendo a caer entonces para ubicarse, al comienzo de los años sesenta, en el entorno de los 2,5 dólares.

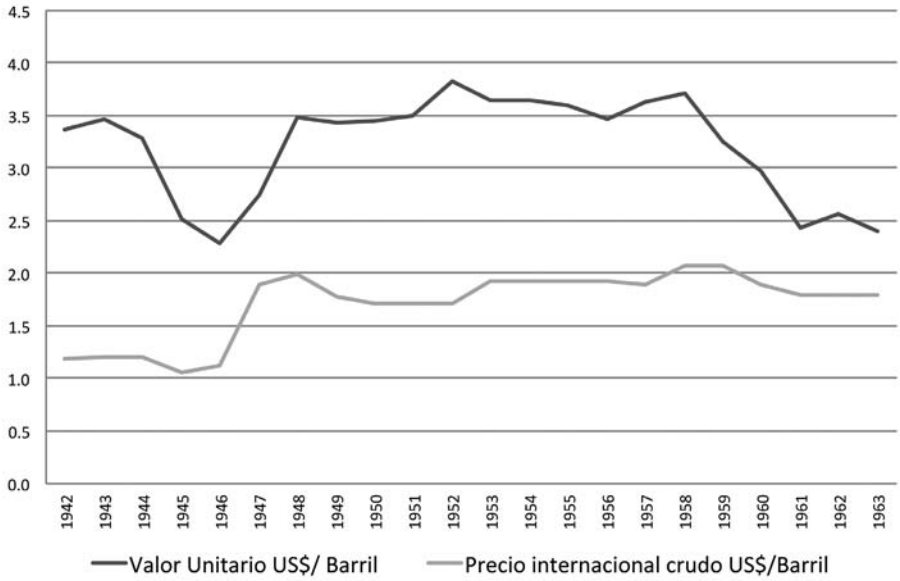


**Gráfico 24.** Comparación del valor unitario de las importaciones de crudo de Uruguay y el precio internacional del barril de petróleo (1942-1963). Dólares por barril.
*Fuente: Cuadro 9 del Anexo Estadístico*

En el mismo gráfico se presenta la evolución del precio internacional del crudo (FOB). Es de destacar la incidencia de los fletes en la brecha que se observa y cómo después de un acortamiento de la distancia en la inmediata posguerra, ésta crece nuevamente y en los años cincuenta se puede decir que Uruguay habría pagado alrededor de un 90% por encima del precio internacional. Después de 1959 la brecha se achica y en los primeros años sesenta el sobreprecio pagado por Uruguay se ubicaría alrededor de 37%.

En paralelo a esta evolución, los volúmenes de crudo importado crecieron notablemente entre 1946 y 1953 pasando de 350.000 $m^3$ a 1.320.000 $m^3$ anuales. Se

mantuvieron en ese nivel hasta el final de la década de los años cincuenta y retomaron el crecimiento entonces, registrándose una importación de 1.720.000 m3 en 1962.[109]

En síntesis, el incremento del esfuerzo energético habría sido el resultado del aumento de volúmenes y precios entre el fin de la Segunda Guerra Mundial y los primeros años cincuenta y de un incremento de los volúmenes importados, aún con precios en caída, a comienzos de los años sesenta.

A pesar que, como se ha señalado, la CIDE (1965: 1) descartaba la restricción energética como un factor que hubiera incidido en el desarrollo económico, no dejaba de advertir en su diagnóstico sobre el hecho de que « [en Uruguay] el incremento de los consumos de energía estará siempre vinculado a su capacidad de importar combustibles líquidos» (CIDE, 1965: 5) y alertaba sobre su incidencia en la balanza de pagos

> Las importaciones de combustibles representan actualmente una cifra del orden del 15% de las importaciones totales del país. Si bien el incremento de consumo de combustibles líquidos no se ha reflejado totalmente en la balanza de pagos debido a una disminución de los precios unitarios (CIDE, 1965: 3)

Y agregaba

> En promedio, durante los años del período 1952-1963, el monto de divisas insumidas para este fin fue de 31,2 millones de dólares anuales o sea del orden de la quinta parte del promedio de las exportaciones anuales durante el mismo periodo [...] (CIDE, 1965: 45)

> Dado que los requerimientos de energía del País se abastecen en una elevada proporción mediante la importación de combustibles y que se debe tratar de limitar su impacto sobre el balance de pagos, es esencial hacer un esfuerzo ordenado en lo que hace a la racionalización y la eficiencia en el uso de las distintas formas de energía [...] (CIDE, 1965: 107)

Si bien las cifras manejadas por CIDE se ubican algo por encima de los cálculos realizados en este trabajo y por ende deberán discutirse con más elementos en el futuro, es altamente significativo que el esfuerzo energético apareciera como una preocupación para quienes no consideraban a la energía como un «factor limitante del desarrollo».

## El esfuerzo energético uruguayo en perspectiva comparada

Para dimensionar la importancia de la dependencia energética y el esfuerzo realizado por Uruguay para satisfacer sus requerimientos de energía moderna, se realiza en esta sección una comparación con lo ocurrido en otras economías de la región.

Debe señalarse que se trata de un primer intento por incorporar esta dimensión comparativa, limitando el alcance de la misma al tercer cuarto del siglo XX y tomando como provisionales los resultados, dado que antes de 1970 no se cuenta con información homogénea sobre la composición de las importaciones.

La muestra de referencia para contrastar con el caso uruguayo ha sido definida teniendo en cuenta que en la hipótesis del trabajo se establece la relación entre la dependencia energética y el esfuerzo energético importador con el desempeño económico

109 Las cifras son muy similares en los Anuarios Estadísticos y en el trabajo de CIDE (1965).

durante la industrialización dirigida por el estado. En consecuencia, siguiendo a Thorp (1998: 171) se seleccionó a aquellos países que se industrializaron rápidamente en los años cuarenta y cincuenta, y cuyos gobiernos estuvieron decididos a llevar a cabo esa transformación. Además de Uruguay, Argentina, Brasil, Chile y México, tienen un porcentaje muy elevado y creciente de actividad industrial en el PBI, y Colombia, si bien muestra un porcentaje más moderado su evolución expresa un crecimiento significativo. Como se refleja en el Cuadro 18, el grado de industrialización constituye el factor tenido en cuenta.

Cuadro 18. Participación de las manufacturas en el PBI (precios de 1970 en porcentaje)

| | ARG | BRA | CHI | UY | MX | COL |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1940 | 22.6 | 15.2 | 19.7 | 17.5 | 16.6 | 9.1 |
| 1945 | 24.7 | 17.3 | 22.1 | 18.2 | 18.8 | 10.7 |
| 1950 | 23.8 | 20.8 | 23.3 | 20.3 | 18.6 | 13.1 |
| 1960 | 26.7 | 26.5 | 25.5 | 23.9 | 19.5 | 16.2 |
| 1970 | 30.6 | 28.3 | 28.0 | 24.2 | 23.3 | 17.5 |

Fuente: Thorp (1998:172)

Es claro que en este conjunto hay países que ya en el período que nos ocupa (1945-1970) algunos eran productores de petróleo o comenzaban a serlo y otros contaban con yacimientos de carbón. Eso se refleja en el bajo IEE que registran. Aún así la comparación no pierde su valor, ya que aun haciendo el mismo esfuerzo —o algo más— Uruguay siempre dispondría de menos energía porque no posee ningún portador moderno en su territorio, salvo la hidroelectricidad; pero en todo caso, todos los demás también la tienen.

La construcción del IEE para este conjunto de países tropezó con obstáculos que a priori no eran visualizados. Entre ellos cabe destacarse la inconsistencia encontrada en la información sobre importaciones de la Oxford Latin American Economic History Database (OxLAD).[110] Allí se ofrece una serie de «valor total de importaciones de bienes», otra de «bienes intermedios» (secciones 0 a 6 y sección 9 de la Clasificación Standard del Comercio Internacional, SITC rev. 3) como porcentaje de las importaciones y, finalmente, la serie de «combustibles minerales y lubricantes» (sección 3, SITC rev. 3) como porcentaje de las importaciones de bienes intermedios. Para cada país se establecen las fuentes a partir de las cuales se construyeron las series. La metodología general dice que las estimaciones se realizan en general sobre «special trade» más que «general trade» y que las exportaciones están valuadas FOB y las importaciones CIF. No obstante, en algunos países parte de la serie de importaciones está en FOB.

110 El autor debe expresar su deuda con el responsable trabajo de Valentina Cancela en la discusión de las fuentes de comercio exterior para América Latina.

El intento de hallar, a partir de estas tres series el porcentaje de las importaciones de «combustibles minerales y lubricantes» en las importaciones totales, arrojó resultados que no se correspondían con las cifras manejadas por las fuentes nacionales a que se tuvo acceso. Las importaciones de energía estimadas a partir de OxLAD aparecían significativamente subvaluadas. Se descarta que las diferencias se deban a la forma de definición de «combustible», es decir al sistema de clasificación de productos adoptadas por las diferentes fuentes de las que se nutre la base OxLAD.

Ante ese inconveniente, se consultó documentación de Naciones Unidas: *International Trade Statistics 1900-1960*[111] y *United Nations Commodity Trade Statistics Database (Uncomtrade)*[112]. En el primer caso, se trata de un trabajo publicado en el año 1962 como «borrador» y del cual no se ha podido ubicar una versión final. Posee series largas de comercio exterior para algunos países, entre los que revisten Argentina, Brasil y Chile, tomando los valores oficiales de cada país ajustándolos a SITC, no importando si están valuados en CIF o FOB. No obstante, la clasificación de los bienes transados no permite desagregar los combustibles.

Uncomtrade contiene información para la mayoría de los países desde 1962 y gracias a una aplicación disponible se obtuvo información desagregada de las importaciones y exportaciones para todos los países en observación (excepto Uruguay, para quien los datos comienzan en 1970), por lo que ofrecía la posibilidad de calcular el IEE. Lamentablemente el período de mayor interés para este estudio, es decir los años cincuenta, no hay información. No obstante, se presenta el IEE para la muestra a partir de los datos suministrados para 1962-1973 (Gráfico 25). Para Uruguay se utiliza el IEE estimado en este trabajo para los años 1962-1969.

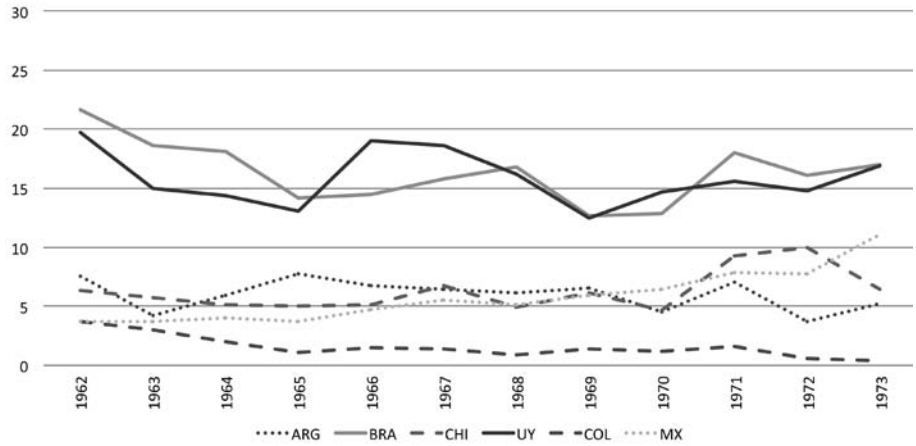


**Gráfico 25.** Índice de esfuerzo importador (% de las exportaciones).
*Fuente: Uncomtrade*

111 <http://unstats.un.org/unsd/trade/imts/historical_data.htm>.

112 <http://data.un.org/Data.aspx?d=ComTrade&f=_l1Code%3a1.>

Aunque sólo se trata de un ejercicio de aproximación, ofrece una idea de cuál podría haber sido la situación en un momento en que, en Uruguay, se había ya manifestado el agotamiento del modelo de industrialización dirigida por el estado.

Como puede observarse, el empalme de la serie de Uruguay en 1970 no parece invalidar la evolución, pero sobre todo adiciona confiabilidad al nivel del IEE de los años sesenta. Si por un instante, consideráramos plausible utilizar esos datos, resulta muy claro que el IEE de Brasil y Uruguay es muy superior al de los otros cuatro países de la muestra y ello aparece mucho más marcado antes de 1970. Si se tiene en cuenta que Uruguay vivía años de estancamiento productivo y residencialización del consumo energético, es posible que el IEE —similar al del vecino del norte— oculte diferencias cualitativas, dado el tipo de industrialización desarrollado por Brasil y sus requerimientos energéticos.

Para conseguir información homogénea anterior a 1962 se consultó bases de datos de CEPAL. La comisión publica un *Anuario Estadístico* y ha organizado *Series históricas de estadísticas económicas 1950-2008*; pero, además, cuenta con una base de datos de comercio exterior, que reúne información de todos los países desde 1970 (Badecel).[113] La información de esta última base se encuentra fuera del período de mayor interés para el análisis, las *Series Históricas...* no tienen información sobre importación de combustibles y los *Anuarios Estadísticos* no permiten construir series continuas sobre las importaciones de energía.

La búsqueda, no obstante, dio —parcialmente— sus frutos y pudo localizarse un trabajo de CEPAL (1966) *Antecedentes cuantitativos referentes al desarrollo de América Latina*, en el que se ofrece información sobre la importación de combustibles como porcentaje del total de las importaciones. La información ofrece un dato para 1950 y sólo a partir de 1955 presenta datos anuales hasta 1962. Para poder contrastar la serie con la obtenida de Uncomtrade, se apeló al *Boletín Estadístico* (CEPAL, 1968), donde aparecían algunos datos para 1963, 1964 y 1965. Así mismo, se empalmó esta información con la serie que publicó la Comisión en su estudio sobre la energía en América Latina (CEPAL, 1956). Así se logró construir una serie que comienza en 1946 y finaliza en 1965, aunque no fue posible completar la información para México. Es necesario enfatizar que la misma representa el porcentaje de las importaciones de combustibles en relación al total de importaciones y no hace mención ninguna a las exportaciones. Dado el carácter secundario de las fuentes utilizadas no se consideró pertinente estimar los valores importados y calcular el IEE en relación a las exportaciones.

Cuando se observa el Gráfico 26, con excepción de Colombia (que posee carbón y petróleo), todas las economías ven incrementarse el IEE hasta promediar los años cincuenta. En la década siguiente, en Chile (ya desde 1954) y Argentina cae el indicador, debido la importancia que adquiere —en ambos con impacto diferente— la explotación doméstica de petróleo. Brasil y Uruguay detentan el IEE más alto de la muestra.

113 <http://websie.eclac.cl/badecel>.

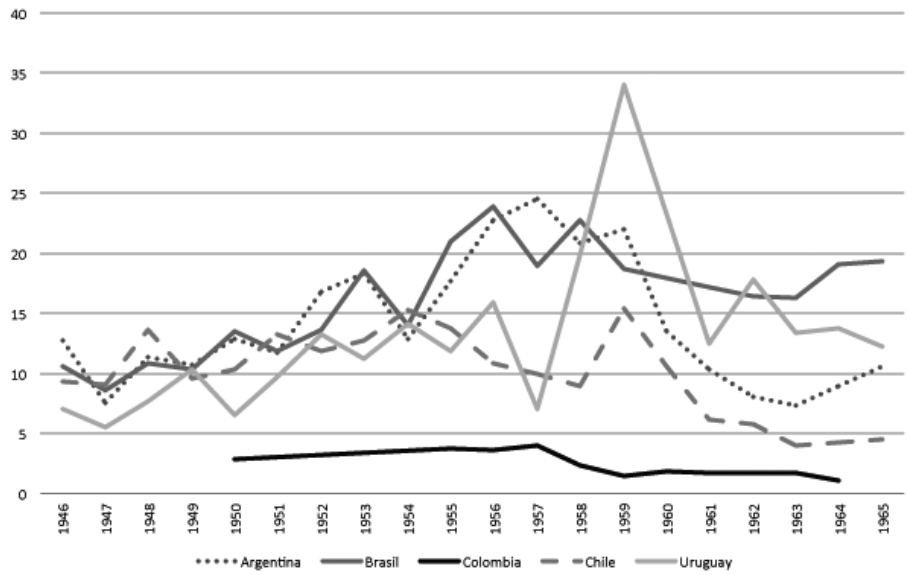


**Gráfico 26.** Índice de esfuerzo energético (% de las importaciones).
*Fuente: CEPAL (1966) y CEPAL (1968)*

Aunque se trate de información obtenida en fuentes secundarias y a pesar de realizar dos empalmes para conseguir la serie, es posible afirmar que el índice de esfuerzo energético de Uruguay evoluciona, en la década siguiente a la Segunda Guerra Mundial, de manera similar al de los países que detentaban un índice más alto (Argentina y Brasil). En la segunda mitad de los años cincuenta alcanza los guarismos más altos de la muestra y, junto a Brasil mantiene un muy alto IEE en la década siguiente, triplicando el promedio de los otros cuatro países.

Debería agregarse que la información de CEPAL es con respecto a importaciones. En conocimiento de la evolución de las exportaciones uruguayas en los años cincuenta, puede señalarse que si el cálculo de IEE se realizara en relación con ellas, la evolución del mismo sería más clara en el sentido de ubicarse tempranamente entre los guarismos más altos de la muestra. En síntesis, la comparación con otras economías de la región permite reafirmar la idea de que el esfuerzo energético de Uruguay es importante.

## El poder de compra en relación al petróleo

La tradición estructuralista latinoamericana ha señalado al deterioro de la relación de los términos de intercambio como una de las causantes del subdesarrollo de la región. Este fenómeno llevaría a la necesidad de incrementar los volúmenes exportados para compensar la pérdida en los precios relativos de los bienes de exportación en relación a los importados. Y, dado que factores estructurales obstaculizarían esa dinámica, el resultado es el desequilibrio externo y en definitiva una tasa de crecimiento menor que se manifestaría en un proceso de divergencia respecto a las economías centrales.

En Bértola (2000) se lleva a cabo un cálculo de la evolución de la relación de los términos de intercambio en Uruguay y de la serie estimada surge que a partir de 1951 se habría iniciado un deterioro importante de los mismos.

Siendo las divisas provenientes de las exportaciones las que deberían financiar las importaciones de energía, resulta de particular interés para discutir el impacto de la dependencia energética indagar sobre la evolución del poder de compra de las exportaciones. Convencionalmente este se define como

$$PCX = \frac{VX}{IPM}$$

Dónde PCX, el poder de compra de las exportaciones, es igual al cociente entre el valor de las exportaciones (VX) y el índice de precios de las importaciones (IPM). Por definición, si la relación es decreciente en el tiempo debe interpretarse como una pérdida en la capacidad del país para abastecerse de los bienes importados.

En línea con este razonamiento, en esta sección se lleva a cabo un ejercicio muy simple que consiste en relacionar la evolución del valor de las exportaciones uruguayas con el comportamiento del índice de precios el Petróleo (IPP), estimado a partir de la evolución del precio internacional del crudo.[114]

**Gráfico 27.** Poder de compra de las exportaciones uruguayas en términos de petróleo (1950=100).
*Fuente: Cuadro 10 del Anexo Estadístico*

El resultado representado en el Gráfico 27 permite observar una tendencia a la caída del poder de compra de las exportaciones uruguayas en términos de petróleo, entre el fin de la Segunda Guerra Mundial y las vísperas de la primera crisis petrolera.

114 Debe tenerse en cuenta que el IPP para Uruguay estaría subestimado pues se trata de precios FOB. Véase Gráfico 24 en la p. 191.

Aun dejando de lado el año 1959, en el que se produjeron inundaciones que obligaron a dejar de generar hidroelectricidad, con la consiguiente urgencia de salir a comprar combustibles fósiles «a cualquier precio», la principal caída debe ubicarse en los años cincuenta. Entre 1950 y 1958 el deterioro alcanzó el 50% y, aunque después hubo una recuperación, el promedio de los años 1961-1969 sólo fue 2/3 del nivel alcanzado al promediar el siglo.

En síntesis, a pesar de un escenario de «petróleo barato», la economía uruguaya no contó con una dinámica exportadora que le permitiera mantener el poder de compra de crudo, haciéndose por tanto más oneroso en términos relativos garantizar la provisión de energía fósil desde mediados de la década de 1950.

## Los costos energéticos de la «Suiza de América»

El extraordinario avance de la dependencia energética en Uruguay en la primera mitad del siglo XX fue el resultado de la transición de energías tradicionales a modernas. Este fenómeno condicionó el crecimiento económico a la importación de combustibles fósiles, dado la ausencia de estos recursos en el país, la tardía incorporación de la hidroelectricidad a la matriz energética y la irregularidad en el suministro de energía eléctrica a partir de esa fuente.

El notable desempeño de la economía uruguaya en la década posterior a la Segunda Guerra Mundial provocó un incremento muy importante del consumo de energía. A los requerimientos crecientes del sector manufacturero que protagonizó, en palabras de Bértola (1961) su «edad de oro», expandiéndose al 9% acumulativo anual, se sumó la explosiva evolución del sector transporte cuya dinámica alcanzó una tasa acumulativa de 10% anual entre 1945 y 1955 (Bertino, M. y Tajam, H. 1999).

El aumento del ingreso y las políticas redistributivas desarrolladas por el «neobatllismo» completaron un escenario en el que el consumo de energía como bien final también se expandió, especialmente —pero no solamente— de la mano de la electrificación de los hogares que alcanzó una cobertura excepcional para la región. El uso residencial de energía eléctrica se multiplicó por ocho entre 1946 y 1963, al tiempo que se duplicaron los servicios (Bertoni *et al.*, 2008). La incrementada generación hidroeléctrica no pudo, satisfacer toda la demanda, manteniéndose la generación térmica con una participación significativa y demandando para ello derivados del petróleo.

El reflejo de estos procesos fue un creciente esfuerzo importador que alcanzó los mayores niveles de la región. En el marco del estancamiento productivo y el consiguiente deterioro de las exportaciones uruguayas en los años sesenta, la satisfacción de los requerimientos energéticos exigió asignar 1/6 de las divisas producidas por las exportaciones. La era del petróleo barato no pudo disimular este fenómeno y el shock de precios de 1973 amenazó precipitar al país al vacío.

# Conclusiones

A lo largo de este trabajo, el foco de atención ha estado dirigido a incorporar la dimensión energética en la interpretación del desempeño económico de Uruguay en el largo plazo y, particularmente, incorporar los «costos energéticos» como factor explicativo de la crisis del modelo de crecimiento de la segunda posguerra.

La evidencia manejada en los capítulos 3, 4 y 5 cementan la idea de que la transición energética que vivió el país en el siglo XX dio lugar a una matriz energética con un alto grado de dependencia del exterior, que se tradujo en un salto de nivel importante en el esfuerzo energético importador en los años cincuenta. El proceso de industrialización y sus encadenamientos con el sector transporte explican una parte del fenómeno, pero lo atípico de la transición en Uruguay es la acelerada residencialización del consumo de energía. Ello provocó un efecto de «desacople» entre la demanda energética y las actividades productivas capaces de generar las divisas necesarias para hacer frente a los costos energéticos del modelo de posguerra.

En lo que sigue, se exponen los principales argumentos que permiten definir a la dependencia energética, el esfuerzo importador y la residencialización del consumo como los elementos claves para definir el modelo energético uruguayo en el tercer cuarto del siglo XX.

## Una transición dependiente y atípica

La incorporación de las formas de energía moderna a la matriz energética uruguaya se manifestó en una creciente dependencia del exterior para proveerse de combustibles fósiles. La modernización energética, liderada por el petróleo y sus derivados, consumó el pasaje de una economía orgánica avanzada a una economía basada en energía fósil, durante la primera mitad del siglo XX.

El paradigma tecnoeconómico dominante a escala global entre los años veinte y los años setenta, aunque no se manifestó en Uruguay en toda su dimensión, generó pautas de consumo «energo-intensivas», aun en ausencia de una industria pesada. El automóvil y los electrodomésticos gestaron una demanda derivada de energía, no necesariamente consistente con los niveles de productividad de la economía.

La «escalera de la energía», entendida como los cambios en las pautas de consumo energético operados en las familias como resultado del incremento en el ingreso, habría conducido a una situación inusual: la residencialización del consumo de energía.

La tardía incorporación de la hidroelectricidad a la matriz, la insuficiencia de la oferta hasta la incorporación de Salto Grande y Palmar (1979 y 1982) y la irregularidad de su suministro, explica los muy altos niveles de dependencia energética en el tercer cuarto del siglo XX.

Podría decirse que, tal como lo plantean los enfoques neoschumpeterianos y el *development block model*, se habría producido un estrangulamiento en el modelo energético, dada la debilidad innovativa para hacerse cargo, desde el lado de la oferta, de los cambios tecnológicos y las transformaciones en el patrón de consumo.

## La energía eléctrica como problema

Una de las manifestaciones salientes de la modernización energética es la adopción y difusión de la energía eléctrica. Uruguay alcanzó al promediar el siglo XX altos niveles de electrificación, lo que exigió —para asegurar el suministro— fuertes inversiones en un sistema mixto interconectado. Hasta los años setenta la demanda indujo la ampliación de la generación hidroeléctrica y también del parque térmico. Este último no sólo operó como respaldo, ante la aleatoriedad en el suministro de la hidrolectricidad, sino que también aseguró la expansión de la energía eléctrica y la intensificación de su uso. Esta realidad del sector provocó una creciente y poco previsible demanda de derivados del petróleo para la generación.

En la demanda de energía eléctrica no rigieron las fuerzas del mercado. Factores de índole institucional actuaron distorsionando las señales que recibían los consumidores. El monopolio estatal permitió administrar los precios de la electricidad, asumiendo que los objetivos del desarrollo económico y social justificaban la aplicación de subsidios en la estructura tarifaria.

## Los costos de la modernización energética

En el tercer cuarto del siglo XX, entre 2/3 y 3/4 del total de la energía primaria consumida era importada. Garantizar la seguridad del suministro implicó un esfuerzo importante para la economía uruguaya. Como es lógico, las divisas para realizar las compras en el extranjero debían provenir de la dinámica exportadora. Pero, el modelo de crecimiento de la posguerra se mostró dinámico hasta promediar los años cincuenta y, desde entonces, se manifestó abiertamente su agotamiento.

El esfuerzo energético importador, medido como la porción las exportaciones comprometido en la compra de energía, se incrementó un 80% entre la segunda mitad de los años cuarenta y los años cincuenta, ubicándose entre 1/5 y 1/6 del valor de aquellas. Buena parte de este fenómeno tiene su explicación en una triplicación de los volúmenes de crudo importado, pero también se verificó una caída en el poder de compra de las exportaciones en términos de petróleo.

En perspectiva regional comparada, los niveles de esfuerzo energético importador de Uruguay se ubicaron entre los más altos, tanto en los años cincuenta como en la década siguiente.

Si bien la «ley de Thirlwall» y los planteos estructuralistas se articulan con un enfoque «macro», la idea de que la elasticidad ingreso de la demanda de las importaciones se puede convertir en un factor que afecta la tasa de crecimiento en el largo plazo en la medida en que la elasticidad ingreso de la demanda de exportaciones no acompañe (y supere esa dinámica), puede extrapolarse a lo ocurrido con la energía. La dependencia energética y los costos de garantizar la seguridad del suministro, están estrechamente asociados con la elasticidad ingreso de la demanda de energía. Esa elasticidad mostró en general valores altos y, especialmente en el terreno de la energía eléctrica, generó una dinámica que se desvinculó crecientemente del comportamiento exportador. En ese sentido es posible hablar de la contribución del modelo energético a la configuración de la restricción externa al crecimiento en el Uruguay, que han descubierto otros estudios de historia económica. Siguiendo a Bértola (1991) puede decirse que la presión sobre un volumen de exportaciones que se mantuvo estancado desde los años veinte fue creciente.

## A manera de cierre

Una perversa articulación entre altos niveles de dependencia energética, creciente esfuerzo energético importador y residencialización del consumo, parecen constituir las claves interpretativas de las falencias del modelo energético que se configuró en Uruguay en los primeros tres cuartos del siglo XX. Las especificidades de la energía, como factor productivo y bien final, los procesos intersticiales en los que está comprometido su consumo y el carácter transversal de los mismos, hacen que los problemas vinculados a la oferta y la demanda energética adquieran dimensiones sistémicas.

En la mayoría de los estudios de historia económica se ha subsumido la importancia de la energía bajo la consigna genérica de los recursos naturales o las materias primas estratégicas. Los resultados obtenidos en este trabajo reivindican la necesidad de articular esfuerzos para incorporar —de manera específica— la dimensión energética en la explicación del desempeño de la economía uruguaya en el largo plazo.

El modelo de crecimiento de posguerra sucumbió por la confluencia de muy distintos factores, pero uno de ellos fue la restricción energética, entendida en un sentido tecno-económico. Esto es, los costos energéticos de la «Suiza de América» —originados en la transición hacia las formas modernas de energía— no encontraron bases reales de sustentación desde la segunda mitad de los años cincuenta.

# Bibliografía


Álvarez, C. y Falkin, L. (2008) *La restricción externa como limitante al crecimiento de la economía uruguaya en el largo plazo*. Trabajo Monográfico presentado para obtener el título de Licenciado en Economía. Facultad de Ciencias Económicas y Administración, Udelar (mimeo).

Azar, P.; Bertino, M.; Bertoni, R.; Fleitas, S.; García Repetto, U.; Sanguinetti; C.; Sienra, M.; Torrelli, M. (2009) *De quiénes, para quiénes y para qué. Las finanzas públicas en el Uruguay del siglo XX*. Montevideo, Fin de Siglo.

Barrán, J. P. y Nahum, B. (1981/1987) *Historia Rural del Uruguay Moderno*. Montevideo, Ediciones de la Banda Oriental.

Beretta, A.; Jacob. R.; Rodríguez Villamil, S. y Sapriza, G. (1978) *La industrialización en el Uruguay 1870-1925. 5 perspectivas históricas*. Montevideo, FCU.

Bertino, M.; Bertoni, R.; Tajam, H. y Yaffé, J. (2005) *Historia Económica del Uruguay, Tomo III: La economía del primer batllismo y los años veinte*. Montevideo, Editorial Fin de Siglo.

Bertino, M. y Tajam, H. (1999) *El PBI del Uruguay (1900-1955)*. Montevideo, Instituto de Economía, Facultad de Ciencias Económicas, CSIC, Udelar.

Bértola, L. (1991) *La industria manufacturera uruguaya 1913-1961: un análisis sectorial de su crecimiento, fluctuaciones y crisis*. Montevideo, CIEDUR-Facultad de Ciencias Sociales.

— *Ensayos de Historia Económica. Uruguay y la región en la economía mundial 1870-1990*. Montevideo, Ediciones Trilce.

— (2005) «A cincuenta años de la Curva de Kuznets: Crecimiento Económico y Distribución del Ingreso en Uruguay y otros Países de Nuevo Asentamiento desde 1870». Instituto Aureliano Figuerola de Historia Económica, *Working paper series* N.º 05-04, Universidad Carlos III de Madrid, mayo.

— (2008) «An Overview of the Economic History of Uruguay since the 1870s». *EH.Net Encyclopedia*, edited by Robert Whaples. March 16, 2008. URL http://eh.net/encyclopedia/article/Bertola.Uruguay.final (10.02.2010)

Bértola, L.; Calicchio, L; Camou, M; y Rivero, L. (1998) *El PBI uruguayo 1870-1936 y otras estimaciones*. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de la Republica

Bértola, L.; Calicchio, L.; Camou, M. y Porcile, G. (1999) *Southern Cone Real Wages Compared: a Purchasing Power Parity Approach to Convergence and Divergence Trends, 1870-1996*. Documento de Trabajo N.º 44, UM/FCS, Montevideo.

Bértola, L.; Lorenzo, F. (2004) «Witches in the South: Kuznets-like swings in Argentina, Brazil and Uruguay, 1870-2000». En Heikkinen, Sakari & van Zanden, Lan-Luiten (Org.). *Explorations in Economic Growth*. Amsterdam, Aksant.

Bertoni, R. (2002) *Economía y cambio técnico. Adopción y difusión de la energía eléctrica en Uruguay. 1880-1980*. Tesis de Maestría. Montevideo, Universidad de la República, Facultad de Ciencias Sociales (mimeo).

— (2009) *Evolución del sector eléctrico uruguayo en el siglo XX*. Ponencia presentada en el VII coloquio de historia de empresas «Historia del sector eléctrico en la Argentina, evolución, políticas y empresas»; Centro de Estudios de Historia y Desarrollo de empresas, Universidad de San Andrés, Buenos Aires, 1.º de abril.

Bertoni, R. y Caldes, L. (2008) «Uruguay enfrenta la crisis energética de los 70: proceso político y resultados económicos», en Rubio, M. y Bertoni, R. *Energía y Desarrollo. Uruguay en el marco latinoamericano*. Montevideo.

Bertoni, R. y Croce, V. (2008) «Del diagnóstico a la prospectiva en el sector energético: puesta a punto». Convenio OPP-Udelar. *Ejecución de estudios técnicos de prospectiva*. Montevideo (mimeo).

Bertoni y Román, C. (2006) «Estimación y Análisis de la Economic Kuznets Curve en Uruguay». En: *III Simposio Latinoamericano y Caribeño de Historia Ambiental-III Encuentro Español de Historia Ambiental. Metabolismo social y sustentabilidad*. Carmona.

— (2007) *Energía y Desarrollo: Auge y ocaso del carbón mineral en Uruguay (1880-2006)*. Trabajo presentado en el Seminario de Investigación del Programa de Historia Económica y Social de la Facultad de Ciencias Sociales-Udelar (Uruguay), 26.09.2007.

— (2008) «La transición energética en Uruguay (1882-2000)», en Rubio, M. y Bertoni, R. R. *Energía y Desarrollo. Uruguay en el marco latinoamericano*. Montevideo.

Bertoni, R.; Camou, M.; Maubrigades, S.; Román, C. (2008) «El consumo de energía eléctrica residencial en Uruguay en el siglo XX: una aproximación a la calidad de vida»; en Rubio, M. y Bertoni, R. *Energía y Desarrollo. Uruguay en el marco latinoamericano*. Montevideo

Bertoni, R.; Echinope, V.; Gaudioso, R.; Laureiro, R.; Loustaunau, M. y Taks, J. (2010) *Proyecto La matriz energética nacional, Informe de Avance*. Fondo Universitario para contribuir a la comprensión pública de temas de interés general (mimeo).

Bertoni, R.; Román, C. y Rubio, M. (2009) «El desarrollo energético de españa y uruguay en perspectiva comparada: 1860-2000». *Revista de Historia Industrial*, N.º 41. Año XVIII. 2009. 3.

Caetano, Gerardo; Rilla, José (2005) *Historia contemporánea del Uruguay. De la colonia al siglo XXI*. Montevideo, Fin de Siglo 2.ª ed. Apéndice estadístico.

Carracelas, G. Ceni R. y Torrelli, M. (2006). *Las tarifas públicas bajo un enfoque integrado. Estructura tarifaria del sector eléctrico en el Uruguay del siglo XX*. Monografía de grado Licenciatura en Economía, Montevideo, Universidad de la República, Facultad de Ciencias Económicas y Administración.

Cipolla, C. (1964) Historia económica de la población mundial. Buenos Aires, EUDEBA (primera edición en inglés, London, Penguin Book, 1962)

Collins, E. (2009) Animal power in european agriculture in the early tractor age 1900-1970. Ponencia presentada al XVth International Economic History Congress-UTRECHT 2009; Session Q2-Energy, climate change and growth: perspectives from economic history.

Comisión de Integración Eléctrica Regional, CIER (1989) *25 años. Historia, funcionamiento y realización de la Comisión. Reseñas Históricas de los Servicios Públicos de Electricidad de los Países Miembros*. Montevideo, CIER.

— (1994) *Treinta años de CIER*. Montevideo, CIER.

Cottrell, F. (1958) Energía y Sociedad. Buenos Aires, Agora.

Darmstadter, J. *et al.* (1971) *Energy in the world economy; a statistical review of trends in output, trade, and consumption since 1925*. Baltimore, Resources for the Future, the Johns Hopkins Press.

David, Paul A. (2000) «Path dependence, its critics and the quest for "historical economics"», in P. Garrouste and S. Ioannides (eds), Evolution and Path Dependence in Economic Ideas: Past and Present, Cheltenham, Edward Elgar Publishing.

Departamento de Ganadería y Agricultura (1901) *Censo Ganadero de la República Oriental del Uruguay, 1900*. Juan José Aguiar (Jefe de Sección de estadística y publicaciones), Montevideo, Imprenta Rural.

Dunkerley, J.; Ramsay, W.; Ceselski, E. (1984) *Los Recursos de la pobreza en el tercer mundo*. Buenos Aires, Ediciones Corregidor (original en inglés, 1979)

Dunkerley, J.; Ramsay, W.; Gordon, L.; Ceselski, E. (1985) *Estrategias energéticas para los países en desarrollo*. Buenos Aires, Aragón (original en inglés, 1981).

*Ecological Economics* (1998) Volume 25, Issue 2, May 1998. Elsevier.

FAO/OMS (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación/Organización Mundial de la Salud) (1973) *Necesidades de energía y de proteínas. Informe de un Comité Especial Mixto FAO/OMS de Exp*ertos. Serie Reuniones sobre nutrición, n.º 52, Roma, FAO.

FAO/OMS/UNU (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación/ Organización Mundial de la Salud/Universidad de las Naciones Unidas) (1985) *Necesidades de energía y de proteínas. Informe de una Reunión Consultiva Conjunta FAO/OMS/UNU de Expertos*. Serie de Informes Técnicos, n.º 724, Ginebra, OMS.

Filgueira, C. y Filgueira, F. (1994) *El largo adiós al país modelo. Políticas Sociales y Pobreza en el Uruguay*. Editorial ARCA/Kellog Institute, Notre Dame University.

Finch, H. (1980) *Historia económica del Uruguay contemporáneo*. Montevideo, Ediciones de la Banda Oriental.

Fleitas, S. y Román, C. (2008) Estimación de la PEA en Uruguay en el siglo XX: PEA total y estructura por sexo y grupos de edad. Nota Metodológica, Área de Historia Económica, Instituto de Economía, FCEA, Universidad de la República.

Folchi, M. y Rubio, M. (2006) *El consumo de energía fósil y la especificidad de la transición energética en América Latina, 1900-1930*. Ponencia presentada al III Simposio Latinoamericano y Caribeño de Historia Ambiental, Carmona, abril.

— (2008) «El consumo aparente de energía fósil en los países latinoamericanos hacia 1925: una propuesta metodológica a partir de las estadísticas de comercio exterior» en Rubio, M. y Bertoni, R. *Energía y Desarrollo. Uruguay en el marco latinoamericano*. Montevideo.

Freeman Ch. (1989) «The Third Kondratieff Wave: Age Of Steel, Electrification and Imperialism». En: *Festskrift till Lars Herlitz Samhällsvetenskap, ekonomi och historia*. Göteborg, Ed. Daidalos.

Gales, B., Kander, A., Malanima, P., Rubio, M (2007) «North versus South: Energy Transition and Energy Intensity in Europe over 200 years», in *European Review of Economic History*, 2007, 11, pp. 219-53.

García Delgado, J. L. y Jiménez, J. C. (ed) (2008) Energía y regulación en Iberoamérica. Comisión Nacional de Energía, Pamplona, Ed. Aranzadi.

Georgescu-Roegen, N. (1971) *The entropy law and economic process*. Cambridge, Harvard University Press.

— (1975) «Energy and economic myths»*Southern Economic Journal*, 41, 3 (enero): 347-83. <http://dieoff.org/page148.htm>

González Posse, E. (1988) Ambiente, Energía y Desarrollo. Una relación crucial para definir una alternativa nacional. Cuadernos de CIESU, n.º 58. Montevideo, Ediciones de la Banda Oriental.

Hernández, N. y López Chirico, S. (2004) *Ana Packer: construyendo el saber y hacer enfermero: de Inglaterra a Cuñapirú-Corrales, 1841-1930*. Montevideo, Ediciones Trilce.

Instituto de Estudios Políticos para América Latina (1965) Uruguay: un país sin problemas, en crisis. Montevideo, IEPAL.

Jacob, R. (1979) *Inversiones Extranjeras y Petróleo*. Montevideo, FCU.

— (1981a) *Breve historia de la industria en el Uruguay*. Montevideo, FCU.

— (1981b) *Uruguay 1929-1938: Depresión Ganadera y Desarrollo Fabril*. Montevideo, FCU.

Kander, A. (2002) *Economic Growth, Energy Consumption and $CO_2$ Emissions in Sweden, 1800-2000*. Lund Studies in Economic History. Stockholm; Almqvist and Wiksell International.

Kander, A. y Warde, P. (2009) Number, Size and Energy Consumption of Draught Animals in European Agriculture. Working Paper, marzo.

Kander, A.; Malanima, P.; Warde, P. (2008) Energy transitions in Europe: 1600-2000. CIRCLE Electronic Working Paper Series, Lund Universisty, Paper n.º 2008/12.

Katz, J. y Kosacoff, B. (1998) «Aprendizaje Tecnológico, desarrollo institucional y la microeconomía de la sustitución de importaciones». *Desarrollo Económico, Revista de Ciencias Sociales*. Vol. 37, n.º 148, Buenos Aires, enero-marzo

Kerstin Enflo, K.; Kander, A.; Schön, L. (2008) «Identifying development blocks -a new methodology Implemented on Swedish industry 1900–1974»; en *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 18, n.º 1, febrero, 57-76. Springer Berlin / Heildelberg.

Labraga, A. *et al*. (1991) *Energía y Política en el Uruguay del siglo XX. Tomo I: del carbón al petróleo*. Montevideo, Ediciones de la Banda Oriental.

Lindmark, M. (2007) *Estimates of Norwegian energy consumption 1835-2000* (Working paper, 2007)

Löschel, A. *et al*. (2009) «Indicators of energy security in industrialised countries»; en *Energy Policy* (200) doi: 10.1016 / j.enpol. 2009.03.061.

Maddison, A. (2001) *The World Economy: A Millennial Perspective*. Paris: OECD.

— (2003) «Growth Accounts, Technological Change, and the Role of Energy in Western Growth»; in *Economia e Energia*, secc. XIII-XVIII, Istituto Internazionale di Storia Economica «F. Datini» Prato, Le Monnier, Florence, abril.

Malanima, P. (1996) *Energia e crescita nell'Europa preindustriale*. Rome.

— (2006) «Energy crisis and growth 1650-1850: the European deviation in a comparative perspective», *Journal of Global History* (2006) 1: 101-121.

— (2006) *Energy Consumption in Italy in the 19th and 20th Centuries. A Statistical outline*. Roma, CNR.

Malenbaum, W. (1978) *World Demand for Raw Materials in 1985 and 2000*. New York: McGraw-Hill.

Martín, J-M. (1967) «La Política Regional en el Sector Energético. Problemas y perspectivas en un marco de integración». *Revista de la Integración*, n.º 1, noviembre 1967, Banco Interamericano de Desarrollo, pp. 127-197.

McCloskey, D. (1976) «Does the Past Have Useful Economics», *Journal of Economic Literature*, vol. XIV, n.º 2, Junio 1976, pp. 434-461.

McCombie, J. S. L. y Thirlwall A. P. (1994) *Economic Growth and the Balance-of-Payments Constraint*. New York, St. Martin's Press.

Medina Vidal, M. (1952) *Reseña Histórica de la UTE*. Montevideo, Ed. Medina.

Méndez Galain, R. (2008). *Área Energía*. Informe Final de la consultoría sobre energía en el marco del PENCTI. ANII.

Millot, J. y Bertino, M. (1996) *Historia Económica del Uruguay, Tomo II: 1860-1910*. Instituto de Economía-Facultad de Ciencias Económicas y de Administración, Universidad de la República). Montevideo, Fundación de Cultura Universitaria.

Mumford, Lewis (1981): *Técnica y civilización*. Madrid, Alianza.

Notaro, J. (1984) *La política económica en el Uruguay, 1968-1984*. Montevideo, CIEDUR-EBO.

Oddone, G. (2005) *El largo declive económico de Uruguay durante el siglo XX*. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona (mimeo).

OPYPA-MGA (1966) *Forestación en el Uruguay*. Montevideo.

OPYPA-MGAP (2004) *Estimación de la inversión en el sector agropecuario uruguayo*. Montevideo.

Oxman, R. (1961) *Energía. Consumo, producción y política energética*. Montevideo, Facultad de Ciencias Económicas y de Administración, Publicaciones del Instituto de Teoría y Política Económicas, n.º 23.

Oyhantçabal, W. (1991) *Desarrollo forestal y medio ambiente en el Uruguay. La leña como combustible industrial en el Uruguay*. CIEDUR.

Perez, C. (1983) Structural Change and the Assimilation of New Technologies in the Economic and Social System, en *Futures*, vol. 15, n.º 4: 357-375.

Pérez, C. (2005) «Revoluciones tecnológicas y paradigmas tecno-económicos». *Tecnología y Construcción*, Vol. 21, n.º 1, Caracas, abril.

Pérez, C. (2005), «Revoluciones tecnológicas y paradigmas tecno-económicos». *Tecnología y Construcción*, Vol. 21, n.º 1, Caracas, abril.

Prades, A. (1997) *Energía, Tecnología y Sociedad*. Madrid, Ediciones de la Torre.

Presidencia de la República, ONUDI (2002). *Programa de Prospectiva Tecnológica. Uruguay 2015. Área Energía*. Montevideo.

Ramos-Martín, J. (2003) Intensidad energética de la economía española: una perspectiva integrada. Economía Industrial, n.º 351, III. Ministerio de Industria, Turismo y Servicios (España).

Reynolds, D. B. (1996) «Energy Grades and Economic Growth», *The Journal of Energy and Development* 19: 245-264.

Rodriguez, O. (2001) «Prebisch: actualidad de sus ideas básicas», *Revista de la CEPAL*, n.º 75, diciembre, pp. 41-52.

Rubio, M. (2005) «Energía, economía y CO2: España 1850-2000», *Cuadernos Económicos de ICE,* n.º 70, diciembre, pp. 51-75.

— (2005) *Energía, economía y CO2: España 1850-2000*. Cuadernos Económicos de ICE n.º 70.

Rubio, M. y Bertoni, R. (2008) *Energía y Desarrollo en el largo siglo XX. Uruguay en el marco latinoamericano*. 1.ª ed., Montevideo.

Sábato J. y Mackenzie M. (1982) *La producción de tecnología. Autónoma o transnacional*. México, Ed. Nueva Imagen.

Sanne, C. (1995) *Arbetets tid. Om arbetstidsereformer och konsumtion i välfärdsstaten*. Carlssons (citado por Kander, 1992)

Shahid Alam, M. (2006) *Economic Growth with Energy*. MPRA Paper 1260, University Library of Munich, Germany.

Stern, D. y Cleveland, C. (2004) *Energy and Economic Growth*. Working Papers in Economics, Department of Economics, Rensselaer Polytechnic Institute, marzo.

Stevens, Paul (Ed) (2000). *The Economics of Energy*, The International Library of Critical Writings in Economics, 119, UK, Edward Elgar Publishing Limited.

Sudrià i Triay, C. (1997) «La restricción energética al desarrollo económico de España»; *Papeles de Economía Española*, pp. 165-188. «Las escasas dotaciones de recursos naturales de carácter energético y la intervención del Estado son los dos factores que han determinado la evolución del sector»

Sudriers, V. (1949) «Anteproyecto hidroeléctrico sobre el Arroyo Cuñapirú»; en Asociación de Ingenieros del Uruguay: *Síntesis histórica de la ingeniería en el Uruguay*. Contribución al 1er. Congreso Panamericano de Ingeniería, Río de Janeiro, 14 al 24 de julio.

Sweeney, J. (1993) «Economic theory of depletable resources: an introduction». En Kneese, A. y Sweeney, L. *Handbook of Natural Resource and Energy Economics*, Vol. 3 Chapter 17. Elsevier.

— (s/f) *Economics of Energy*. Volume: 4.9 Article: 48, Department of Management Science and Engineering. Stanford University.

— (s/f) Energy economics. Department of Management Science and Engineering. Volume: 4.9 Article: 48. Stanford University.

Tansini, R. (1993) *Energy demand, fuelwood consumption and forestry in Uruguay*. Documento de Trabajo n.º6/93, Montevideo, Departamento de Economía, FCS, Udelar.

Thirlwall, A. P. (1979) «The balance of payments constrained as an explanation of international growth rate differences». *Banca Nazionale del lavoro Quaterly Review*, 128. Marzo.

— (1997) «Reflections on the concept of balance of payments constrained growth», *Journal of Post Keynesian Economics*, n.º 3, vol. 19: 377-385.

Thorp, R. (1998) Progreso, pobreza y exclusión. Una historia económica de América Latina. BID.

Umaña Quesada, A. (1981) *Energía, Recursos y la crisis de la teoría económica*. Seminario Internacional «La Crisis Económica Internacional y su impacto en América Latina». Caracas, Venezuela.

Verspagen, B.(1993) *Uneven Growth Between Interdependent Economies: An Evolutionary View on Technology Gaps, Trade and Growth*. Aldershot: Avebury.

Willebald, H. (2001) Crecimiento Económico desde una perspectiva comparada. El caso de Uruguay, 1900-1990. Trabajo monográfico para obtener el título de Licenciado en Economía. Facultad de Ciencias Económicas y Administración, Udelar, Montevideo.

Wonsewer, I.; Iglesias, E.; Bucheli, M.; Faroppa, L. (1959) *Aspectos de la industrialización en el Uruguay*. Universidad de la República. Facultad de Ciencias Económicas y de Administración. Instituto de Teoría y Política Económicas. Montevideo.

Wrigley, E. A. (1962) «The supplay of raw materials in the industrial revolution». *Economic History Review*, 2ª Serie, XV, pp. 1-16.

— (1993) *Cambio, continuidad y azar: carácter de la revolución industrial inglesa*. Barcelona, Crítica. [Original en inglés de 1988].

## Fuentes y referencias documentales

Administración General de las Usinas Eléctricas del Estado (1919) *Leyes y Decretos relativos a su creación, organización y funcionamiento*. Montevideo.

— (1936) *Revista de la UTE*. Montevideo.

— (1962) *1912-1962*. Montevideo.

Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland, ANCAP (varios años) *Boletín Estadístico*, Montevideo.

— (1948) *Boletín Estadístico*. Montevideo.

Alonso Criado, M. (varios años) *Colección Legislativa*. Montevideo.

Argonne Nacional Laboratory (1995). *Uruguay Energy Supply Options Study*.

Banco Central del Uruguay (BCU) *Series Estadísticas*. <www.bcu.gub.uy.>

BP Statistical Review of World Energy. <http://www.bp.com/statisticalreview>

Banco de la República (BROU) (1933) *Sinopsis Económica y Financiera del Uruguay. Estadística Retrospectiva*. Montevideo.

— (1965) *Cuentas Nacionales*. Departamento de Investigaciones Económicas Montevideo.

— (varios años) *Boletín Estadístico*.

CEPAL (1956) *La energía en América Latina*. Departamento de Asuntos Económicos. México.

— (1962) *Estudios sobre la Electricidad en América Latina. I. Informe y documentos del Seminario Latinoamericano de Energía Eléctrica*. Octubre de 1962 (E/CN. 12/ 622).

— (1964) *Estudios sobre la Electricidad en América Latina. II. Documentos del Seminario Latinoamericano de Energía Eléctrica*. Octubre de 1964 (E/CN. 12/630/Add. 1).

— (1966) *Antecedentes cuantitativos referentes al desarrollo de América Latina*. Versión Preliminar.

— (1968) *Boletín Estadístico de América Latina*. Vol. V, n.º 2, setiembre 1968.

— (1970) «La energía en América Latina», en *Boletín Económico de América Latina*, Volumen XV, n.º 22. New York, UN, pp. 109-193.

— (1991) «Determinación de las necesidades de energía y proteínas para la población de diez países latinoamericanos». Anexo 2 de *Magnitud de la Pobreza en América Latina en los Años Ochenta*, CEPAL, LC/G.1653-P, Agosto de 1991.

— *Base de Datos BADECEL*. <http://websie.eclac.cl/badecel.>

CIDE, Comisión de Inversiones y Desarrollo Económico (1963) *Estudio Económico del Uruguay. Evolución y Perspectivas*. Publicación del Centro de Estudiantes de Ciencias Económicas y de Administración. Montevideo.

— (1965) *Diagnóstico y Plan de Energía 1965-1974*. Montevideo.

Comisión Honoraria del Contralor de Importaciones y Exportaciones (varios años) *Memoria Anual*. Montevideo.

Comisión Social Consultiva, Udelar (2004). *Situación Actual, Perspectivas y Alternativas Energéticas para el Uruguay*. Informe Final, mayo 2004.

Dirección General de Estadística (varios años) Anuarios Estadísticos de la República Oriental del Uruguay, Montevideo.

— (1961) *Estadísticas Retrospectivas del Uruguay*. Montevideo.

— (1934) *Síntesis Estadística*. Montevideo.

Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear, DNETN (varios años) *Balance Energético Nacional*. Montevideo, MIEM-DNETN. <www.dnetn.gub.uy>

Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (Dinara) *Industria Pesquera Uruguaya. Datos Estadísticos*. <http://www.inape.gub.uy/web_dinara.>

*El Día*, Montevideo, 25 de agosto de 1939. (Suplemento. Número extraordinario de publicidad industrial. Por la Industria Textil y adhesión a la efemérides patria. Campomar y Soulas SA)

Energy Growth and Pollution network. <http://www.esf-globaleuronet.org/activities/research_areas/long_term_energy_and_growth.>

Facultad de Ciencias Sociales, Udelar. *Banco de datos de Economía e Historia Económica*. www.fcs.edu.uy.

INE-CEPAL (1996) Aspectos metodológicos sobre medición de la línea de pobreza: el caso uruguayo. Documentos y Resumen Ejecutivo del Taller Regional de Expertos sobre Medición de la Línea de Pobreza en Uruguay 12 al 13 de marzo, Montevideo.

Instituto de Estadística (1955) *Los censos agropecuarios nacionales de 1946 y 1951*. Montevideo, Udelar.

Instituto Nacional de Estadística (INE). <www.ine.gub.uy>

Instituto Sudamericano del Petróleo - ISAP Sección Uruguaya (1943-1944). *Memorias presentadas a la 1ª Conferencia Nacional sobre aprovechamiento y racionalización en el empleo de los combustibles*. Tomo I y Tomo II, Montevideo, Impresora Uruguaya S.A.

International Energy Agency, IEA <http://wds.iea.org/wds/pdf/doc_slt.pdf>.

Ministerio de Agricultura y Pesca (1983) *Censo General Agropecuario 1980*. Dirección de Investigaciones Económicas Agropecuarias (DIEA), Montevideo.

Ministerio de Economía de la República Argentina <http://energia.mecon.gov.ar>.

Ministerio de Ganadería y Agricultura (1938) *Censo agropecuario 1937*. Dirección de Agronomía, Seccion Economía y Estadistíca Agraria. Montevideo, Editorial Libertad.

— (1946) «Censo Ganadero 1943». En: *Mercados del mundo, información agroeconómica*, n.º 42-43, Sección Economía y Estadística Agraria. Montevideo.

— (1963) *Censo general agropecuario de 1961*. Dirección de Agronomía. Departamento de Economía Rural. División Estadístico y Censos. Montevideo.

— (1968) *Censo General Agropecuario 1966*. Dirección de Economía Agraria. Departamento de Estadística. División de Censos y Encuesta. Montevideo.

— (1973) *Censo General Agropecuario 1970*. Dirección de Economía Agraria. Departamento de Estadística. División de Censos y Encuesta. Montevideo.

— (s/f) *Censo agropecuario 1946*. Montevideo.

Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (1990) *Censo Agropecuario por muestreo 1986*. Dirección de Investigaciones Económicas Agropecuarias (DIEA), Montevideo.

Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (1994) *Censo General Agropecuario 1990*. Dirección de Censos y Encuestas (ex DIEA), Montevideo.

— *Censo General Agropecuario 2000* <http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxpp001.aspx?7,5,82,O,S,0,MNU;E;28;3;MNU;DIEA>.

Ministerio de Industria, Energía y Minería, Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear (MIEM-DNETN) (2009) *Estudios de base para el diseño de estrategias y políticas energéticas: relevamiento de consumos de energía sectoriales en términos de energía útil a nivel nacional*. Montevideo.

Ministerio de Industrias, Oficina de Estadísticas Agrícolas (1917) *Estadística Agrícola 1916*. Montevideo, Imprenta Nacional.

Ministerio de Industrias (1921) *Anuario de Estadística agrícola 1919-1920*. Oficina de Estadística Agrícola, Sócrates S. Rodríguez. Montevideo, Imprenta Nacional.

— (1928) *Anuario de Estadística agrícola 1926-1929*. Oficina de Estadística Agrícola, Sócrates S. Rodríguez. Montevideo, Imprenta Nacional.

Oficina de Estadística Comercial (1916) *Comercio Exterior de la ROU. Comercio Especial Año 1915*. Montevideo.

ONUDI (1982) *Informe Kalas*. Misión Técnica de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial.

OPP, Presidencia de la República, ROU (s/f). *Plan Nacional de Desarrollo Económico 1973-1977. Tomo I y Tomo V*. Montevideo.

Oxford Latin American Economic History Database (OxLAD). http://oxlad.qeh.ox.ac.uk.

Proyecto Importaciones y modernización económica de América Latina, 1890-1960. <http://www.econ.upf.edu/econhist/LAweb>

Registro Nacional de Leyes y Decretos, RNLD (varios años).

United Kingdom, Statistical Office of the Customs and Excise Department (varios años) *Annual Statement of the United Kingdom with Foreign Countries and British Posessions*.

United Nations. Commodity Trade Statistics Database (Uncomtrade), Statistics Division. <http://comtrade.un.org/>

United Nations. *International Trade Statistics 1900–1960*. <http://unstats.un.org/unsd/trade/imts/historical_data.htm.>

Unión Panamericana, OEA (1967) Evaluación del Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social de la República Oriental del Uruguay 1965-1974. Informe presentado por la Secretaría General de la OEA al Comité *ad hoc* (ALPRO) y al Gobierno del Uruguay.

United States of America, Department of Comerce (by J. R. Bradley) (1931) *Fuel and Power in Latin America*. Trade Promotion Series, n.º 126, Washington.

World Atlas, <http://www.worldatlas.com/webimage/countrys/samerica/uy.htm#maps> Facultad de Ciencias (Udelar), Depto. de Meteorología. <http://meteorologia.fcien.edu.uy/>

# Anexo estadístico

## El agregado energético. Unidades y factores de conversión

El análisis del consumo de energía primaria y/o energía final impone la necesidad de utilizar una unidad común de energía que permita agregar las distintas fuentes. En la ciencia económica esto no es una novedad, pues en ese campo también la investigación se enfrenta a la necesidad de agregar entidades no homogéneas. En este último caso los precios constituyen la base para la agregación. Un procedimiento similar podría ser usado para conseguir el agregado energético. En línea con esto se han desarrollado técnicas que, utilizando la teoría de los números índices, construyen con un índice divisia agregados energéticos. Según los especialistas, esta herramienta que maneja los precios relativos de los distintos energéticos permite discutir los procesos de transición energética incorporando en la discusión no sólo las cantidades de energía consumidas, sino también su calidad y, en el análisis de intensidad energética ofrece la posibilidad de superar las limitaciones de la utilización del indicador convencional en el que se compara una magnitud física con una económica.

Sin embargo, las posibles ventajas del índice divisia no significa que la aproximación a través de unidades físicas al consumo de energía pierda valor. Por el contrario esa estrategia de abordaje ofrece enormes posibilidades analíticas, especialmente en enfoques históricos de largo plazo como el que se plantea en este trabajo, donde además se incorporan las energías tradicionales. En tal perspectiva no es fácil contar con precios relativos de las distintas fuentes y, aún en el caso de tener información sobre algunas de ellas, hay formas de energía para las que no existe un mercado, por lo que determinar un precio resulta por demás complicado.

En este trabajo se ha llevado a cabo la agregación de las distintas formas de energía a partir de los factores de conversión derivados de la utilización del poder calorífico inferior de los energéticos. Los coeficientes utilizados son tomados de la Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear, que los define para la elaboración del Balance Energético Nacional desde el año 1965.

| Cuadro 1. Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear. Ministerio de Industria, Energía y Minería (Uruguay). Factores de conversión (en base al Poder Calorífico Inferior) | | |
|---|---|---|
| Producto | Unidad | Período 1965-2000 |
| Asfaltos | kep/lt<br>kep/kg | 0,9640<br>0,9640 |
| Bagazo | kep/kg | 0,2350 |
| Butano | kep/lt<br>kep/kg | 0,6244<br>1,1150 |
| Carbón de refinería | kep/kg | 0,9386 |
| Carbón de refinería importado | kep/kg | 0,8000 |
| Carbón mineral | kep/kg | 0,7000 |
| Carbón vegetal | kep/kg | 0,7500 |
| Cáscara de arroz | kep/kg | 0,2700 |
| Cáscara de girasol | kep/kg | 0,3800 |
| Coque importado | kep/kg | 0,6800 |
| Diesel oil | kep/lt<br>kep/kg | 0,8905<br>1,0085 |
| Electricidad (equivalente teórico) | kep/kWh | 0,0860 |
| Fuel oil calefacción | kep/lt<br>kep/kg | 0,8362<br>0,9060 |
| Fuel oil especial | kep/lt<br>kep/kg | 0,8362<br>0,9060 |
| Fuel oil intermedio | kep/lt<br>kep/kg | 0,8549<br>0,9018 |
| Fuel oil pesado | kep/lt<br>kep/kg | 0,8691<br>0,9006 |
| Gas fuel | kep/m3 | 1,1000 |
| Gas manufacturado | kep/m3 | 0,4140 |
| Gas natural | kep/m3 | 0,8300 |
| Gas oil | kep/lt<br>kep/kg | 0,8655<br>1,0230 |
| Leña | kep/kg | 0,2700 |
| Licor negro (*) | kep/kg | 0,3300 |
| Lubricantes | kep/lt<br>kep/kg | 0,9090<br>1,0100 |
| Nafta 85 especial | kep/lt<br>kep/kg | 0,8000<br>1,1299 |
| Nafta 95 supra | kep/lt<br>kep/kg | 0,8239<br>1,1000 |
| Nafta aviación 100/130 | kep/lt<br>kep/kg | 0,7970<br>1,1100 |
| Nafta aviación 80/86 | kep/lt<br>kep/kg | 0,7797<br>1,1300 |
| Nafta ecosupra | kep/lt<br>kep/kg | 0,8232<br>1,1050 |
| Nafta liviana | kep/lt<br>kep/kg | 0,7893<br>1,1350 |
| Petróleo crudo | kep/lt<br>kep/kg | 0,8923<br>1,0500 |
| Propano | kep/lt<br>kep/kg | 0,5694<br>1,0990 |
| Queroseno | kep/lt<br>kep/kg | 0,8195<br>1,0400 |

| Producto | Unidad | Período 1965-2000 |
|---|---|---|
| Solventes | kep/lt<br>kep/kg | 0,8098<br>1,0490 |
| Supergás | kep/lt<br>kep/kg | 0,6244<br>1,1150 |
| Turbocombustible jet A1 | kep/lt<br>kep/kg | 0,8220<br>1,0340 |
| Turbocombustible jet B | kep/lt<br>kep/kg | 0,8031<br>1,0400 |
| Kep: kilogramos de equivalente petróleo; kg: kilogramos; lt: litros; $m^3$: metros cúbicos.<br>(*) Expresado por kg de sólidos secos. | | |
| Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear. Ministerio de Industria, Energía y Minería (Uruguay).<br>Poderes caloríficos inferiores | | |

| Producto | Unidad | Período 1965- 2000 |
|---|---|---|
| Asfaltos | kcal/lt | 9640 |
| Bagazo | kcal/kg | 2350 |
| Butano | kcal/lt | 6244 |
| Carbón de refinería | kcal/kg | 9386 |
| Carbón de refinería import. | kcal/kg | 8000 |
| Carbón mineral | kcal/kg | 7000 |
| Carbón vegetal | kcal/kg | 7500 |
| Cáscara de arroz | kcal/kg | 2700 |
| Cáscara de girasol | kcal/kg | 3800 |
| Coque importado | kcal/kg | 6800 |
| Diesel oil | kcal/lt | 8905 |
| Fuel oil calefacción | kcal/lt | 8362 |
| Fuel oil especial | kcal/lt | 8362 |
| Fuel oil intermedio | kcal/lt | 8549 |
| Fuel oil pesado | kcal/lt | 8691 |
| Gas fuel | kcal/m3 | 11000 |
| Gas manufacturado | kcal/m3 | 4140 |
| Gas natural | kcal/m3 | 8300 |
| Gas oil | kcal/lt | 8655 |
| Leña | kcal/kg | 2700 |
| Licor negro (*) | kcal/kg | 3300 |
| Lubricantes | kcal/lt | 9090 |
| Nafta 85 especial | kcal/lt | 8000 |
| Nafta 95 supra | kcal/lt | 8239 |
| Nafta aviación 100/130 | kcal/lt | 7970 |
| Nafta aviación 80/86 | kcal/lt | 7797 |
| Nafta ecosupra | kcal/lt | 8232 |
| Nafta liviana | kcal/lt | 7893 |
| Petróleo crudo | kcal/lt | 8923 |
| Propano | kcal/lt | 5694 |
| Queroseno | kcal/lt | 8195 |
| Solventes | kcal/lt | 8098 |
| Supergás | kcal/lt | 6244 |
| Turbocombustible jet A1 | kcal/lt | 8220 |
| Turbocombustible jet B | kcal/lt | 8031 |
| Notas: Kcal: kilocalorías<br>(*) expresado por kg de sólidos secos; 1 kep = 10 000 kcal; 1 tep = 1 000 kep = 10 000 000 kcal;<br>1 ktep = 1 000 tep = 10 000 000 000 kcal | | |

| Cuadro 2. Consumo de energía primaria por fuentes (kTEP) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Energía muscular animal (fodder input method) | Leña | Carbón | Petroleo y deriv. | Total electricidad primaria | Gas natural | Residuos de biomasa | Total energía (kTEP) 1+2+3+4+5+6+7 |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1882 | 214,1 | 92,9 | 44,2 | 3,0 | n/c | n/c | n/c | 354,2 |
| 1883 | 216,5 | 93,5 | 47,3 | 3,0 | n/c | n/c | n/c | 360,2 |
| 1884 | 218,9 | 170,1 | 62,9 | 3,2 | n/c | n/c | n/c | 455,1 |
| 1885 | 221,3 | 218,7 | 77,4 | 4,7 | n/c | n/c | n/c | 522,1 |
| 1886 | 223,8 | 127,4 | 70,8 | 3,8 | n/c | n/c | n/c | 425,8 |
| 1887 | 226,3 | 111,6 | 56,5 | 5,4 | n/c | n/c | n/c | 399,7 |
| 1888 | 228,8 | 249,3 | 51,7 | 3,4 | n/c | n/c | n/c | 533,2 |
| 1889 | 231,4 | 275,6 | 71,7 | 6,4 | n/c | n/c | n/c | 585,0 |
| 1890 | 233,9 | 346,4 | 72,3 | 4,1 | n/c | n/c | n/c | 656,8 |
| 1891 | 236,5 | 465,9 | 66,6 | 6,0 | n/c | n/c | n/c | 775,0 |
| 1892 | 239,2 | 368,4 | 58,2 | 5,4 | n/c | n/c | n/c | 671,3 |
| 1893 | 241,8 | 371,8 | 54,7 | 5,5 | n/c | n/c | n/c | 673,9 |
| 1894 | 244,5 | 382,0 | 98,2 | 5,7 | n/c | n/c | n/c | 730,4 |
| 1895 | 247,2 | 472,8 | 86,8 | 6,9 | n/c | n/c | n/c | 813,8 |
| 1896 | 250,0 | 428,7 | 78,3 | 6,6 | n/c | n/c | n/c | 763,6 |
| 1897 | 252,8 | 516,1 | 55,5 | 6,6 | n/c | n/c | n/c | 831,0 |
| 1898 | 255,6 | 447,0 | 71,5 | 8,2 | n/c | n/c | n/c | 782,3 |
| 1899 | 258,4 | 454,5 | 99,6 | 6,9 | n/c | n/c | n/c | 819,3 |
| 1900 | 261,3 | 475,1 | 80,8 | 8,8 | n/c | n/c | n/c | 826,0 |
| 1901 | 262,1 | 589,1 | 85,2 | 7,2 | n/c | n/c | n/c | 943,7 |
| 1902 | 263,0 | 664,8 | 89,1 | 8,5 | n/c | n/c | n/c | 1025,5 |
| 1903 | 264,0 | 579,7 | 97,7 | 9,5 | n/c | n/c | n/c | 950,9 |
| 1904 | 264,9 | 532,2 | 106,8 | 8,1 | n/c | n/c | n/c | 912,0 |
| 1905 | 265,8 | 501,5 | 103,3 | 10,1 | n/c | n/c | n/c | 880,7 |
| 1906 | 266,8 | 417,3 | 130,3 | 11,4 | n/c | n/c | n/c | 825,7 |
| 1907 | 267,7 | 404,0 | 142,1 | 11,9 | n/c | n/c | n/c | 825,8 |
| 1908 | 268,7 | 676,5 | 192,3 | 14,2 | n/c | n/c | n/c | 1151,7 |
| 1909 | 267,1 | 515,4 | 159,2 | 15,1 | n/c | n/c | n/c | 956,8 |
| 1910 | 265,5 | 354,2 | 166,4 | 19,1 | n/c | n/c | n/c | 805,3 |
| 1911 | 263,9 | 452,0 | 199,3 | 17,4 | n/c | n/c | n/c | 932,6 |
| 1912 | 262,3 | 396,2 | 236,8 | 20,2 | n/c | n/c | n/c | 915,4 |
| 1913 | 260,7 | 347,2 | 229,9 | 23,4 | n/c | n/c | n/c | 861,3 |
| 1914 | 259,2 | 304,3 | 263,1 | 27,2 | n/c | n/c | n/c | 853,7 |
| 1915 | 257,6 | 266,8 | 177,4 | 31,5 | n/c | n/c | n/c | 733,3 |
| 1916 | 256,1 | 501,0 | 152,4 | 76,3 | n/c | n/c | n/c | 985,7 |
| 1917 | 258,3 | 363,7 | 110,7 | 78,2 | n/c | n/c | n/c | 810,8 |
| 1918 | 260,5 | 329,4 | 191,2 | 31,3 | n/c | n/c | n/c | 812,4 |
| 1919 | 262,8 | 280,6 | 213,8 | 49,9 | n/c | n/c | n/c | 807,1 |
| 1920 | 265,0 | 330,1 | 204,8 | 106,1 | n/c | n/c | n/c | 906,1 |
| 1921 | 267,4 | 369,7 | 122,7 | 127,7 | n/c | n/c | n/c | 887,4 |
| 1922 | 269,7 | 409,3 | 218,5 | 143,2 | n/c | n/c | n/c | 1040,6 |
| 1923 | 272,0 | 393,6 | 221,0 | 149,6 | n/c | n/c | n/c | 1036,3 |

| | Energía muscular animal (fodder input method) | Leña | Carbón | Petroleo y deriv. | Total electricidad primaria | Gas natural | Residuos de biomasa | Total energía (kTEP) 1+2+3+4+5+6+7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1924 | 274,4 | 378,6 | 247,8 | 202,5 | n/c | n/c | n/c | 1103,2 |
| 1925 | 271,1 | 364,1 | 242,4 | 193,4 | n/c | n/c | n/c | 1070,9 |
| 1926 | 267,9 | 350,2 | 184,4 | 193,0 | n/c | n/c | n/c | 995,5 |
| 1927 | 264,9 | 304,2 | 222,3 | 250,7 | n/c | n/c | n/c | 1042,1 |
| 1928 | 262,1 | 285,1 | 183,2 | 308,6 | n/c | n/c | n/c | 1038,9 |
| 1929 | 259,4 | 263,5 | 257,6 | 306,7 | n/c | n/c | n/c | 1087,1 |
| 1930 | 256,8 | 300,6 | 215,1 | 401,1 | n/c | n/c | n/c | 1173,6 |
| 1931 | 259,2 | 337,8 | 251,4 | 352,5 | n/c | n/c | n/c | 1200,9 |
| 1932 | 261,7 | 320,4 | 198,0 | 275,6 | n/c | n/c | n/c | 1055,7 |
| 1933 | 264,2 | 231,3 | 213,8 | 157,8 | n/c | n/c | n/c | 867,0 |
| 1934 | 266,7 | 216,1 | 203,3 | 266,0 | n/c | n/c | n/c | 952,1 |
| 1935 | 269,3 | 150,2 | 230,1 | 241,7 | n/c | n/c | n/c | 891,2 |
| 1936 | 271,8 | 143,9 | 216,1 | 281,4 | n/c | n/c | n/c | 913,3 |
| 1937 | 274,4 | 138,0 | 223,4 | 377,3 | n/c | n/c | n/c | 1013,1 |
| 1938 | 264,1 | 132,2 | 202,0 | 347,0 | n/c | n/c | n/c | 945,3 |
| 1939 | 254,1 | 126,8 | 235,3 | 442,4 | n/c | n/c | n/c | 1058,6 |
| 1940 | 244,5 | 121,5 | 266,2 | 419,0 | n/c | n/c | n/c | 1051,2 |
| 1941 | 235,4 | 126,9 | 211,5 | 439,0 | n/c | n/c | n/c | 1012,7 |
| 1942 | 226,5 | 132,4 | 149,7 | 346,0 | n/c | n/c | n/c | 854,7 |
| 1943 | 218,1 | 138,3 | 229,3 | 231,0 | n/c | n/c | n/c | 816,7 |
| 1944 | 221,0 | 144,4 | 188,9 | 298,0 | n/c | n/c | n/c | 852,3 |
| 1945 | 223,9 | 150,7 | 231,7 | 351,0 | 0,2 | n/c | n/c | 957,5 |
| 1946 | 226,9 | 157,4 | 116,5 | 515,0 | 10,6 | n/c | n/c | 1026,3 |
| 1947 | 224,1 | 164,3 | 87,9 | 570,0 | 29,8 | n/c | n/c | 1076,1 |
| 1948 | 221,3 | 171,6 | 97,4 | 658,0 | 34,1 | n/c | n/c | 1182,4 |
| 1949 | 218,6 | 179,1 | 97,4 | 694,0 | 41,7 | n/c | n/c | 1230,9 |
| 1950 | 216,0 | 187,0 | 103,4 | 732,0 | 45,3 | n/c | n/c | 1283,7 |
| 1951 | 213,4 | 195,3 | 114,1 | 863,0 | 34,4 | n/c | n/c | 1420,2 |
| 1952 | 208,2 | 203,9 | 72,5 | 903,0 | 45,0 | n/c | n/c | 1432,5 |
| 1953 | 203,3 | 212,9 | 74,9 | 969,0 | 51,7 | n/c | n/c | 1511,7 |
| 1954 | 198,7 | 222,3 | 76,1 | 1004,0 | 58,2 | n/c | n/c | 1559,2 |
| 1955 | 194,4 | 232,0 | 90,3 | 1022,0 | 58,3 | n/c | n/c | 1597,1 |
| 1956 | 190,4 | 242,3 | 77,2 | 1164,0 | 44,4 | n/c | n/c | 1718,3 |
| 1957 | 185,7 | 253,0 | 72,5 | 1194,0 | 47,3 | n/c | n/c | 1752,5 |
| 1958 | 181,2 | 264,1 | 77,2 | 1138,0 | 65,4 | n/c | n/c | 1725,9 |
| 1959 | 176,9 | 275,7 | 39,2 | 1336,0 | 22,3 | n/c | n/c | 1850,1 |
| 1960 | 172,7 | 287,9 | 68,9 | 1209,0 | 58,1 | n/c | n/c | 1796,7 |
| 1961 | 168,7 | 300,6 | 49,0 | 1145,0 | 90,0 | n/c | n/c | 1753,3 |
| 1962 | 164,3 | 313,8 | 43,0 | 1326,0 | 71,4 | n/c | n/c | 1918,5 |
| 1963 | 160,1 | 327,7 | 46,8 | 1238,0 | 94,8 | n/c | n/c | 1867,3 |
| 1964 | 156,0 | 342,1 | 32,5 | 1464,2 | 109,0 | n/c | n/c | 2103,8 |
| 1965 | 152,1 | 357,2 | 31,6 | 1648,7 | 52,5 | n/c | 15,5 | 2257,7 |
| 1966 | 148,3 | 359,0 | 26,6 | 1633,8 | 120,5 | n/c | 13,6 | 2301,9 |

| | Energía muscular animal (fodder input method) | Leña | Carbón | Petroleo y deriv. | Total electricidad primaria | Gas natural | Residuos de biomasa | Total energía (kTEP) 1+2+3+4+5+6+7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1967 | 145,9 | 360,5 | 30,3 | 1537,0 | 113,5 | n/c | 11,0 | 2198,3 |
| 1968 | 143,8 | 366,0 | 24,7 | 1472,8 | 99,1 | n/c | 10,2 | 2116,6 |
| 1969 | 141,8 | 367,2 | 23,1 | 1657,3 | 93,8 | n/c | 15,5 | 2298,7 |
| 1970 | 136,9 | 369,2 | 26,3 | 1806,2 | 109,2 | n/c | 22,0 | 2469,8 |
| 1971 | 135,9 | 372,5 | 24,4 | 1719,7 | 129,3 | n/c | 20,9 | 2402,7 |
| 1972 | 135,1 | 374,4 | 23,7 | 1884,2 | 88,5 | n/c | 32,6 | 2538,6 |
| 1973 | 136,3 | 378,4 | 19,8 | 1680,7 | 136,1 | n/c | 25,7 | 2377,1 |
| 1974 | 137,6 | 384,1 | 21,6 | 1758,6 | 119,2 | n/c | 23,1 | 2444,1 |
| 1975 | 138,8 | 391,4 | 22,7 | 1790,1 | 99,3 | n/c | 32,0 | 2474,3 |
| 1976 | 140,1 | 398,4 | 19,7 | 1827,0 | 107,3 | n/c | 33,6 | 2526,1 |
| 1977 | 141,3 | 402,3 | 18,9 | 1816,9 | 137,2 | n/c | 43,3 | 2559,9 |
| 1978 | 142,6 | 409,8 | 1,3 | 1857,9 | 142,7 | n/c | 44,6 | 2599,0 |
| 1979 | 143,9 | 418,6 | 3,2 | 2024,0 | 117,4 | n/c | 35,3 | 2742,4 |
| 1980 | 145,3 | 426,5 | 2,7 | 1908,2 | 202,5 | n/c | 40,6 | 2725,8 |
| 1981 | 141,7 | 462,8 | 1,5 | 1754,6 | 227,7 | n/c | 44,0 | 2632,3 |
| 1982 | 138,4 | 429,9 | 0,6 | 1598,1 | 219,0 | n/c | 49,3 | 2435,3 |
| 1983 | 135,4 | 439,1 | 0,1 | 1239,4 | 309,1 | n/c | 59,2 | 2182,3 |
| 1984 | 132,6 | 467,3 | 0,2 | 1191,1 | 324,7 | n/c | 53,8 | 2169,7 |
| 1985 | 130,0 | 503,4 | 0,3 | 1043,5 | 324,5 | n/c | 56,2 | 2057,9 |
| 1986 | 127,6 | 545,0 | 0,3 | 1118,6 | 356,2 | n/c | 62,5 | 2210,2 |
| 1987 | 126,1 | 555,0 | 0,3 | 1300,6 | 370,4 | n/c | 59,9 | 2412,3 |
| 1988 | 124,6 | 500,2 | 0,3 | 1582,9 | 286,3 | n/c | 57,6 | 2551,9 |
| 1989 | 123,2 | 501,5 | 0,3 | 1573,8 | 236,4 | n/c | 62,5 | 2497,7 |
| 1990 | 121,7 | 482,5 | 0,4 | 1357,5 | 384,5 | n/c | 63,5 | 2410,1 |
| 1991 | 120,4 | 500,1 | 0,3 | 1492,2 | 371,5 | n/c | 63,1 | 2547,6 |
| 1992 | 119,1 | 504,6 | 0,1 | 1718,0 | 390,1 | n/c | 74,8 | 2806,7 |
| 1993 | 117,8 | 494,7 | 0,1 | 1534,4 | 434,9 | n/c | 70,6 | 2652,5 |
| 1994 | 116,6 | 486,9 | 0,1 | 1298,7 | 499,3 | n/c | 49,9 | 2451,5 |
| 1995 | 115,4 | 461,8 | 0,3 | 1532,5 | 499,7 | n/c | 48,0 | 2657,7 |
| 1996 | 114,3 | 444,9 | 0,5 | 1925,3 | 493,0 | n/c | 39,3 | 3017,3 |
| 1997 | 113,3 | 443,1 | 0,4 | 1752,1 | 545,3 | n/c | 43,9 | 2898,1 |
| 1998 | 112,2 | 410,0 | 0,4 | 1946,3 | 601,7 | 1,8 | 35,4 | 3107,8 |
| 1999 | 111,2 | 399,8 | 0,6 | 2223,6 | 517,9 | 19,6 | 46,6 | 3319,3 |
| 2000 | 110,2 | 383,7 | 0,4 | 2040,5 | 639,6 | 30,6 | 37,8 | 3242,8 |

n/c = no corresponde

Fuentes: Energía Muscular Animal (EMA): véase Anexo B.

Leña: En general se utilizaron las mismas fuentes que para la construcción de las series de carbón y petróleo. Ver Metodología de construcción de la serie (Anexo A), donde están detalladas todas las fuentes utilizadas.

Carbón y Petróleo: Dirección General de Estadística (DGE): Anuarios Estadísticos (varios años), Dirección General de Estadística (DGE): Síntesis Estadística (varios años), Dirección Nacional de Energía. Balance Energético Nacional (varios años), Oxman, R. (1961): Energía. Producción y Consumo. Instituto de Teoría y Política Económica, Cuaderno n.°23, FCCEEyA-Udelar, Montevideo. 1965-2006: Ministerio de Industria Energía y Minería, Balance Energético Nacional de www.dnetn.gub.uy. Por metodología de construcción de la serie de carbón véase Anexo C3-D.

Energía Eléctrica Primaria (Hidroelectricidad): Oxman, R. (1961): Energía. Producción y Consumo. Instituto de Teoría y Política Económica, Cuaderno n.°23, FCCEEyA-Udelar, Montevideo.; 1965-1974: CIDE (1965): Diagnóstico y Plan de Energía-Cuadro A, p.52.; 1965-2006: MIEyM-DNETN, Balance Energético Nacional. En el caso del Balance Energético Nacional (BCEENENAL), se tomó la generación de Hidroelectricidad, más las importaciones menos las exportaciones

Gas Natural y Residuos de biomasa: Balance Energético Nacional de <www.dnetn.gub.uy>

| Cuadro 3. Producto real, población y producto *per cápita* | | | |
|---|---|---|---|
| | PBI real mil U$S1985 | Población (miles) | PBI PC U$S1985 |
| 1882 | 711.532 | 509 | 1.398 |
| 1883 | 852.246 | 533 | 1.598 |
| 1884 | 860.211 | 559 | 1.540 |
| 1885 | 987.649 | 585 | 1.688 |
| 1886 | 1.043.404 | 612 | 1.706 |
| 1887 | 942.515 | 638 | 1.477 |
| 1888 | 1.176.152 | 658 | 1.786 |
| 1889 | 1.085.883 | 679 | 1.600 |
| 1890 | 1.003.579 | 699 | 1.436 |
| 1891 | 1.101.813 | 721 | 1.528 |
| 1892 | 1.136.328 | 743 | 1.529 |
| 1893 | 1.255.802 | 759 | 1.654 |
| 1894 | 1.393.860 | 776 | 1.797 |
| 1895 | 1.385.895 | 792 | 1.750 |
| 1896 | 1.473.509 | 817 | 1.804 |
| 1897 | 1.425.720 | 841 | 1.695 |
| 1898 | 1.324.831 | 860 | 1.541 |
| 1899 | 1.369.965 | 878 | 1.560 |
| 1900 | 1.383.240 | 897 | 1.542 |
| 1901 | 1.415.100 | 925 | 1.530 |
| 1902 | 1.656.702 | 952 | 1.740 |
| 1903 | 1.712.457 | 973 | 1.760 |
| 1904 | 1.757.591 | 993 | 1.769 |
| 1905 | 1.579.708 | 1.014 | 1.558 |
| 1906 | 1.741.661 | 1.051 | 1.658 |
| 1907 | 1.927.509 | 1.087 | 1.773 |
| 1908 | 2.113.357 | 1.114 | 1.896 |
| 1909 | 2.139.907 | 1.142 | 1.874 |
| 1910 | 2.309.825 | 1.169 | 1.976 |
| 1911 | 2.240.796 | 1.202 | 1.864 |
| 1912 | 2.734.621 | 1.235 | 2.214 |
| 1913 | 2.654.972 | 1.259 | 2.109 |
| 1914 | 2.211.591 | 1.283 | 1.724 |
| 1915 | 2.097.428 | 1.307 | 1.605 |
| 1916 | 2.169.112 | 1.334 | 1.625 |
| 1917 | 2.392.129 | 1.362 | 1.756 |
| 1918 | 2.535.498 | 1.382 | 1.835 |
| 1919 | 2.864.714 | 1.402 | 2.043 |
| 1920 | 2.498.328 | 1.422 | 1.757 |
| 1921 | 2.628.422 | 1.457 | 1.804 |
| 1922 | 3.005.428 | 1.492 | 2.014 |
| 1923 | 3.164.726 | 1.518 | 2.085 |
| 1924 | 3.467.393 | 1.543 | 2.247 |
| 1925 | 3.331.989 | 1.569 | 2.124 |
| 1926 | 3.637.311 | 1.607 | 2.264 |
| | PBI real mil U$S1985 | Población (miles) | PBI PC U$S1985 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1927 | 4.160.341 | 1.644 | 2.530 |
| 1928 | 4.380.703 | 1.672 | 2.620 |
| 1929 | 4.417.873 | 1.699 | 2.600 |
| 1930 | 5.020.551 | 1.727 | 2.907 |
| 1931 | 4.152.376 | 1.760 | 2.359 |
| 1932 | 3.855.019 | 1.793 | 2.150 |
| 1933 | 3.371.814 | 1.818 | 1.855 |
| 1934 | 4.014.317 | 1.842 | 2.180 |
| 1935 | 4.250.610 | 1.866 | 2.278 |
| 1936 | 4.452.387 | 1.895 | 2.349 |
| 1937 | 4.651.324 | 1.925 | 2.416 |
| 1938 | 4.929.203 | 1.946 | 2.533 |
| 1939 | 5.046.039 | 1.967 | 2.565 |
| 1940 | 4.821.841 | 1.988 | 2.425 |
| 1941 | 5.128.140 | 2.015 | 2.545 |
| 1942 | 4.698.690 | 2.041 | 2.302 |
| 1943 | 4.562.908 | 2.061 | 2.214 |
| 1944 | 5.213.398 | 2.081 | 2.505 |
| 1945 | 5.472.331 | 2.101 | 2.605 |
| 1946 | 6.107.034 | 2.133 | 2.863 |
| 1947 | 6.119.664 | 2.165 | 2.826 |
| 1948 | 6.312.285 | 2.189 | 2.884 |
| 1949 | 6.994.353 | 2.212 | 3.161 |
| 1950 | 7.809.045 | 2.236 | 3.492 |
| 1951 | 8.626.895 | 2.271 | 3.799 |
| 1952 | 8.494.271 | 2.306 | 3.683 |
| 1953 | 9.362.644 | 2.332 | 4.015 |
| 1954 | 9.741.571 | 2.357 | 4.132 |
| 1955 | 10.082.605 | 2.383 | 4.231 |
| 1956 | 9.997.965 | 2.420 | 4.131 |
| 1957 | 10.585.608 | 2.457 | 4.308 |
| 1958 | 9.724.380 | 2.484 | 3.915 |
| 1959 | 9.550.860 | 2.511 | 3.803 |
| 1960 | 10.070.784 | 2.538 | 3.968 |
| 1961 | 10.053.720 | 2.574 | 3.905 |
| 1962 | 10.146.496 | 2.611 | 3.886 |
| 1963 | 9.991.370 | 2.635 | 3.792 |
| 1964 | 10.340.646 | 2.665 | 3.880 |
| 1965 | 9.958.714 | 2.693 | 3.697 |
| 1966 | 10.516.352 | 2.721 | 3.866 |
| 1967 | 10.144.290 | 2.747 | 3.693 |
| 1968 | 10.138.392 | 2.771 | 3.659 |
| 1969 | 10.872.640 | 2.792 | 3.894 |
| 1970 | 11.571.768 | 2.808 | 4.120 |
| 1971 | 11.565.072 | 2.818 | 4.105 |
| 1972 | 11.353.320 | 2.820 | 4.025 |
| | PBI real mil U$S1985 | Población (miles) | PBI PC U$S1985 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1973 | 11.560.458 | 2.821 | 4.098 |
| 1974 | 11.688.724 | 2.822 | 4.142 |
| 1975 | 12.192.990 | 2.829 | 4.311 |
| 1976 | 12.398.510 | 2.845 | 4.357 |
| 1977 | 12.464.010 | 2.862 | 4.355 |
| 1978 | 13.076.418 | 2.879 | 4.542 |
| 1979 | 13.947.136 | 2.896 | 4.815 |
| 1980 | 14.835.174 | 2.914 | 5.092 |
| 1981 | 15.134.984 | 2.932 | 5.161 |
| 1982 | 13.736.905 | 2.951 | 4.655 |
| 1983 | 12.046.320 | 2.970 | 4.056 |
| 1984 | 11.812.528 | 2.989 | 3.952 |
| 1985 | 11.938.752 | 3.008 | 3.969 |
| 1986 | 13.055.900 | 3.025 | 4.316 |
| 1987 | 14.501.214 | 3.042 | 4.767 |
| 1988 | 14.342.220 | 3.060 | 4.687 |
| 1989 | 14.388.052 | 3.077 | 4.676 |
| 1990 | 14.238.588 | 3.094 | 4.602 |
| 1991 | 14.831.792 | 3.112 | 4.766 |
| 1992 | 16.229.050 | 3.131 | 5.183 |
| 1993 | 16.714.933 | 3.149 | 5.308 |
| 1994 | 17.777.095 | 3.167 | 5.613 |
| 1995 | 17.426.808 | 3.186 | 5.470 |
| 1996 | 18.277.102 | 3.236 | 5.649 |
| 1997 | 19.714.982 | 3.256 | 6.055 |
| 1998 | 20.622.116 | 3.274 | 6.299 |
| 1999 | 19.959.354 | 3.289 | 6.069 |
| 2000 | 19.746.710 | 3.301 | 5.982 |

Fuentes: PBI. Empalme de varias series:

1870-1936 Bértola, L.; Calicchio, L; Camou, M; y Rivero, L. (1998) El PBI uruguayo. 1870-1936 y otras estimaciones. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de la República.

1936-1955 Bertino, M. Y Tajam, H. (1999) «El PBI de Uruguay 1900-1955», Instituto de Economía, Facultad de Ciencias Económicas. Universidad de la República.

1955-1963 Cuentas Nacionales 1963-2000: Banco Central del Uruguay.

Población: base de datos del programa de Historia económica, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de la República. 1988-2000 Instituto Nacional de Estadística <www.ine.gub.uy>

| Cuadro 4. Indicadores de comportamiento energético agregado | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Intensidad Energética (TEP/mil US$) | Energía *per cápita* (TEP/Habitante) | Intensidad Energética M oderna (TEP/mil U$S) | Dependencia Energética (Carbón+Petróleo y deriv)/Total (%) | Energía Moderna/ Total Energía Primaria (%) |
| 1882 | 0,498 | 0,70 | 0,066 | 13,3 | 13,3 |
| 1883 | 0,423 | 0,68 | 0,059 | 14,0 | 14,0 |
| 1884 | 0,529 | 0,81 | 0,077 | 14,5 | 14,5 |
| 1885 | 0,529 | 0,89 | 0,083 | 15,7 | 15,7 |
| 1886 | 0,408 | 0,70 | 0,072 | 17,5 | 17,5 |
| 1887 | 0,424 | 0,63 | 0,066 | 15,5 | 15,5 |
| 1888 | 0,453 | 0,81 | 0,047 | 10,3 | 10,3 |
| 1889 | 0,539 | 0,86 | 0,072 | 13,3 | 13,3 |
| 1890 | 0,654 | 0,94 | 0,076 | 11,6 | 11,6 |
| 1891 | 0,703 | 1,07 | 0,066 | 9,4 | 9,4 |
| 1892 | 0,591 | 0,90 | 0,056 | 9,5 | 9,5 |
| 1893 | 0,537 | 0,89 | 0,048 | 8,9 | 8,9 |
| 1894 | 0,524 | 0,94 | 0,075 | 14,2 | 14,2 |
| 1895 | 0,587 | 1,03 | 0,068 | 11,5 | 11,5 |
| 1896 | 0,518 | 0,93 | 0,058 | 11,1 | 11,1 |
| 1897 | 0,583 | 0,99 | 0,044 | 7,5 | 7,5 |
| 1898 | 0,590 | 0,91 | 0,060 | 10,2 | 10,2 |
| 1899 | 0,598 | 0,93 | 0,078 | 13,0 | 13,0 |
| 1900 | 0,597 | 0,92 | 0,065 | 11% | 10,8 |
| 1901 | 0,667 | 1,02 | 0,065 | 10% | 9,8 |
| 1902 | 0,619 | 1,08 | 0,059 | 10% | 9,5 |
| 1903 | 0,555 | 0,98 | 0,063 | 11% | 11,3 |
| 1904 | 0,519 | 0,92 | 0,065 | 13% | 12,6 |
| 1905 | 0,557 | 0,87 | 0,072 | 13% | 12,9 |
| 1906 | 0,474 | 0,79 | 0,081 | 17% | 17,2 |
| 1907 | 0,428 | 0,76 | 0,080 | 19% | 18,6 |
| 1908 | 0,545 | 1,03 | 0,098 | 18% | 17,9 |
| 1909 | 0,447 | 0,84 | 0,081 | 18% | 18,2 |
| 1910 | 0,349 | 0,69 | 0,080 | 23% | 23,0 |
| 1911 | 0,416 | 0,78 | 0,097 | 23% | 23,2 |
| 1912 | 0,335 | 0,74 | 0,094 | 28% | 28,1 |
| 1913 | 0,324 | 0,68 | 0,095 | 29% | 29,4 |
| 1914 | 0,386 | 0,67 | 0,131 | 34% | 34,0 |
| 1915 | 0,350 | 0,56 | 0,100 | 28% | 28,5 |
| 1916 | 0,454 | 0,74 | 0,105 | 23% | 23,2 |
| 1917 | 0,339 | 0,60 | 0,079 | 23% | 23,3 |
| 1918 | 0,320 | 0,59 | 0,088 | 27% | 27,4 |
| 1919 | 0,282 | 0,58 | 0,092 | 33% | 32,7 |
| 1920 | 0,363 | 0,64 | 0,124 | 34% | 34,3 |
| 1921 | 0,338 | 0,61 | 0,095 | 28% | 28,2 |
| 1922 | 0,346 | 0,70 | 0,120 | 35% | 34,8 |
| 1923 | 0,327 | 0,68 | 0,117 | 36% | 35,8 |
| 1924 | 0,318 | 0,71 | 0,130 | 41% | 40,8 |
| 1925 | 0,321 | 0,68 | 0,131 | 41% | 40,7 |
| 1926 | 0,274 | 0,62 | 0,104 | 38% | 37,9 |
| 1927 | 0,250 | 0,63 | 0,114 | 45% | 45,4 |

| | Intensidad Energética (TEP/mil US$) | Energía *per cápita* (TEP/Habitante) | Intensidad Energética M oderna (TEP/mil U$S) | Dependencia Energética (Carbón+Petróleo y deriv)/Total (%) | Energía Moderna/ Total Energía Primaria (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1928 | 0,237 | 0,62 | 0,112 | 47% | 47,3 |
| 1929 | 0,246 | 0,64 | 0,128 | 52% | 51,9 |
| 1930 | 0,234 | 0,68 | 0,123 | 52% | 52,5 |
| 1931 | 0,289 | 0,68 | 0,145 | 50% | 50,3 |
| 1932 | 0,274 | 0,59 | 0,123 | 45% | 44,9 |
| 1933 | 0,257 | 0,48 | 0,110 | 43% | 42,9 |
| 1934 | 0,237 | 0,52 | 0,117 | 49% | 49,3 |
| 1935 | 0,210 | 0,48 | 0,111 | 53% | 52,9 |
| 1936 | 0,205 | 0,48 | 0,112 | 54% | 54,5 |
| 1937 | 0,218 | 0,53 | 0,129 | 59% | 59,3 |
| 1938 | 0,192 | 0,49 | 0,111 | 58% | 58,1 |
| 1939 | 0,210 | 0,54 | 0,134 | 64% | 64,0 |
| 1940 | 0,218 | 0,53 | 0,142 | 65% | 65,2 |
| 1941 | 0,197 | 0,50 | 0,127 | 64% | 64,2 |
| 1942 | 0,182 | 0,42 | 0,106 | 58% | 58,0 |
| 1943 | 0,179 | 0,40 | 0,101 | 56% | 56,4 |
| 1944 | 0,163 | 0,41 | 0,093 | 57% | 57,1 |
| 1945 | 0,175 | 0,46 | 0,107 | 61% | 60,9 |
| 1946 | 0,168 | 0,48 | 0,105 | 62% | 62,6 |
| 1947 | 0,176 | 0,50 | 0,112 | 61% | 63,9 |
| 1948 | 0,187 | 0,54 | 0,125 | 64% | 66,8 |
| 1949 | 0,176 | 0,56 | 0,119 | 64% | 67,7 |
| 1950 | 0,164 | 0,57 | 0,113 | 65% | 68,6 |
| 1951 | 0,165 | 0,63 | 0,117 | 69% | 71,2 |
| 1952 | 0,169 | 0,62 | 0,120 | 68% | 71,2 |
| 1953 | 0,161 | 0,65 | 0,117 | 69% | 72,5 |
| 1954 | 0,160 | 0,66 | 0,117 | 69% | 73,0 |
| 1955 | 0,158 | 0,67 | 0,116 | 70% | 73,3 |
| 1956 | 0,172 | 0,71 | 0,129 | 72% | 74,8 |
| 1957 | 0,166 | 0,71 | 0,124 | 72% | 75,0 |
| 1958 | 0,177 | 0,69 | 0,132 | 70% | 74,2 |
| 1959 | 0,194 | 0,74 | 0,146 | 74% | 75,5 |
| 1960 | 0,178 | 0,71 | 0,133 | 71% | 74,4 |
| 1961 | 0,174 | 0,68 | 0,128 | 68% | 73,2 |
| 1962 | 0,189 | 0,73 | 0,142 | 71% | 75,1 |
| 1963 | 0,187 | 0,71 | 0,138 | 69% | 73,9 |
| 1964 | 0,203 | 0,79 | 0,155 | 71% | 76,3 |
| 1965 | 0,227 | 0,84 | 0,174 | 74% | 76,8 |
| 1966 | 0,219 | 0,85 | 0,169 | 72% | 77,4 |
| 1967 | 0,217 | 0,80 | 0,166 | 71% | 76,5 |
| 1968 | 0,209 | 0,76 | 0,157 | 71% | 75,4 |
| 1969 | 0,211 | 0,82 | 0,163 | 73% | 77,2 |
| 1970 | 0,213 | 0,88 | 0,168 | 74% | 78,6 |
| 1971 | 0,208 | 0,85 | 0,162 | 73% | 78,0 |
| 1972 | 0,224 | 0,90 | 0,176 | 75% | 78,6 |
| 1973 | 0,206 | 0,84 | 0,159 | 72% | 77,3 |
| 1974 | 0,209 | 0,87 | 0,162 | 73% | 77,7 |

| | Intensidad Energética (TEP/mil US$) | Energía *per cápita* (TEP/Habitante) | Intensidad Energética M oderna (TEP/mil U$S) | Dependencia Energética (Carbón+Petróleo y deriv)/Total (%) | Energía Moderna/ Total Energía Primaria (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1975 | 0,203 | 0,87 | 0,157 | 73% | 77,3 |
| 1976 | 0,204 | 0,89 | 0,158 | 73% | 77,4 |
| 1977 | 0,205 | 0,89 | 0,158 | 72% | 77,1 |
| 1978 | 0,199 | 0,90 | 0,153 | 72% | 77,0 |
| 1979 | 0,197 | 0,95 | 0,154 | 74% | 78,2 |
| 1980 | 0,184 | 0,94 | 0,142 | 70% | 77,5 |
| 1981 | 0,174 | 0,90 | 0,131 | 67% | 75,4 |
| 1982 | 0,177 | 0,83 | 0,132 | 66% | 74,6 |
| 1983 | 0,181 | 0,73 | 0,129 | 57% | 71,0 |
| 1984 | 0,184 | 0,73 | 0,128 | 55% | 69,9 |
| 1985 | 0,172 | 0,68 | 0,115 | 51% | 66,5 |
| 1986 | 0,169 | 0,73 | 0,113 | 51% | 66,7 |
| 1987 | 0,166 | 0,79 | 0,115 | 54% | 69,3 |
| 1988 | 0,178 | 0,83 | 0,130 | 62% | 73,3 |
| 1989 | 0,174 | 0,81 | 0,126 | 63% | 72,5 |
| 1990 | 0,169 | 0,78 | 0,122 | 56% | 72,3 |
| 1991 | 0,172 | 0,82 | 0,126 | 59% | 73,2 |
| 1992 | 0,173 | 0,90 | 0,130 | 61% | 75,1 |
| 1993 | 0,159 | 0,84 | 0,118 | 58% | 74,2 |
| 1994 | 0,138 | 0,77 | 0,101 | 53% | 73,3 |
| 1995 | 0,153 | 0,83 | 0,117 | 58% | 76,5 |
| 1996 | 0,165 | 0,93 | 0,132 | 64% | 80,2 |
| 1997 | 0,147 | 0,89 | 0,117 | 60% | 79,3 |
| 1998 | 0,151 | 0,95 | 0,124 | 63% | 82,1 |
| 1999 | 0,166 | 1,01 | 0,138 | 67% | 83,2 |
| 2000 | 0,164 | 0,98 | 0,137 | 63% | 83,6 |
| Fuentes: Cuadros 2 y 3 de este Anexo Estadístico. | | | | | |

| Cuadro 5. Consumo neto de energía por sectores económicos | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Uruguay. Consumo neto de energía por sectores económicos (miles de toneladas de petróleo equivalente) | | | | | | | | | | | | | |
| Año | Industrial 1 | | Residencial | | Comercial /Servicios | | Doméstico y comercial 2 | | Transporte 3 | | Agro/pesca 4 | | Total Consumo Energía Neta |
| | ktep | % | ktep | % | ktep | % | ktep | % | ktep | % | ktep | % | ktep |
| 1948 | 394 | 55% | s/d | ... | s/d | ... | 140 | 19% | 143 | 20% | 45 | 6% | 722,0 |
| 1949 | 418 | 53% | s/d | ... | s/d | ... | 159 | 20% | 163 | 21% | 52 | 7% | 792,0 |
| 1950 | 435 | 52% | s/d | ... | s/d | ... | 176 | 21% | 175 | 21% | 54 | 6% | 840,0 |
| 1951 | 469 | 51% | s/d | ... | s/d | ... | 196 | 21% | 187 | 20% | 66 | 7% | 918,0 |
| 1952 | 485 | 49% | s/d | ... | s/d | ... | 213 | 21% | 220 | 22% | 74 | 7% | 992,0 |
| 1953 | 516 | 48% | s/d | ... | s/d | ... | 234 | 22% | 234 | 22% | 81 | 8% | 1065,0 |
| 1954 | 519 | 46% | s/d | ... | s/d | ... | 254 | 23% | 262 | 23% | 87 | 8% | 1122,0 |
| 1955 | 487 | 42% | s/d | ... | s/d | ... | 288 | 25% | 288 | 25% | 91 | 8% | 1154,0 |
| 1956 | 533 | 43% | s/d | ... | s/d | ... | 311 | 25% | 294 | 24% | 92 | 7% | 1230,0 |
| 1957 | 569 | 43% | s/d | ... | s/d | ... | 338 | 25% | 344 | 26% | 87 | 7% | 1338,0 |
| 1958 | 503 | 39% | s/d | ... | s/d | ... | 354 | 27% | 348 | 27% | 96 | 7% | 1301,0 |
| 1959 | 539 | 41% | s/d | ... | s/d | ... | 365 | 28% | 340 | 26% | 78 | 6% | 1322,0 |
| 1960 | 553 | 41% | s/d | ... | s/d | ... | 368 | 28% | 334 | 25% | 82 | 6% | 1337,0 |
| 1961 | s/d | ... | s/d | ... | s/d | ... | s/d | ... | s/d | ... | s/d | ... | s/d |
| 1962 | s/d | ... | s/d | ... | s/d | ... | s/d | ... | s/d | ... | s/d | ... | s/d |
| 1963 | 478 | 32% | s/d | ... | s/d | ... | 499 | 34% | 420 | 28% | 90 | 6% | 1486,1 |
| 1964 | s/d | ... | s/d | ... | s/d | ... | s/d | ... | s/d | ... | s/d | ... | s/d |
| 1965 | 464 | 28% | 552 | 33% | 38 | 2% | s/d | 35% | s/d | 31% | s/d | 6% | s/d |
| 1966 | 459 | 27% | 554 | 33% | 40 | 2% | 594 | 36% | 514 | 31% | 101 | 6% | 1667,7 |
| 1967 | 437 | 27% | 558 | 34% | 39 | 2% | 597 | 37% | 497 | 31% | 90 | 6% | 1620,5 |
| 1968 | 412 | 26% | 559 | 35% | 40 | 3% | 599 | 38% | 486 | 31% | 89 | 6% | 1586,7 |
| 1969 | 447 | 26% | 585 | 35% | 44 | 3% | 628 | 37% | 522 | 31% | 88 | 5% | 1685,7 |
| 1970 | 486 | 27% | 600 | 34% | 53 | 3% | 654 | 37% | 552 | 31% | 78 | 4% | 1770,0 |
| 1971 | 490 | 27% | 637 | 35% | 56 | 3% | 693 | 38% | 570 | 31% | 75 | 4% | 1827,5 |
| 1972 | 493 | 26% | 635 | 34% | 52 | 3% | 687 | 37% | 614 | 33% | 68 | 4% | 1862,5 |
| 1973 | 495 | 27% | 636 | 34% | 54 | 3% | 690 | 37% | 595 | 32% | 69 | 4% | 1848,4 |
| 1974 | 499 | 28% | 631 | 35% | 51 | 3% | 682 | 38% | 544 | 30% | 67 | 4% | 1791,9 |
| 1975 | 533 | 29% | 606 | 33% | 54 | 3% | 660 | 36% | 542 | 30% | 75 | 4% | 1810,4 |
| 1976 | 553 | 30% | 629 | 34% | 57 | 3% | 686 | 37% | 567 | 30% | 63 | 3% | 1868,8 |
| 1977 | 565 | 30% | 614 | 33% | 60 | 3% | 674 | 36% | 576 | 30% | 75 | 4% | 1890,6 |
| 1978 | 578 | 30% | 625 | 32% | 62 | 3% | 687 | 36% | 579 | 30% | 83 | 4% | 1927,5 |
| 1979 | 612 | 30% | 619 | 31% | 64 | 3% | 683 | 34% | 633 | 32% | 80 | 4% | 2008,0 |
| 1980 | 594 | 30% | 602 | 30% | 99 | 5% | 701 | 35% | 551 | 27% | 160 | 8% | 2006,8 |
| 1981 | 576 | 29% | 625 | 31% | 86 | 4% | 711 | 35% | 555 | 27% | 178 | 9% | 2020,6 |
| 1982 | 469 | 25% | 625 | 34% | 85 | 5% | 710 | 38% | 529 | 28% | 154 | 8% | 1862,2 |
| 1983 | 472 | 26% | 624 | 34% | 84 | 5% | 708 | 39% | 502 | 27% | 147 | 8% | 1829,1 |
| 1984 | 475 | 27% | 592 | 34% | 87 | 5% | 679 | 39% | 456 | 26% | 142 | 8% | 1751,0 |
| 1985 | 452 | 26% | 603 | 35% | 85 | 5% | 687 | 40% | 444 | 26% | 149 | 9% | 1732,0 |
| 1986 | 523 | 29% | 609 | 34% | 81 | 5% | 690 | 38% | 447 | 25% | 137 | 8% | 1797,4 |
| 1987 | 539 | 29% | 625 | 33% | 115 | 6% | 740 | 39% | 469 | 25% | 127 | 7% | 1873,6 |

| Año | Industrial 1 | | Residencial | | Comercial /Servicios | | Doméstico y comercial 2 | | Transporte 3 | | Agro/pesca 4 | | Total Consumo Energía Neta |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ktep | % | ktep | % | ktep | % | ktep | % | ktep | % | ktep | % | ktep |
| 1989 | 546 | 29% | 586 | 31% | 103 | 5% | 689 | 37% | 503 | 27% | 138 | 7% | 1876,4 |
| 1990 | 530 | 28% | 597 | 32% | 111 | 6% | 708 | 38% | 504 | 27% | 135 | 7% | 1877,0 |
| 1991 | 560 | 28% | 617 | 31% | 114 | 6% | 732 | 37% | 536 | 27% | 147 | 7% | 1974,1 |
| 1992 | 577 | 28% | 634 | 31% | 119 | 6% | 753 | 37% | 575 | 28% | 155 | 8% | 2059,3 |
| 1993 | 551 | 26% | 655 | 31% | 129 | 6% | 783 | 37% | 648 | 30% | 160 | 7% | 2141,9 |
| 1994 | 508 | 23% | 652 | 30% | 128 | 6% | 780 | 36% | 729 | 33% | 173 | 8% | 2190,2 |
| 1995 | 466 | 21% | 666 | 30% | 161 | 7% | 827 | 38% | 725 | 33% | 183 | 8% | 2199,6 |
| 1996 | 495 | 21% | 678 | 29% | 168 | 7% | 846 | 37% | 769 | 33% | 201 | 9% | 2310,9 |
| 1997 | 538 | 22% | 677 | 28% | 191 | 8% | 868 | 36% | 836 | 34% | 199 | 8% | 2440,3 |
| 1998 | 514 | 20% | 697 | 28% | 202 | 8% | 899 | 36% | 891 | 35% | 209 | 8% | 2512,8 |
| 1999 | 526 | 21% | 720 | 28% | 187 | 7% | 907 | 35% | 920 | 36% | 207 | 8% | 2559,1 |
| 2000 | 480 | 20% | 725 | 30% | 200 | 8% | 925 | 38% | 832 | 34% | 200 | 8% | 2437,0 |
| 2001 | 451 | 19% | 712 | 30% | 199 | 8% | 910 | 39% | 796 | 34% | 190 | 8% | 2346,5 |
| 2002 | 414 | 19% | 697 | 32% | 196 | 9% | 893 | 41% | 718 | 33% | 179 | 8% | 2203,9 |
| 2003 | 437 | 20% | 670 | 31% | 194 | 9% | 865 | 40% | 689 | 32% | 184 | 8% | 2174,7 |
| 2004 | 476 | 21% | 663 | 29% | 204 | 9% | 867 | 38% | 727 | 32% | 195 | 9% | 2265,2 |
| 2005 | 487 | 21% | 667 | 29% | 207 | 9% | 875 | 38% | 748 | 32% | 198 | 9% | 2307,6 |
| 2006 | 514 | 22% | 674 | 28% | 210 | 9% | 883 | 37% | 778 | 33% | 201 | 8% | 2376,5 |
| 2007 | 579 | 23% | 708 | 28% | 228 | 9% | 937 | 37% | 836 | 33% | 202 | 8% | 2553,7 |
| 2008 | 1056 | 34% | 690 | 22% | 247 | 8% | 937 | 31% | 870 | 28% | 208 | 7% | 3071,1 |

Fuentes: Oxman (1961:71) p. 71 ( con datos de ANCAP y UTE), CIDE (1965:24), DNEyTN, «Balance Energético Nacional»

| Cuadro 6. Matriz Insumo-Producto (1961). Millones de pesos a precios de usuario | | | |
|---|---|---|---|
| Destino de la producción de energía | | | |
| Sectores | Millones de pesos | % sobre VAB | Excluyendo el Sector Energía |
| Agricultura | 35.154 | 2,3 | 3,2 |
| Ganadería | 11.491 | 0,8 | 1,0 |
| Alimentos y Bebidas | 87.283 | 5,7 | 7,9 |
| Tabaco | 611 | 0,0 | 0,1 |
| Textiles | 27.783 | 1,8 | 2,5 |
| Calzado y prendas de vestir | 3.084 | 0,2 | 0,3 |
| Madera, fabricación de muebles y accesorios | 3.403 | 0,2 | 0,3 |
| Papel y derivados e imprenta | 17.145 | 1,1 | 1,6 |
| Cuero | 2.027 | 0,1 | 0,2 |
| Caucho manufacturado | 8.323 | 0,5 | 0,8 |
| Productos Químocos | 16.595 | 1,1 | 1,5 |
| Energía | 427.034 | 27,9 | — |
| Materiales de construcción | 45.970 | 3,0 | 4,2 |
| Productos metálicos y Construcción de maquinarias | 16.082 | 1,1 | 1,5 |
| Maquinaria de electricidad | 4.857 | 0,3 | 0,4 |
| Material de transporte | 2.788 | 0,2 | 0,3 |
| Otras industrias | 2.783 | 0,2 | 0,3 |
| Construcciones | 26.007 | 1,7 | 2,4 |
| Comercio, Transporte, Almacenamiento y Comunicaciones | 238.775 | 15,6 | 21,6 |
| Servicios Financieros y otros | 63.727 | 4,2 | 5,8 |
| *Total DDA intermedia* | *1.040.922* | *68,0* | *55,6* |
| Consumo (Personal y Gobierno) | 438.420 | 28,6 | 39,7 |
| | 26.537 | 1,7 | 2,4 |
| | — | — | — |
| Inversión bruta (Variación de Existencias y discrepancia estadística) | — | — | — |
| | -23.762 | -1,6 | -2,2 |
| | — | — | — |
| Exportaciones (Mercaderías y Servicios) | 1.652 | 0,1 | 0,1 |
| | 46.882 | 3,1 | 4,2 |
| | — | — | — |
| | — | — | — |
| *Total DDA final* | *489.729* | *32,0* | *44,4* |
| *Valor bruto de producción* | *1.530.651* | *100,0* | *100,0* |
| Fuente: BROU (1965) | | | |

| Cuadro 7. Combustibles para la generación de energía eléctrica (kTEP) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Carbón Mineral | Fuel Oil | Gas Oil (Diesel) | Leña | Otros | Total kTEP |
| 1906 | 4,2 | | | | | 4,2 |
| 1907 | 3,7 | | | | | 3,7 |
| 1908 | 5,4 | | | | | 5,4 |
| 1909 | 9,3 | | | | | 9,3 |
| 1910 | 9,2 | | | 0,0 | | 9,2 |
| 1911 | 11,8 | | | 0,0 | | 11,8 |
| 1912 | 16,1 | | | 0,0 | | 16,1 |
| 1913 | 19,6 | | | 0,0 | | 19,6 |
| 1914 | 22,7 | | | 0,0 | | 22,8 |
| 1915 | 21,2 | | 0,1 | 0,0 | | 21,3 |
| 1916 | 12,7 | 11,0 | 0,1 | 0,0 | | 23,8 |
| 1917 | 0,0 | 25,3 | 0,4 | | | 25,6 |
| 1918 | 10,2 | 14,4 | 0,0 | 7,0 | | 31,6 |
| 1919 | 20,7 | 9,3 | 0,0 | 1,1 | | 31,2 |
| 1920 | 1,4 | 36,4 | 0,0 | 0,0 | | 37,8 |
| 1921 | 3,2 | 33,7 | 0,0 | 1,4 | | 38,3 |
| 1922 | 1,4 | 37,4 | 0,0 | 0,9 | | 39,7 |
| 1923 | 1,8 | 40,1 | 0,0 | 0,7 | | 42,6 |
| 1924 | 1,1 | 43,3 | 0,1 | 0,8 | | 45,4 |
| 1925 | 0,9 | 42,8 | 0,1 | 0,8 | | 44,6 |
| 1926 | 0,1 | 45,2 | 0,0 | 0,0 | | 45,3 |
| 1927 | 0,4 | 50,8 | 0,1 | 0,4 | | 51,7 |
| 1928 | 0,9 | 56,7 | 0,2 | 0,5 | | 58,4 |
| 1929 | 2,3 | 64,3 | 0,3 | 0,0 | | 66,9 |
| 1930 | 0,0 | 74,7 | 0,3 | 0,0 | | |
| 1931 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | | | |
| 1932 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | | | |
| 1933 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | | | |
| 1934 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | | | |
| 1935 | 38,4 | 38,4 | 5,1 | | | 81,8 |
| 1936 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | | | 0,0 |
| 1937 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | 0,0 |
| 1938 | 47,1 | 39,0 | 7,3 | | | 93,4 |
| 1939 | 67,0 | 43,5 | 7,7 | | | 118,2 |
| 1940 | 63,0 | 42,9 | 7,4 | | | 113,3 |
| 1941 | 33,8 | 45,5 | 9,5 | | | 88,8 |
| 1942 | 32,3 | 43,4 | 9,0 | | 33,6 | 118,3 |
| 1943 | 79,1 | 42,6 | 8,9 | 0,6 | 31,7 | 162,8 |

| | Carbón Mineral | Fuel Oil | Gas Oil (Diesel) | Leña | Otros | Total kTEP |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1944 | 53,7 | 57,5 | 7,7 | | 5,0 | 123,9 |
| 1945 | 100,3 | 61,7 | 9,0 | | | 171,1 |
| 1946 | 9,7 | 92,5 | 10,6 | | | 112,8 |
| 1947 | 0,0 | 45,9 | 14,3 | | | 60,2 |
| 1948 | 0,0 | 44,0 | 18,2 | | | 62,3 |
| 1949 | 0,0 | 24,1 | 19,9 | | | 43,9 |
| 1950 | 0,0 | 24,5 | 21,9 | | | 46,4 |
| 1951 | 0,0 | 75,0 | 24,5 | | | 99,4 |
| 1952 | 0,0 | 60,0 | 27,4 | | | 87,4 |
| 1953 | 0,0 | 64,8 | 32,8 | | | 97,6 |
| 1954 | 0,1 | 62,3 | 37,6 | | | 100,0 |
| 1955 | 12,2 | 75,5 | 27,0 | | | 114,7 |
| 1956 | 0,0 | 158,3 | 19,5 | | | 177,8 |
| 1957 | 5,2 | 163,6 | 18,8 | | | 187,6 |
| 1958 | 0,5 | 131,2 | 20,6 | | | 152,3 |
| 1959 | 0,0 | 273,3 | 22,6 | | | 295,9 |
| 1960 | 0,0 | 158,4 | 24,4 | | | 182,8 |
| 1961 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | |
| 1962 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | |
| 1963 | 0,0 | 158,0 | 0,0 | | | 158,0 |
| 1964 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | |
| 1965 | 0 | 252,2 | 33,4 | | | 285,6 |
| 1966 | 0 | 102,4 | 35,3 | | | 137,6 |
| 1967 | 0 | 136,0 | 35,7 | | | 171,7 |
| 1968 | 0 | 172,3 | 37,5 | | | 209,8 |
| 1969 | 0 | 230,0 | 33,9 | | | 264,0 |
| 1970 | 0 | 206,7 | 35,1 | | | 241,8 |
| 1971 | 0 | 172,8 | 39,4 | | | 212,3 |
| 1972 | 0 | 284,5 | 38,6 | | | 323,1 |
| 1973 | 0 | 197,4 | 31,7 | | | 229,0 |
| 1974 | 0 | 201,9 | 29,5 | | | 231,4 |
| 1975 | 0 | 278,3 | 30,4 | | | 308,7 |
| 1976 | 0 | 264,9 | 30,7 | | | 295,6 |
| 1977 | 0 | 245,4 | 32,7 | | | 278,1 |
| 1978 | 0 | 262,0 | 35,1 | | | 297,1 |
| 1979 | 0 | 325,6 | 37,6 | | | 363,2 |
| 1980 | 0 | 196,1 | 38,2 | | | 234,3 |
| 1981 | 0 | 181,0 | 39,0 | | | 220,0 |
| 1982 | 0 | 208,0 | 30,7 | | | 238,6 |

| | Carbón Mineral | Fuel Oil | Gas Oil (Diesel) | Leña | Otros | Total kTEP |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1983 | 0 | 13,9 | 27,4 | | | 41,3 |
| 1984 | 0 | 14,3 | 14,1 | | | 28,4 |
| 1985 | 0 | 24,8 | 4,2 | | | 29,0 |
| 1986 | 0 | 15,7 | 1,7 | | | 17,4 |
| 1987 | 0 | 55,1 | 1,5 | | | 56,7 |
| 1988 | 0 | 322,3 | 1,7 | | | 324,1 |
| 1989 | 0 | 388,2 | 24,0 | | | 412,2 |
| 1990 | 0 | 78,4 | 5,6 | | | 84,0 |
| 1991 | 0 | 175,7 | -3,4 | | | 172,3 |
| 1992 | 0 | 76,6 | 166,0 | | | 242,6 |
| 1993 | 0 | 52,5 | 112,5 | | | 165,0 |
| 1994 | 0 | 16,6 | 8,3 | | | 24,9 |
| 1995 | 0 | 76,1 | 14,6 | | | 90,7 |
| 1996 | 0 | 142,4 | 53,4 | | | 195,8 |
| 1997 | 0 | 106,6 | 32,4 | | | 139,1 |
| 1998 | 0 | 54,0 | 30,5 | | | 84,5 |
| 1999 | 0 | 297,1 | 88,9 | | | 386,0 |
| 2000 | 0 | 105,6 | 16,3 | | | 121,9 |

Fuentes: Anuarios Estadísticos (varios años) «Consumo de Combustibles en su Explotación (Toneladas)»; Boletín Estadístico de ANCAP (1948) «Aprovisionamiento de combustibles a la UTE»; Oxman (1961); DNETN-MIEM «Balance Energético Nacional».

| Cuadro 8. Importación de combustibles y esfuerzo energético importador | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Valor exportaciones (miles de dólares corrientes)) | Valor importaciones (miles de dólares corrientes) | Importación deco mbustibles* (miles de dólares corrientes) | Combustibles /Expo (%) | Combustibles /Impo (%) | Importación de combustibles (US$ 2005) |
| 1941 | 70.846,00 | 63.135,00 | 14.349,00 | 20,25 | 22,73 | 191.370,51 |
| 1942 | 57.775,00 | 63.662,00 | 11.191,00 | 19,37 | 17,58 | 134.765,50 |
| 1943 | 100.022,00 | 63.807,00 | 14.736,00 | 14,73 | 23,09 | 167.338,09 |
| 1944 | 97.559,00 | 72.446,00 | 14.721,00 | 15,09 | 20,32 | 164.405,80 |
| 1945 | 122.013,00 | 114.759,00 | 12.034,00 | 9,86 | 10,49 | 131.339,55 |
| 1946 | 152.764,00 | 166.995,00 | 11.538,00 | 7,55 | 6,91 | 116.068,72 |
| 1947 | 162.502,00 | 231.324,00 | 14.533,00 | 8,94 | 6,28 | 127.750,59 |
| 1948 | 178.953,00 | 201.455,00 | 16.361,00 | 9,14 | 8,12 | 133.397,06 |
| 1949 | 191.660,00 | 184.718,00 | 18.862,00 | 9,84 | 10,21 | 155.340,14 |
| 1950 | 254.282,00 | 201.669,00 | 13.307,00 | 5,23 | 6,60 | 108.514,90 |
| 1951 | 236.330,00 | 373.017,00 | 29.929,00 | 12,66 | 8,02 | 226.189,93 |
| 1952 | 208.925,00 | 257.257,00 | 31.292,00 | 14,98 | 12,16 | 231.300,11 |
| 1953 | 269.816,00 | 195.237,00 | 22.374,00 | 8,29 | 11,46 | 164.155,09 |
| 1954 | 248.958,00 | 274.451,00 | 37.073,00 | 14,89 | 13,51 | 270.692,02 |
| 1955 | 183.678,00 | 225.958,00 | 26.549,00 | 14,45 | 11,75 | 194.630,43 |
| 1956 | 211.054,00 | 205.794,00 | 33.219,00 | 15,74 | 16,14 | 239.817,60 |
| 1957 | 128.249,00 | 226.443,00 | 16.015,00 | 12,49 | 7,07 | 111.608,59 |
| 1958 | 155.091,00 | 134.649,00 | 28.883,00 | 18,62 | 21,45 | 196.156,07 |
| 1959 | 97.798,00 | 214.133,00 | 76.911,00 | 78,64 | 35,92 | 518.138,09 |
| 1960 | 129.440,00 | 244.440,00 | 58.323,00 | 45,06 | 23,86 | 386.600,73 |
| 1961 | 174.716,00 | 210.926,00 | 26.823,00 | 15,35 | 12,72 | 176.010,68 |
| 1962 | 153.431,00 | 230.484,00 | 30.310,00 | 19,75 | 13,15 | 196.599,43 |
| 1963 | 165.206,00 | 176.900,00 | 24.694,00 | 14,95 | 13,96 | 158.148,87 |
| 1964 | 178.940,00 | 198.368,00 | 25.677,00 | 14,35 | 12,94 | 162.340,23 |
| 1965 | 191.165,00 | 150.749,00 | 24.905,00 | 13,03 | 16,52 | 154.947,52 |
| 1966 | 185.835,00 | 164.242,00 | 35.293,00 | 18,99 | 21,49 | 212.902,84 |
| 1967 | 158.673,00 | 171.410,00 | 29.471,00 | 18,57 | 17,19 | 173.137,73 |
| 1968 | 179.158,00 | 159.343,00 | 28.955,00 | 16,16 | 18,17 | 163.353,16 |
| 1969 | 200.336,00 | 197.079,00 | 24.941,00 | 12,45 | 12,66 | 133.475,79 |
| 1970 | 232.703,00 | 232.019,00 | 34.133,00 | 14,67 | 14,71 | 172.340,72 |
| 1971 | 205.683,00 | 221.465,00 | 32.037,00 | 15,58 | 14,47 | 155.299,19 |
| 1972 | 214.069,00 | 184.638,00 | 31.564,00 | 14,74 | 17,10 | 148.163,47 |
| 1973 | 321.674,00 | 283.248,00 | 54.314,00 | 16,88 | 19,18 | 239.761,42 |
| 1974 | 382.188,00 | 485.192,00 | 158.536,00 | 41,48 | 32,67 | 630.665,12 |
| 1975 | 381.237,00 | 516.400,00 | 149.538,00 | 39,22 | 28,96 | 545.210,12 |
| 1976 | 536.366,00 | 598.808,00 | 192.960,00 | 35,98 | 32,22 | 664.948,38 |

| | Valor exportaciones (miles de dólares corrientes)) | Valor importaciones (miles de dólares corrientes) | Importación deco mbustibles* (miles de dólares corrientes) | Combustibles /Expo (%) | Combustibles /Impo (%) | Importación de combustibles (US$ 2005) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1977 | 598.511,00 | 668.648,00 | 171.112,00 | 28,59 | 25,59 | 553.688,00 |
| 1978 | 681.842,00 | 715.677,00 | 231.228,00 | 33,91 | 32,31 | 695.247,98 |
| 1979 | 787.042,00 | 1.166.000,00 | 268.427,00 | 34,11 | 23,02 | 725.154,17 |
| 1980 | 1.058.950,00 | 1.604.037,00 | 417.583,00 | 39,43 | 26,03 | 993.801,22 |
| 1981 | 1.216.631,00 | 1.624.342,00 | 494.587,00 | 40,65 | 30,45 | 1.066.194,41 |
| 1982 | 1.021.676,00 | 1.106.813,00 | 472.539,00 | 46,25 | 42,69 | 959.374,69 |
| 1983 | 1.044.632,00 | 703.583,00 | 282.166,00 | 27,01 | 40,10 | 555.066,10 |
| 1984 | 929.004,00 | 765.608,00 | 287.116,00 | 30,91 | 37,50 | 527.366,76 |
| 1985 | 852.685,00 | 618.706,00 | 239.339,00 | 28,07 | 38,68 | 435.127,73 |
| 1986 | 1.098.092,00 | 676.516,00 | 170.048,00 | 15,49 | 25,14 | 302.047,24 |
| 1987 | 1.205.767,00 | 1.154.636,00 | 182.018,00 | 15,10 | 15,76 | 312.780,11 |
| 1988 | 1.395.504,00 | 1.124.500,00 | 156.924,00 | 11,24 | 13,96 | 259.848,40 |
| 1989 | 1.596.407,00 | 1.239.265,00 | 180.830,00 | 11,33 | 14,59 | 284.694,24 |
| 1990 | 1.708.427,00 | 1.414.148,00 | 254.326,00 | 14,89 | 17,98 | 381.780,97 |
| 1991 | 1.573.881,00 | 1.551.602,00 | 240.978,00 | 15,31 | 15,53 | 346.775,02 |
| 1992 | 1.620.237,00 | 2.009.308,00 | 209.862,00 | 12,95 | 10,44 | 293.071,22 |
| 1993 | 1.606.615,00 | 2.332.248,00 | 202.454,00 | 12,60 | 8,68 | 275.435,90 |
| 1994 | 1.914.512,00 | 2.706.471,00 | 212.381,00 | 11,09 | 7,85 | 282.909,96 |
| 1995 | 2.106.206,00 | 2.865.855,00 | 291.213,00 | 13,83 | 10,16 | 377.084,43 |
| 1996 | 2.397.410,00 | 3.321.536,00 | 362.342,00 | 15,11 | 10,91 | 454.715,36 |
| 1997 | 2.729.546,00 | 3.714.634,00 | 340.600,00 | 12,48 | 9,17 | 419.394,80 |
| 1998 | 2.769.628,00 | 3.806.628,00 | 227.565,00 | 8,22 | 5,98 | 281.235,23 |
| 1999 | 2.237.023,00 | 3.355.316,00 | 377.945,00 | 16,89 | 11,26 | 450.302,11 |
| 2000 | 2.299.444,00 | 3.465.018,00 | 533.098,00 | 23,18 | 15,39 | 615.153,31 |

*«Combustibles y Lubricantes»
Fuentes: Anuarios Estadísticos (varios años) «Intercambio Comercial» e «Importaciones por grupos de productos»; Comisión Honoraria del Contralor de Importaciones y Exportaciones (varios años) «Memoria Anual»; «Estadísticas Retrospectivas del Uruguay» (1961); BROU «Boletín Estadístico»; CEPAL «BADECEL»; Álvarez y Falkin (2008).

| Cuadro 9. Precio del Petróleo | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Comparación Precio internacional Crudo y Valor Unitario para Uruguay | | | | | | |
| | Valor Unitario US$/m3 | Valor Unitario US$/ Barril | Precio internacional crudo US$/Barril | Sobre precio Uy (VUUy/PI) | Diferencia precio (VUUy-PI) | % sobre precio |
| 1942 | 21,20 | 3,4 | 1,19 | 2,8 | 2,2 | 183,2 |
| 1943 | 21,83 | 3,5 | 1,20 | 2,9 | 2,3 | 189,3 |
| 1944 | 20,64 | 3,3 | 1,21 | 2,7 | 2,1 | 171,2 |
| 1945 | 15,87 | 2,5 | 1,05 | 2,4 | 1,5 | 140,3 |
| 1946 | 14,34 | 2,3 | 1,12 | 2,0 | 1,2 | 103,6 |
| 1947 | 17,25 | 2,7 | 1,90 | 1,4 | 0,8 | 44,3 |
| 1948 | 21,88 | 3,5 | 1,99 | 1,7 | 1,5 | 74,8 |
| 1949 | 21,62 | 3,4 | 1,78 | 1,9 | 1,7 | 93,1 |
| 1950 | 21,71 | 3,5 | 1,71 | 2,0 | 1,7 | 101,9 |
| 1951 | 22,01 | 3,5 | 1,71 | 2,0 | 1,8 | 104,6 |
| 1952 | 24,10 | 3,8 | 1,71 | 2,2 | 2,1 | 124,0 |
| 1953 | 22,90 | 3,6 | 1,93 | 1,9 | 1,7 | 88,6 |
| 1954 | 22,95 | 3,6 | 1,93 | 1,9 | 1,7 | 89,0 |
| 1955 | 22,67 | 3,6 | 1,93 | 1,9 | 1,7 | 86,8 |
| 1956 | 21,77 | 3,5 | 1,93 | 1,8 | 1,5 | 79,3 |
| 1957 | 22,88 | 3,6 | 1,90 | 1,9 | 1,7 | 91,5 |
| 1958 | 23,34 | 3,7 | 2,08 | 1,8 | 1,6 | 78,4 |
| 1959 | 20,48 | 3,3 | 2,08 | 1,6 | 1,2 | 56,5 |
| | Valor Unitario US$/m3 | Valor Unitario US$/ Barril | Precio internacional crudo US$/Barril | Sobre precio Uy (VUUy/PI) | Diferencia precio (VUUy-PI) | % sobre precio |
| 1960 | 18,76 | 3,0 | 1,90 | 1,6 | 1,1 | 56,9 |
| 1961 | 15,30 | 2,4 | 1,80 | 1,4 | 0,6 | 35,1 |
| 1962 | 16,13 | 2,6 | 1,80 | 1,4 | 0,8 | 42,4 |
| 1963 | 15,08 | 2,4 | 1,80 | 1,3 | 0,6 | 33,2 |

1 $m^3$ = 6.28981 barrels (US Oil)
Fuentes: Valor Unitario Crudo (Uruguay): CIDE (1966); Precio Internacional del Crudo: hasta 1944 US Average, desde 1945: Arabian Light posted at Tanura. BP Statistical Review of World Energy June 2006 <http://www.bp.com/statisticalreview>

| Cuadro 10. Poder de compra de exportaciones en términos de petróleo | |
|---|---|
| | PCX (1950=100) |
| 1945 | 78,1 |
| 1946 | 91,7 |
| 1947 | 57,5 |
| 1948 | 60,5 |
| 1949 | 72,4 |
| 1950 | 100 |
| 1951 | 92,9 |
| 1952 | 82,2 |
| 1953 | 94,0 |
| 1954 | 86,7 |
| 1955 | 64,0 |
| 1956 | 73,5 |
| 1957 | 45,4 |
| 1958 | 50,1 |
| 1959 | 31,6 |
| 1960 | 45,8 |
| 1961 | 65,3 |
| 1962 | 57,3 |
| 1963 | 61,7 |
| 1964 | 66,9 |
| 1965 | 71,4 |
| 1966 | 69,4 |
| 1967 | 59,3 |
| 1968 | 66,9 |
| 1969 | 74,8 |
| 1970 | 86,9 |
| Fuentes: Cuadros 8 y 9 del Anexo Estadístico | |

## Ley de Thirlwall

El modelo parte de dos ecuaciones de demanda (demanda por exportaciones y demanda por importaciones) y de la condición de equilibrio de la balanza de pagos (que es igual al equilibrio en su cuenta corriente en ausencia de flujos de capitales) como se muestra en las próximas tres ecuaciones:

$X = c\,(P/\,EP^*)^{\eta}.\,Z^{\varepsilon}$

$M = k\,(EP^*/\,P)^{\psi}.\,Y^{\pi}$

$PX = P^*E^*M$

X = el volumen de exportaciones
P = precio de las exportaciones en moneda local
P* = precio de las importaciones en moneda extranjera
E = tipo de cambio nominal
Z = producto bruto del resto del mundo
$\eta$ = elasticidad precio de la a demanda por exportaciones ( $\eta < 0$)
$\varepsilon$ = elasticidad ingreso de la demanda por exportaciones ($\varepsilon > 0$)
M = volumen de importaciones
Y = producto bruto interno
$\psi$ = elasticidad precio de la demanda por importaciones ($\psi < 0$)
$\pi$ = elasticidad ingreso de la demanda por importaciones ($\pi > 0$)

Tomando logaritmos se obtiene:

$x = \eta\,(p - p^* - e) + \varepsilon z$

$m = \psi\,(p^* + e - p) + \pi y$

$p + x = p^* + m + e$

sustituyendo:

$y^* = (1 + \eta + \psi)(\,p - p^* - e) + \varepsilon z\,/\,\pi$

Donde y* es igual a la tasa de crecimiento del producto consistente con el equilibrio en la balanza de pagos, bajo el supuesto de ausencia de flujos de capitales.

Si se agrega el supuesto de que los precios relativos medidos en una misma moneda no cambian en el tiempo ($p - p^* - e = 0$), obtenemos:

$y^* = \varepsilon z\,/\,\pi = x\,/\,\pi$

Esta relación es conocida como la Ley de Thirlwall.

**Reto Bertoni** es profesor de Historia (1980), magíster en Historia económica (2002) y doctor en Ciencias Sociales-Opción Historia económica (2010). Se desempeña como profesor adjunto en régimen de dedicación total en el Programa de Historia Económica y Social de la Facultad de Ciencias Sociales (FCS) de la Universidad de la República (Udelar), y es coordinador de la Licenciatura en Desarrollo de la misma facultad. Es profesor invitado de la Cátedra UNESCO de Estudios sobre el Desarrollo de la Universitat de València (2010).

Su actividad de investigación se centra en el desarrollo económico de Uruguay en el largo plazo, con especial énfasis en el problema energético. Participó como corresponsable del proyecto *Energía, Innovación y Desarrollo* (2007-2008) financiado por la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI). Sus últimas publicaciones son *La matriz energética. Una construcción social* (2010, en coautoría); *¿Qué es el desarrollo? ¿Cómo se produce? ¿Qué se puede hacer para promoverlo? Construcción y Análisis de Problemas del Desarrollo* (2011, en coautoría), y «El modelo energético de la Suiza de América como problema. Aportes de un análisis sectorial del consumo en Uruguay» en *Revista Uruguaya de Historia Económica* (noviembre de 2011).

ISBN: 978-9974-0-0838-0