

INFORME NACIONAL DE MONITOREO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA REPÚBLICA DEL PARAGUAY, 2016



NACIONES UNIDAS

CEPAL



MINISTERIO DE
OBRAS PÚBLICAS
Y COMUNICACIONES
VICEMINISTERIO DE
MINAS
Y ENERGÍA

ADEME



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Énergie



cooperación
alemana

DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética de la República del Paraguay, 2016



MINISTERIO DE
OBRAS PÚBLICAS
Y COMUNICACIONES
VICEMINISTERIO DE
MINAS
Y ENERGÍA



El presente documento fue realizado por funcionarios de la Dirección de Recursos Energéticos del Viceministerio de Minas y Energía del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones de la República del Paraguay. La coordinación del documento estuvo a cargo de Daniel Puentes Albá y Hugo Ramírez Mereles, quienes actuaron como contrapartes nacionales en el marco del Programa Regional BIEE (Base de Indicadores de Eficiencia Energética para América Latina y el Caribe), articulado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), con la contribución de la Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ) y el apoyo técnico de la Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME), en el marco de la IPEEC (International Partnership for Energy Efficiency Cooperation). Se agradece a Enrique Buzarquis Ríos, Consultor Nacional BIEE – CEPAL, su trabajo en completar la base de datos y su contribución a la realización del presente documento.

Se agradece la contribución para la elaboración del documento a Gustavo Cazal Bogarín, Coordinador del Comité Nacional de Eficiencia Energética de la República del Paraguay (CNEE), y al resto de los miembros del citado comité. Se agradece también a los miembros del Comité de Estadísticas Energéticas del Sistema de Información Energética Nacional (CEE-SIEN) su aporte permanente en el suministro de información estadística energética y a aquellos que tuvieron la amabilidad de remitir sus opiniones y sugerencias. Se agradece igualmente al resto de los funcionarios de la Dirección de Recursos Energéticos del Viceministerio de Minas y Energía del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones que cooperaron en la realización del documento.

El Programa BIEE es coordinado por Andrés Schuschny, funcionario de la Unidad de Recursos Naturales y Energía de la División de Recursos Naturales e Infraestructura de la CEPAL, a quien se agradece su apoyo técnico y asesoría permanente a la contraparte nacional en los trabajos de completar la base de datos y la realización del documento. Se agradece igualmente a Bruno Lapillonne, Consultor Internacional de Enerdata, por sus recomendaciones y la asistencia brindada. Finalmente, se agradece la colaboración de Didier Bosseboueuf y, a través de él, el apoyo técnico proporcionado por ADEME y la excelente disposición que ha tenido durante el desarrollo del programa.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad del autor y pueden no coincidir con las de la Organización.

Índice

Prólogo	7
Resumen	11
Introducción	13
A. Objetivos y contenido	13
B. Las fuentes de los datos	14
I. Antecedentes vinculados a la eficiencia energética	17
A. Políticas de eficiencia energética	18
B. Contexto económico y suministro de energía	19
1. Población	19
2. Contexto económico	19
3. Suministro de energía	21
4. Potenciales energéticos	22
C. Tendencias del consumo de energía	24
II. Tendencias en el consumo de energía: por combustible y sector	27
A. Matriz energética: composición y evolución histórica de la oferta de energía	27
B. Consumo final de energía	28
III. Tendencia general de la eficiencia energética	31
A. Intensidad energética primaria	31
B. Intensidad energética final	32
IV. Tendencias de la eficiencia energética en el sector energético	35
A. ITAIPU Binacional	35
B. Entidad Binacional Yacyretá	35
C. Central Hidroeléctrica de Acaray	36
D. Biomasa	36
E. Refinación de petróleo crudo	36
F. Transmisión y distribución de energía eléctrica	38
V. Tendencias de la eficiencia energética en el sector de la industria manufacturera	39
A. Introducción: objetivos y medidas de política	39
B. Tendencias generales	40
C. Análisis por rama de actividad	42

VI.	Tendencias de la eficiencia energética en el sector transporte.....	45
A.	Introducción: objetivos y medidas en el sector transporte.....	45
B.	Tendencias del consumo de energía.....	46
C.	Consumo unitario por modo.....	48
VII.	Tendencias de la eficiencia energética en el sector residencial.....	49
A.	Tendencias del consumo de energía.....	49
B.	Consumo por usos finales.....	51
C.	Aparatos eléctricos domésticos.....	52
VIII.	Tendencias de la eficiencia energética en el sector servicios.....	55
A.	Tendencias generales.....	55
B.	Tendencias por rama de actividad.....	56
IX.	Tendencias de la eficiencia energética en el sector agricultura y pesca.....	57
A.	Tendencias generales.....	57
B.	Tendencias por rama.....	59
X.	Conclusiones referentes a la Base de Datos de Eficiencia Energética (BIEE).....	61
A.	Impactos y logros alcanzados.....	61
B.	Lecciones aprendidas.....	61
C.	Sugerencias y recomendaciones.....	62
D.	Acciones nacionales futuras.....	62
	Bibliografía.....	63
	Anexo.....	65
	Anexo 1 Fuentes de información y metodologías de estimación.....	66
	Anexo 2 Ejes estratégicos del Plan Nacional de Eficiencia Energética.....	68

Cuadros

Cuadro 1	Potencial hidroeléctrico instalable.....	23
Cuadro 2	Potencial orientado a PCH y MCH.....	23
Cuadro 3	Participación de las fuentes de energía por subsectores del sector industria, 2011.....	43
Cuadro 4	Hogares por área de residencia, según tipo de bien duradero con que cuentan, 2011.....	53

Gráficos

Gráfico 1	Población.....	19
Gráfico 2	PIB a precios constantes en moneda nacional.....	20
Gráfico 3	PIB a precios constantes por habitante.....	20
Gráfico 4	Participación del consumo respecto a la oferta total de energía.....	25
Gráfico 5	Importación de petróleo crudo y derivados.....	28
Gráfico 6	Producción de energía primaria: hidroenergía y biomasa.....	28
Gráfico 7	Evolución de la estructura del consumo final de energía.....	29
Gráfico 8	Evolución del consumo final de combustible diesel.....	30
Gráfico 9	Evolución de la estructura del consumo final de energía.....	30
Gráfico 10	Intensidad energética primaria.....	31
Gráfico 11	Participación de la biomasa en el consumo total de energía primaria.....	32
Gráfico 12	Intensidad energética final.....	33
Gráfico 13	Estructura del consumo final de energía.....	33
Gráfico 14	Comportamiento de la intensidad energética sectorial.....	34
Gráfico 15	Estructura promedio de producción en la refinería Villa Elisa.....	37
Gráfico 16	Producción de derivados del petróleo en la refinería Villa Elisa.....	37

Gráfico 17	Eficiencia en refinación de petróleo en la refinería Villa Elisa	38
Gráfico 18	Índice de pérdidas eléctricas en transmisión y distribución.....	38
Gráfico 19	Valor agregado a precios constantes de mercado de las actividades del sector industria	40
Gráfico 20	Intensidad energética del sector industria	41
Gráfico 21	Participación de las fuentes en el consumo del sector industria	42
Gráfico 22	Estructura del consumo de energía en el sector transporte, 2011.....	46
Gráfico 23	Consumo total del sector transporte	47
Gráfico 24	Intensidad energética del sector transporte.....	47
Gráfico 25	Comportamiento del consumo por tipo de los principales energéticos en el sector transporte	48
Gráfico 26	Consumo por modo en el sector transporte, 2011	48
Gráfico 27	Evolución de la estructura del consumo total de energía en el sector residencial	50
Gráfico 28	Comportamiento del consumo según los principales energéticos en el sector residencial	50
Gráfico 29	Estructura del consumo final en la cocción de alimentos en el sector residencial, 2011	52
Gráfico 30	Comportamiento del consumo en calentamiento de agua en el sector residencial	52
Gráfico 31	Tenencia de equipos y consumo de electricidad en el sector residencial.....	53
Gráfico 32	Evolución del valor agregado del sector servicios en moneda nacional constante	55
Gráfico 33	Evolución del consumo de energía en actividades seleccionadas	56
Gráfico 34	Valor agregado a precios constantes de mercado de las actividades de la agricultura y la pesca	58
Gráfico 35	Participación de la electricidad en el consumo final total de la agricultura y la pesca	58
Gráfico 36	Intensidad energética en la agricultura y la pesca	59
Gráfico 37	Consumo de energía en bombeo en la agricultura y la pesca	59
Gráfico 38	Número de tractores	60
 Diagramas		
Diagrama 1	Principales fuentes de datos para la elaboración de la información energética nacional.....	14
Diagrama 2	Organigrama del Viceministerio de Minas y Energía	21
Diagrama 3	Estructura de la matriz energética 2011	24

Prólogo

De más está decir que para los países de América Latina y el Caribe, el desarrollo económico con mayores niveles de eficiencia energética resulta ser un importante paso hacia el sendero de la sostenibilidad. Asumiendo una perspectiva de mediano plazo, entre los principales factores que movilizan la promoción de la eficiencia energética podemos considerar a la seguridad en el suministro de la energía, la mayor eficiencia en el gasto y el alto potencial de producir ahorros energéticos, las preocupaciones por mitigar los impactos ambientales fruto de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), lo que obviamente incluye al fenómeno del cambio climático y, por qué no decirlo, en los países en desarrollo como los nuestros, las limitaciones que pudieran generarse en relación a la inversión orientada a expandir la oferta energética. En efecto, el enorme potencial de producir ahorros y mejoras de eficiencia en todas las etapas de producción y uso de la energía es ampliamente reconocido, pero alcanzar este potencial sigue siendo un desafío que demanda la formulación de políticas que, sobre bases informadas, prioricen y focalicen los presupuestos siempre limitados hacia la formulación de programas con mayor potencial de ahorro de energía y recursos.

Luego de haberse analizado las fortalezas y debilidades de los programas que los países de la región han venido realizando en materia de eficiencia energética, la Unidad de Recursos Naturales (URNE) de la División de Recursos Naturales e Infraestructura (DRNI) ha podido concluir que uno de los principales inconvenientes ha sido la falta de información e indicadores que faciliten analizar la evolución de tales políticas en forma cuantitativa, completa e integrada con miras a realizar intervenciones de política sobre bases informadas. En los países de América Latina y el Caribe, la calidad de las estadísticas e indicadores de desempeño que permiten cuantificar los resultados de los programas nacionales de eficiencia energética ha sido insuficiente. Para superar esta carencia, la CEPAL ha articulado el Programa Regional BIEE (Base de Indicadores de Eficiencia Energética para América Latina y el Caribe). Siguiendo el proceso técnico-político y la lógica de funcionamiento del programa de análisis y medición de la eficiencia energética más exitoso del mundo, el Programa ODYSSEE (<http://www.odyssee-mure.eu/>), desarrollado por la Comisión Europea y gestionado por la agencia Francesa: ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie), y con la expectativa de producir un conjunto de indicadores específicos metodológicamente consistentes, que permitan medir la evolución de los programas nacionales de eficiencia energética, analizar los resultados en el tiempo y —como consecuencia— tomar las decisiones de políticas que correspondan, desde la CEPAL se ha encarado la labor de capacitar y coordinar la acción de los países de la región con miras a desarrollar una herramienta común que facilite esta labor.

A partir del año 2011 se consolidó la experiencia que la división ha venido capitalizando en la materia, dándose inicio al Programa BIEE gracias a la contribución de la Agencia de Cooperación Alemana GIZ y el apoyo técnico de la Agencia Francesa para la Energía y el Ambiente (ADEME), en el marco de la IPEEC (International Partnership for Energy Efficiency Cooperation). Si bien, inicialmente, se trató de una iniciativa orientada a apoyar a los países del Mercosur y sus asociados, fruto de los logros alcanzados, a la fecha, se encuentran participando de la iniciativa 19 países de América Latina: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela, participan también funcionarios del Sistema de Integración Centroamericana (SICA) y la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE). La coordinación operativa del Programa está a cargo de la CEPAL y la gestión técnica se realiza conjuntamente con la ADEME y los consultores internacionales especializados de ENERDATA quienes fueron responsables técnicos de la realización del Programa ODYSSEE antes citado.

Hasta el presente se han realizado 15 talleres de capacitación técnica, una gira técnica a Europa para compartir experiencias con instituciones especializadas en la temática y 2 reuniones técnicas regionales y coorganizado un evento de carácter internacional. Así mismo, desde el año 2012 se ha venido realizando una sesión especial para mostrar los avances y logros alcanzados, en los Diálogos Políticos Regionales sobre Eficiencia Energética que la División ha organizado durante los últimos años con la participación de altos funcionarios del área energética.

El objetivo primordial del Programa ha sido generar una base de indicadores que midan el desempeño de las políticas de eficiencia energética de los países participantes. Este primer Informe Nacional sobre la medición y monitoreo de la eficiencia energética para la República del Paraguay es fruto de este esfuerzo. Las actividades del Programa BIEE se realizó por etapas. En primer lugar, se procede a mostrar el tipo de indicadores sectoriales que pueden llegar a obtenerse y cómo pueden ser aprovechados, se presenta luego en detalle el *template* o plantilla de información realizado en formato Excel y se promueve un proceso de recopilación de información básica (estadísticas de actividad y producción e indicadores de consumos energéticos) que debe ser realizado por el equipo nacional a través de la estrecha comunicación con el respectivo punto focal del proyecto en el país. En el caso del Paraguay, la institución desde la cual se gestionaron las actividades del proyecto fue la Dirección de Recursos Energéticos del Viceministerio de Minas y Energía del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones.

Conforme al cronograma de actividades, una vez finalizada la etapa de recolección de información básica, se procede a identificar los indicadores de eficiencia energética (intensidades y ratios de eficiencia) para los 7 sectores considerados: Sector Macro/Balance Energético, Sector Residencial, Sector Industrial, Sector Servicios, Sector Agricultura, Sector Transporte y Sector Energético. Finalmente, se capacita a los funcionarios en la interpretación y uso de tales indicadores e indicadores avanzados. En general, se trata de ratios o intensidades energéticas que vinculan el consumo energético de las unidades de análisis respecto de sus niveles de actividad, medidos, según el caso, en términos económicos (unidades de valor), físicos (unidades de producción o consumo físico) o socio-demográficos. La construcción de la base de datos involucró el uso y tratamiento de información a nivel agregado, proveniente de las cuentas nacionales y los balances energéticos así como la recopilación de información a niveles sectoriales, lo que pone de manifiesto el carácter transectorial al que debe someterse el análisis y la interpretación de los indicadores. Todas las actividades del programa buscan quedar reflejadas en los Informes Nacionales de Monitoreo de la Eficiencia Energética que cada país debe realizar cerrando, en esta etapa, el ciclo de actividades del programa. Así mismo, los principales indicadores forman parte del *Data Mapper*: una herramienta de visualización de los indicadores principales calculados (una versión provisoria puede verse en: <http://www.biee-cepal.enerdata.eu/>).

Actualmente, el proceso de formación de capacidades que promueve el programa, está aprovechando los diversos grados de avance de los distintos países para promover la Cooperación Sur-Sur, de manera tal que aquellos países que poseen un mayor nivel de conocimiento, fruto de haberse

incorporado antes al proyecto, contribuyan a capacitar a los recién llegados y con menos conocimientos adquiridos en la materia. Considerando que este es un primer paso importante hacia la medición de la eficiencia energética de los países de la región y teniendo en cuenta las limitaciones encontradas a lo largo del proceso de construcción de la base de datos, especialmente en lo que se refiere a la disponibilidad de información básica sectorial, tanto en los niveles de actividad como en los consumos energéticos por tipo de fuente, este primer informe de medición y monitoreo de la eficiencia energética de la República del Paraguay es fruto de la intensa labor realizada por los equipos nacionales en el marco del Programa Regional BIEE.

A pesar de la mayor o menor disponibilidad de información básica por parte de los países, la metodología propuesta para el desarrollo de la base de datos de indicadores de eficiencia energética ha sido aplicable y fácilmente adaptable a cada uno de los países participantes. A medida que se fueron incorporando nuevos países al programa y considerando la complejidad del proceso de capacitación y la coexistencia de países con mayor o menor grado de avance en el proceso, se ha logrado organizar con éxito, destacando que el intercambio de experiencias e información ha demostrado ser muy valioso ya que la mayoría de los participantes se ha encontrado con similares obstáculos durante el proceso de realización de la base de datos. En tal sentido y como fue considerado en varias ocasiones durante los debates realizados en los talleres, la coordinación con los proveedores de datos básicos, provenientes de distintas unidades sectoriales en los países, es importante para facilitar el acceso a más información, continuar la labor de armonizar y actualizar con cierta frecuencia la base de datos obtenida y, de ser posible, incrementar la cantidad de información contenida en la base de datos con miras a profundizar la capacidad de detalle en el monitoreo y análisis de la evolución de la eficiencia energética.

Desde la CEPAL, esperamos que este primer informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética para la República del Paraguay y la base de datos que le da origen sean sometidos a una frecuente actualización y se tornen en herramientas útiles no sólo para sensibilizar a las autoridades nacionales de los países en el tema de la eficiencia energética, sino que se constituyan también, en herramientas analíticas útiles que faciliten la identificación de sectores y subsectores con altos potenciales de ahorro energético y permitan focalizar los presupuestos, políticas y programas hacia tales actividades.

Con el objetivo de aprovechar en el mediano plazo la formación de capacidades técnicas que el Programa BIEE ha promovido y de institucionalizar la actualización de la base de datos cada cierto tiempo y la realización de los informes nacionales como este, esperamos que el presente documento sea de amplia difusión en cada uno de los países y que sus resultados puedan difundirse tanto en seminarios nacionales como a través de las diversas instituciones sectoriales con las que los equipos nacionales tuvieron que interactuar para conseguir y recopilar la información básica. Ello resulta importante dada la complejidad y el carácter multisectorial y transdisciplinario de la temática.

Finalmente, deseamos felicitar y agradecer a los funcionarios de la Dirección de Recursos Energéticos del Viceministerio de Minas y Energía del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones de la República del Paraguay (<http://www.ssme.gov.py/vmme/>) , en particular a los Sres. Daniel Puentes Albá y Hugo Ramírez Mereles, por la excelente labor realizada al desarrollar la base de datos de indicadores de eficiencia energética y por la confección del presente documento.

Resumen

Como país en vías de desarrollo, Paraguay tiene un consumo final de energía por unidad de Producto Interno Bruto (intensidad energética final) relativamente elevado, incluso en comparación con otros países de la región. Considerando los datos recogidos en el Sistema de Información Energético Regional (SIER) de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) a los efectos de la comparabilidad entre países, la intensidad energética en Paraguay alcanza el orden de 2,73 barriles equivalentes de petróleo por cada mil dólares de Producto Interno Bruto, superado únicamente por Bolivia. La intensidad energética en Paraguay resulta en 1,4 veces la de Venezuela; 2,0 veces la de Brasil; 2,3 veces la de Argentina; 2,5 veces la de Uruguay y 3,0 veces la de Colombia; por solo citar algunos casos.

La biomasa juega un rol muy importante dentro del consumo energético del Paraguay basada principalmente en la leña, el carbón vegetal (como derivado de la biomasa) y los desechos de cosecha (bagazo de caña de azúcar, cascarillas de cereales, etc.). En el año 2011 los productos primarios de la biomasa constituyeron el 47% del consumo final de energía a nivel nacional. El peso elevado de los productos de la biomasa en la estructura del consumo final explica los altos valores de la intensidad energética en comparación con otros países de la región.

En el año 2011, el 44% de la oferta de energía llega al sector del consumo final, el 41% se destina a la exportación mientras que el 15% restante se pierde en los centros de transformación (centrales eléctricas, destilerías y carboneras), en las redes de transmisión y distribución eléctrica o es consumida por el propio sector energético (autoconsumo en centrales eléctricas).

La tasa de crecimiento promedio anual del consumo final de energía registra un 1,7% durante el período 1990-2011, marcadamente más baja que la registrada por el suministro de energía primaria y la generación de energía secundaria. Esta diferencia queda justificada si se considera que la mayor parte de los significativos crecimientos tanto en el suministro de energía primaria como en la generación de energía secundaria no han tenido como destino final el consumo nacional de energía, sino el abastecimiento de los mercados eléctricos del Brasil y la Argentina de acuerdo a los términos de los respectivos Tratados de Itaipú y Yacyretá.

Las tendencias en cuanto a la composición del consumo final de energía muestran un repliegue progresivo en la participación de los productos primarios y secundarios de la biomasa en el consumo final de energía. En el año 1990, los productos de la biomasa (leña, carbón vegetal, residuos y otros) alcanzaban una participación del 73,7%; la que cayó hasta el 47,6% en el año 2011. La tasa de crecimiento inter-anual para el consumo de productos de la biomasa resultó del -0,4%.

Por otra parte, los consumos de electricidad y los productos derivados del petróleo ganan en participación estructural durante el período analizado, comportando tasas de crecimiento inter-anual del 6,6 y 4,6% respectivamente.

Desde el punto de vista sectorial, la estructura del consumo final de energía en Paraguay muestra en el año 2011 al sector transporte como el mayor consumidor de energía con el 31,4% del consumo final total del país. Le siguen el sector industrial y residencial con el 28,3% y 28,1% respectivamente. La estructura descrita marca un cambio sustancial respecto al año 1990 cuando el 38,3% del consumo final correspondía al sector residencial.

La tendencia creciente en el consumo de energía en el sector transporte se manifiesta en una tasa de crecimiento promedio anual del 5,2% para el período 1990-2011. El consumo de energía en el sector está constituido únicamente por productos derivados del petróleo en la modalidad de transporte carretero de carga y pasajeros, transporte fluvial y en menor cuantía transporte aéreo doméstico.

La tendencia en la pérdida de participación estructural del consumo del sector residencial dentro del consumo total del país se corresponde con un promedio anual de crecimiento que resulta inferior a las registradas en el sector transporte y en el sector industrial.

La tasa correspondiente al sector residencial en el período analizado es del 0,2% mientras que en el sector transporte resultó del 5,2% y en el sector industrial del 1,3%.

Las características citadas en cuanto a la composición del consumo final de energía en Paraguay, hacen suponer que desde el punto de vista de la eficiencia energética, el país dispone de un elevado potencial que puede traducirse en una reducción significativa de su intensidad energética a futuro, incluso manteniendo una participación elevada de los productos de la biomasa en el consumo final.

Introducción

El Informe Nacional de Monitoreo de la Eficiencia Energética de la República del Paraguay tiene su génesis en la información obtenida en el Programa BIEE (Base de Indicadores de Eficiencia Energética), articulado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y acompañado a nivel nacional por el Equipo Técnico Nacional del Viceministerio de Minas y Energía de la República del Paraguay (ETN). El informe se enriquece incorporando otras informaciones que sirven de elementos esenciales a los efectos de analizar y explicar los diferentes comportamientos que son observables a partir del monitoreo de determinadas variables e indicadores que hacen a la eficiencia energética a nivel nacional y sectorial.

Con respecto a otros países de la región, Paraguay tiene un relativo rezago en cuanto al desarrollo e implementación de políticas y acciones en el campo de la eficiencia energética. No es hasta fecha reciente que comienza a surgir una conciencia clara y consensuada respecto a la importancia y beneficios del trabajo por la Eficiencia Energética. Las condiciones propias de la matriz energética nacional con una abundancia de fuentes primarias de energía como los productos de la biomasa y la hidroenergía tuvieron que ver en parte con este rezago.

El Gobierno de Paraguay, entendiendo que los logros alcanzados con la aplicación de medidas de uso eficiente de la energía podrán contribuir al desarrollo sustentable de todas las actividades económicas en el país ha empezado a trabajar en este campo desde el Viceministerio de Minas y Energía, y como primer paso fue la creación del Comité Nacional de Eficiencia Energética (CNEE). El CNEE fue creado por Decreto N° 6377/2011, con el objetivo de la preparación y ejecución del Plan Nacional para el uso eficiente de la energía para la República del Paraguay.

El Comité está integrado por representantes de los Ministerios de Obras Públicas y Comunicaciones, de Educación y Cultura, de Industria y Comercio, la Administración Nacional de Electricidad, de Petróleos Paraguayos, del Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología, de la Entidad Binacional Yacyretá, de la Itaipú Binacional, del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, de la Universidad Nacional de Asunción y del Instituto Forestal Nacional.

A. Objetivos y contenido

El informe tiene por objetivo general realizar un análisis y valoración del estado actual y comportamiento en el pasado reciente respecto a los principales indicadores y variables que pueden

caracterizar el nivel de eficiencia con la cual se produce, transforma y consume la energía en el Paraguay. En una proyección un tanto más modesta, busca también encontrar las circunstancias tanto cualitativas como cuantitativas que puedan explicar determinados comportamientos en cuanto a la matriz energética nacional y las tendencias que pudieran proyectarse a futuro.

Entre los objetivos específicos del informe y el BIEE se podrían mencionar los siguientes:

- Disponer de un conjunto de herramientas que permitan cuantificar los resultados de los instrumentos de políticas y programas de Eficiencia Energética (EE) a ser implementados a nivel nacional. Estas herramientas se constituyen en instrumentos básicos para el trabajo del Comité Nacional de Eficiencia Energética.
- Cohesionar a las organizaciones e instituciones nacionales a los fines de completar y ampliar y mejorar la base de datos del BIEE mediante el establecimiento de nexos de colaboración en materia de información con instituciones y otros actores nacionales.
- Los indicadores obtenidos son fuente de insumo en los trabajos de prospectiva energética en el marco de los planes y políticas de desarrollo en el sector energético nacional

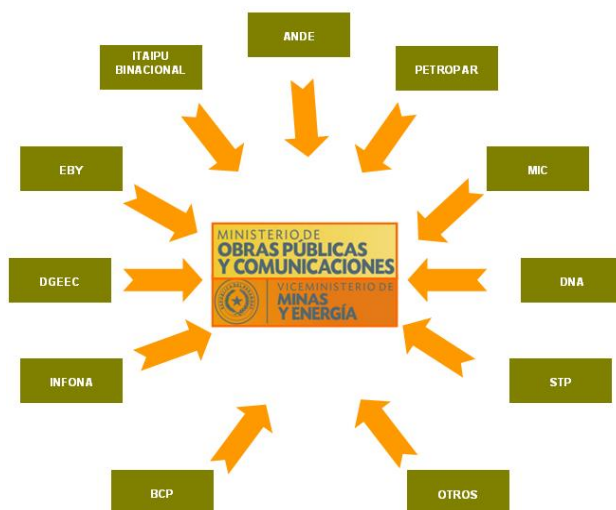
B. Las fuentes de los datos

En correspondencia con el perfil otorgado al Viceministerio de Minas y Energía del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones mediante la Ley N° 167/93, recae en esta institución la responsabilidad por la elaboración del Balance Energético Nacional y en general las estadísticas energéticas a nivel nacional.

En el año 2011, por Resolución Ministerial del Ministro de Obras Públicas y Comunicaciones (R.M. MOPC 1.527 del año 2011), se crea el Comité de Estadísticas Energéticas del Sistema de Información Energética Nacional (CEE–SIEN), integrado por un conjunto de instituciones nacionales comprometidas en brindar los datos estadísticos básicos para la elaboración de las estadísticas energéticas nacionales.

A continuación se presenta un gráfico con las principales fuentes de datos de las instituciones que directa o indirectamente se constituyeron en fuentes de información.

Diagrama 1
Principales fuentes de datos para la elaboración de la información energética nacional



Fuente: Elaboración propia a partir de las fuentes de información consideradas a los efectos de las estadísticas energéticas nacionales.

ANDE: Administración Nacional de Electricidad, institución autárquica, descentralizada de la administración pública, de duración ilimitada, con personería jurídica y patrimonio propio. Está sujeta a las disposiciones civiles y comerciales comunes, en todo lo que no estuviera en oposición a las normas contenidas en la Ley N° 966 y su posterior ampliación.

Su objeto primordial satisfacer en forma adecuada las necesidades de energía eléctrica del país, con el fin de promover su desarrollo económico y fomentar el bienestar de la población, mediante el aprovechamiento preferente de los recursos naturales de la Nación.

PETROPAR: es una entidad autárquica, perteneciente al Estado Paraguayo, descentralizada de la administración central, de duración ilimitada, con personería jurídica, patrimonio propio y domicilio legal en la ciudad de Asunción.

Sus funciones principales son la industrialización del petróleo y sus derivados, la comercialización, transporte y distribución de hidrocarburos y sus derivados, la prospección y explotación de yacimientos petrolíferos y la venta minorista.

MIC (Dirección General de Combustibles): la Dirección General de Combustibles del Ministerio de Industria y Comercio (MIC) elabora las estadísticas básicas referentes al mercado interno de combustibles. Estas estadísticas son suministradas al Viceministerio de Minas y Energía para su integración en las estadísticas energéticas nacionales.

DNA: Dirección Nacional de Aduanas. Por Decreto 4672 del 6 de enero de 2005 se establece la estructura de la Dirección Nacional de Aduanas-DNA que reemplaza a la anterior Dirección General de Aduanas-DGA.

La DNA brinda la información básica referente a las importaciones y exportaciones de productos energéticos en el país, básicamente las importaciones de derivados del petróleo y las exportaciones de productos de la biomasa como el carbón vegetal.

STP: la Secretaría Técnica de Planificación es la institución encargada de coordinar e impulsar el diseño, implementación, seguimiento y evaluación del proceso de desarrollo nacional. La STP brinda la información requerida a los efectos de la elaboración de las políticas energéticas nacionales. Antes del año 1997, la STP era la institución encargada de la elaboración del Balance Energético Nacional.

ITAIPU BINACIONAL: la central hidroeléctrica de Itaipú es una entidad binacional compartida por Paraguay y Brasil cuya misión es generar energía eléctrica de calidad, con responsabilidad social y ambiental, impulsando el desarrollo económico, turístico y tecnológico, sustentable, en el Paraguay y en el Brasil.

La Itaipú suministra los datos relativos a los niveles de generación, consumos propios, condiciones hidrológicas y otros que pasan a integrarse con la información estadística de otras entidades que completa el balance eléctrico nacional y las estadísticas eléctricas nacionales.

EBY: Entidad Binacional Yacyretá. Es una entidad binacional compartida por Paraguay y Argentina con capacidad jurídica, financiera y administrativa, y responsabilidad técnica. Tiene como objetivo el funcionamiento de la hidroeléctrica y explotarla como una unidad desde el punto de vista técnico económico.

Al igual que en el caso de Itaipú Binacional, la EBY suministra los datos relativos a los niveles de generación, consumos propios, condiciones hidrológicas y otros que pasan a integrarse con la información estadística de otras entidades que completa el balance eléctrico nacional y las estadísticas eléctricas nacionales.

DGEEC: Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos. Es la institución encargada de elaborar y difundir la información estadística nacional. A los efectos de las estadísticas energéticas, la DGEEC brinda datos referentes al equipamiento energético en los hogares, los energéticos empleados en la cocción de alimentos y otros.

INFONA: Instituto Forestal Nacional. Es la institución cuya misión es impulsar la gestión forestal sostenible a través de una política participativa, planes, programas, proyectos y servicios que contribuyan al desarrollo nacional. El INFONA participa en la elaboración de las estadísticas energéticas nacionales suministrando los datos referentes a las principales variables sobre la leña y carbón vegetal.

BCP: Banco Central del Paraguay. El BCP tiene como misión preservar y velar por la estabilidad del valor de la moneda, promover la eficacia y estabilidad del sistema financiero. El BCP es la entidad del Estado encargada de la elaboración de las Cuentas Nacionales, las cuales son empleadas a los fines de los análisis y evaluaciones en cuanto a la eficiencia y proyección del sistema energético nacional.

Es importante resaltar que una parte de los datos incluidos en las planillas cargadas en la Base de Datos de Eficiencia Energética corresponden a los datos brindados por entidades gubernamentales citadas y entidades miembros del Comité de Estadísticas Energéticas del Sistema de Información Energética Nacional. Otra parte de los datos fue recopilada a partir de publicaciones y documentos oficiales.

Finalmente, una parte importante de la información tuvo como fuente el Balance Energético Nacional en términos de Energía Útil 2011, que fue ejecutado por la Fundación Bariloche, a partir de un convenio suscrito entre Itaipú Binacional-Fundación Parque Tecnológico Itaipú.

En el Anexo 1 “Fuentes de información” se detalla el procedimiento seguido para los datos no disponibles cuyos requerimientos eran imprescindibles para completar la información necesaria para la elaboración del presente informe.

I. Antecedentes vinculados a la eficiencia energética

El uso eficiente de la energía es considerada una de las medidas más efectivas, a corto y mediano plazo, para lograr: en los hogares, bajar los costos sin perder calidad de vida; en las empresas, además de reducir costos, mejorar la competitividad; a nivel país, evitar o postergar importantes inversiones en generación de energía. Además de ayudar a reducir significativamente las emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero, así como otros gases contaminantes.

El Gobierno de Paraguay, entendiendo que los logros alcanzados con la aplicación de medidas de uso eficiente de la energía podrán contribuir al desarrollo sustentable de todas las actividades económicas en el país ha empezado a trabajar en este campo desde el Viceministerio de Minas y Energía, y como primer paso fue la creación del Comité Nacional de Eficiencia Energética (CNEE).

El CNEE fue creado por Decreto N° 6377/2011, con el objetivo de la preparación y ejecución del Plan Nacional para el uso eficiente de la energía para la República del Paraguay.

El Comité está integrado por representantes de los Ministerios de Obras Públicas y Comunicaciones, de Educación y Cultura, de Industria y Comercio, la Administración Nacional de Electricidad, de Petróleos Paraguayos, del Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología, de la Entidad Binacional Yacyretá, de la Itaipú Binacional, del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, de la Universidad Nacional de Asunción y del Instituto Forestal Nacional.

El Plan Nacional de Eficiencia Energética de la República del Paraguay es el resultado de un trabajo consensuado entre los representantes de las instituciones que hacen parte del CNEE y pretende definir los lineamientos y acciones fundamentales para que el país pueda incorporar al sector energético el concepto del uso eficiente de la energía.

El Plan Nacional de Eficiencia Energética presenta los objetivos principales y específicos en materia de eficiencia energética. Actualmente se están realizando los estudios que complementarán los lineamientos presentados con metas de ahorro en energía medibles y con indicadores determinados.

A. Políticas de eficiencia energética

El objetivo general del Plan Nacional de Eficiencia Energética es generar lineamientos y orientaciones para la implementación de medidas inmediatas y estratégicas en el uso eficiente de los recursos energéticos en los diferentes sectores, como instrumentos que sustenten un desarrollo nacional sostenible.

Los objetivos específicos del plan son:

- Propiciar la implementación de un marco regulatorio actualizado, a fin de optimizar el consumo energético.
- Promover disposiciones y programas de eficiencia energética que contemplen la innovación tecnológica para los diferentes sectores.
- Impulsar la cultura del uso eficiente de la energía por medio de programas de educación y concienciación dirigidos a todos los sectores de la sociedad. Instrumentar el conocimiento sobre la matriz energética a fin de identificar sectores de mayor potencialidad para la implementación de medidas de eficiencia energética.
- Proponer instrumentos que orienten a los diferentes actores a concretar el potencial de la eficiencia energética en sus respectivos ámbitos de acción.

Los Ejes del Plan Nacional de Eficiencia Energética son los siguientes:

- El primer eje de Acciones político-institucionales contempla la elaboración de propuestas de decretos, leyes, normativas entre otros instrumentos legales que faciliten la aplicación del Plan y garanticen la continuidad y permanencia en el tiempo de los procesos y puedan traducirse en un programa de estado.
- El segundo eje de Educación, Concienciación y Formación de Multiplicadores permitirá desarrollar e implementar, conjuntamente con las instituciones públicas y privadas las acciones y programas relacionados a la Educación, Concienciación y Formación de Multiplicadores para el uso eficiente de la energía.
- El tercer eje de Programas de Implementación de Uso Eficiente y Racional de la Energía, facilitará la priorización y/u ordenamiento en la implementación de los programas definidos y elaborados en los sectores identificados.
- El cuarto eje de Diagnósticos y Auditorías Energéticas permitirá determinar el grado de eficiencia con la que es utilizada la energía en los diversos subsectores. Es necesario conocer el estado actual del sector energético respecto al uso eficiente y las acciones de combate a los desperdicios en el sector.
- El quinto eje de Acciones de Sustentabilidad y Sostenibilidad del proceso permitirá el desarrollo de instrumentos de seguimiento y medición del impacto de las acciones. Las mismas podrán ser evaluadas lo que ayudará a incorporar ajustes con el objeto de llegar a los objetivos. Otro aspecto contemplado en este ítem es el involucramiento de las instituciones de enseñanzas (primaria, secundaria y universitaria). Esto se deberá dar en forma gradual, con la inclusión de la problemática de Conservación y Eficiencia Energética en los Programas Curriculares.

En el Anexo 2 se presenta íntegramente los ejes estratégicos del Plan Nacional de Eficiencia Energética de la República del Paraguay.

B. Contexto económico y suministro de energía

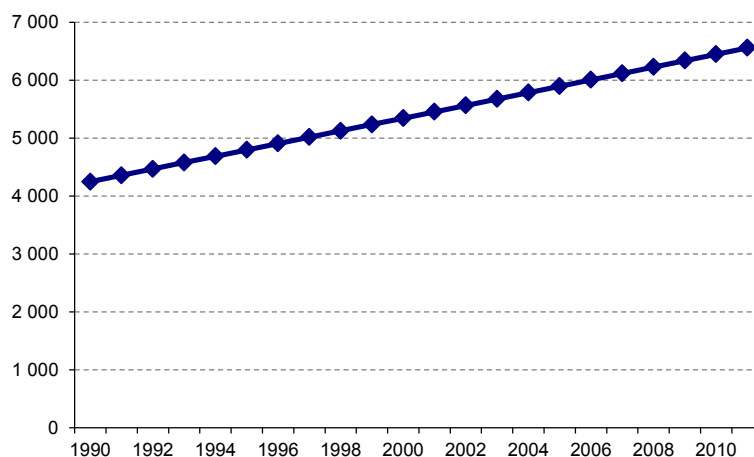
1. Población

La población total del Paraguay en el año 2011 asciende a 6.561.785¹ personas, notándose una distribución casi igualitaria entre hombres y mujeres. Sin embargo, por área de residencia de la población se observa una predominancia de la urbana (58,7%) respecto a la rural (41,3%).

Durante el período 1990-2011 la población paraguaya creció con una tasa inter-anual de 2,1%. En términos absolutos, la población creció en 2.314.619 habitantes entre los años 2011 respecto al 1990.

La evolución en cuanto a la residencia según área urbana y rural marcó una tendencia caracterizada por el éxodo de la población rural hacia las zonas urbanas. En el año 2000 el 55,0% de la población residía en áreas urbanas proporción que se incrementó hasta el 58,7%.

Gráfico 1
Población
(En miles)



Fuente: DGEEC.

2. Contexto económico

Indicadores: nivel de actividad económica².

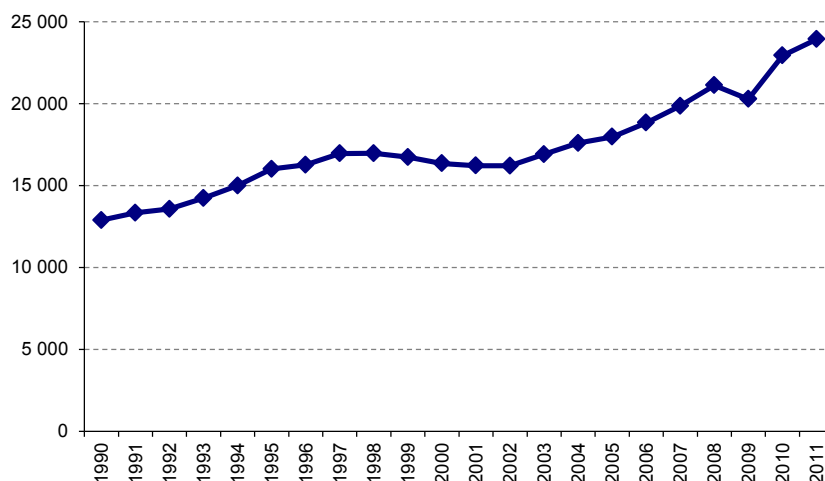
El Producto Interno Bruto (PIB) en el año 2011 evaluado en moneda nacional a precios constantes año base 1994 da cuenta de un crecimiento económico del 4,3% con respecto al año anterior lo cual desacelera el crecimiento registrado entre el año 2011 respecto al 2010 cuando éste se situó en 13,1%.

La tasa de crecimiento inter anual del PIB durante el período 1990-2011 resultó del 3,0% evaluada en moneda nacional constante. En este comportamiento se destaca la tasa de crecimiento inter anual durante el quinquenio 2007-2011 cuando ésta alcanza el 4,8%. En sentido opuesto se destaca la tasa de crecimiento inter anual en el quinquenio 1997-2001 cuando la misma se comporta en -1,1%.

¹ Paraguay. Proyección de la Población por Sexo y Grupos de Edad, según Áreas Urbana y Rural, 2000-2030, DGEEC.

² Fuente: Banco Central del Paraguay con valores actualizados según Boletín del SCN 2003-2012. El PIB incluye Binacionales.

Gráfico 2
PIB a precios constantes en moneda nacional
(En miles de millones de guaraníes constante-1994)

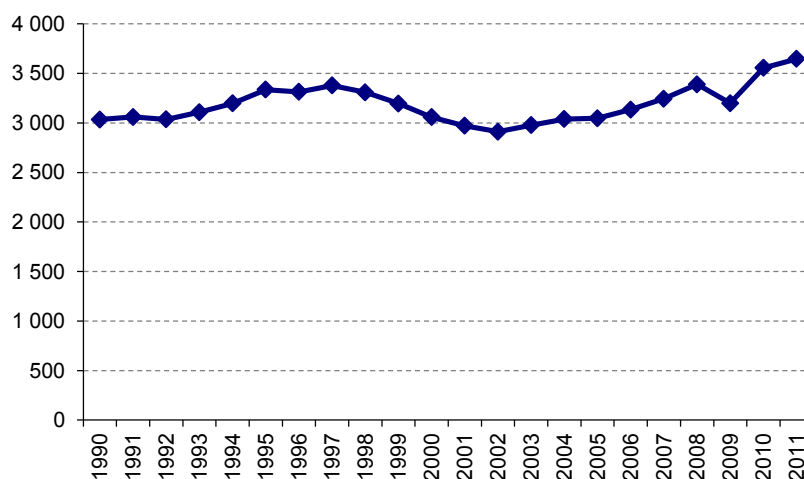


Fuente: Banco Central del Paraguay (BCP).

Durante el período 1990-2011 la economía paraguaya se destaca por el buen desempeño del sector agrícola en general, con buenos rendimientos de los principales cultivos en aquellos años favorecidos por factores climáticos, el crecimiento de la producción ganadera y el sector industrial, y una relativa expansión de las construcciones (públicas y privadas). Ello fue acompañado por el dinamismo del comercio, del transporte, de las comunicaciones, del sector financiero y del resto de los servicios principalmente en los últimos años.

El desempeño económico en el período 1990-2011 implicó también una expansión del PIB por habitante del 20,2% en el año 2011 respecto al año 1990. Por otro lado, el nivel de 3.647 miles de guaraníes por habitante en el año 2011 en términos constantes es mayor a los 3.045 miles de guaraníes registrados en el año 1990.

Gráfico 3
PIB a precios constantes por habitante
(En miles de guaraníes constante por habitante)

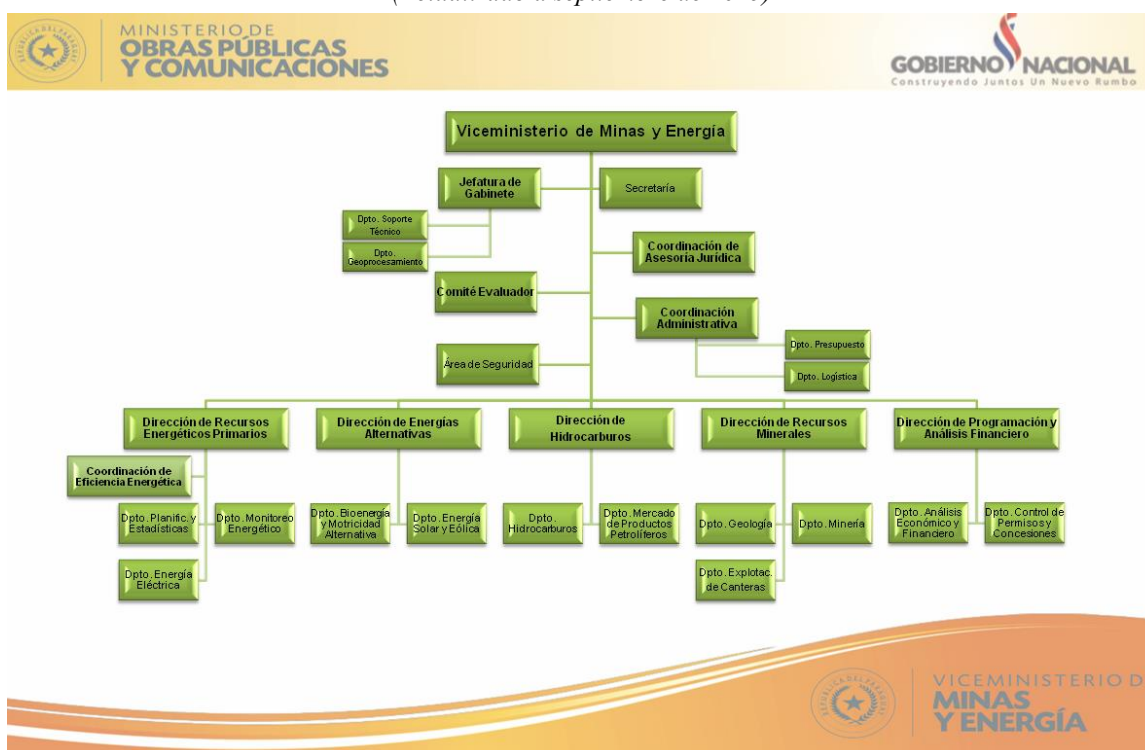


Fuente: Elaboración propia en base a información DGEEC y Banco Central del Paraguay (BCP).

3. Suministro de energía

En el Paraguay el Estado cumple un rol protagónico en el sector energético, tanto en función de órgano regulador, como en función de actor en el mercado. En el seno del Gobierno Nacional el sector energético se encuentra bajo la responsabilidad del Viceministerio de Minas y Energía (VMME), creado en el año 1990 como institución dependiente del "Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones" (MOPC). El VMME es sub-dividido en cuatro direcciones, la Dirección de Recursos Minerales (DRM), la Dirección de Hidrocarburos (DH), la Dirección de Energías Alternativas (DEA) y la Dirección de Recursos Energéticos (DRE). La última se compone del Departamento de Energía Eléctrica, el Departamento de Monitoreo Energético, y el Departamento de Planificación y Estadística.

Diagrama 2
Organigrama del Viceministerio de Minas y Energía
(Actualizado a septiembre de 2015)



Fuente: Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, Paraguay.

La Ley N° 167/93 otorga al VMME el perfil de institución rectora del sector energético nacional. Estipula las siguientes principales funciones:

- "Estudiar, identificar y proponer las alternativas de energía de acuerdo a las necesidades actuales y potenciales de consumo del país;
- considerar en todos sus aspectos el desarrollo energético nacional e internacional disponible en la materia, sean estos convencionales o no convencionales; y
- proponer políticas, reglamentaciones y aplicaciones que sean de interés al desarrollo nacional, orientado sobre el mejor uso de las disponibilidades al respecto."

Además, el VMME representa al Gobierno Nacional ante organismos y foros internacionales relacionados con el sector energético, entre ellos la "Organización Latinoamericana de Energía" (OLADE), el Grupo de Expertos en Energía de UNASUR (GEE-UNASUR) y otros.

La empresa estatal encargada de la generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica es la Administración Nacional de Electricidad (ANDE). La Ley N° 966/64 establece en su artículo 3, que: "Las relaciones oficiales de ANDE con el Poder Ejecutivo serán mantenidas por conducto del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, pudiendo mantener correspondencia directa con los Poderes del Estado o las dependencias administrativas del Gobierno".

El artículo 29 de la Ley N° 167/93 ratifica y correlaciona ambas leyes, diciendo textualmente: "La Administración Nacional de Electricidad, en su carácter de Ente Descentralizado se relacionará con el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones a través del Gabinete del Vice-Ministro de Minas y Energía, sin perjuicio de sus facultades y funciones administrativas previstas en su Ley Orgánica".

El suministro de energía eléctrica en Paraguay descansa principalmente en la energía generada por las centrales hidroeléctricas binacionales de Itaipú y Yacyretá, la primera una empresa binacional entre Paraguay y Brasil y la segunda una empresa binacional entre Paraguay y Argentina. De acuerdo a los tratados vigentes para ambas empresas, el 50% de lo generado por cada una de ellas corresponde al Paraguay.

Dentro del sector eléctrico nacional opera también la empresa privada Compañía de Luz y Fuerza Sociedad Anónima (CLYFSA) la que tiene a su cargo la distribución y comercialización de energía eléctrica en el municipio de Villarrica. La empresa tiene en la actualidad alrededor de 13.000 usuarios en los diferentes sectores económicos y el residencial del municipio.

En lo relativo al sector hidrocarburos, por Decreto N° 12.267/85 se dispuso la adquisición por parte del Gobierno de las acciones que correspondían a los accionistas privados de la empresa Petróleos Paraguayos (PETROPAR), quedando el Estado Paraguayo como único propietario, que se convierte de inmediato en una entidad autárquica, con personería jurídica y patrimonio propio con estas funciones fundamentales: Industrialización del petróleo y sus derivados; Comercialización, transporte y distribución de hidrocarburos y sus derivados; prospección y explotación de yacimientos petrolíferos.

Las relaciones de PETROPAR con el Poder Ejecutivo están reglamentadas por el artículo 3 de la Ley N° 1182/85, que establece: "Las relaciones de PETROPAR con el Poder Ejecutivo serán mantenidas por conducto del Ministerio de Industria y Comercio. Para sus operaciones industriales, comerciales y funcionales, podrá establecer vínculos directos con las demás dependencias gubernativas e igualmente con el sector privado."

Unas 15 empresas operan en el mercado de los combustibles líquidos a nivel nacional, siendo la de mayor participación la empresa integrada PETROBRAS.

4. Potenciales energéticos

a) Hidroenergía:

Casi el 100% de la energía eléctrica consumida en Paraguay es de origen hidráulico. El país dispone de grandes potenciales hidroenergéticos que pueden reforzar el rol del Paraguay como un productor de energía eléctrica de origen hidroeléctrico para la demanda interna y la exportación a los mercados vecinos.

i) Grandes potenciales

Al mes de febrero del año 2012 han sido identificados un conjunto de proyectos hidroeléctricos bajo diferentes categorías que en su conjunto suman 3.330 MW. Algunos de estos proyectos corresponden a emprendimientos binacionales tanto con la Argentina como el Brasil.

De acuerdo a su potencial, el 56,8% de los proyectos identificados corresponden a potenciales entre 20 a 1.000 MW, mientras que el 43,2% restantes corresponde a proyectos por encima de los 1.000 MW.

Cuadro 1
Potencial hidroeléctrico instalable
(Datos al 02/07/2012)

Nombre	Río	Potencia Instalable Mw	Energía Media (gwh/año)	Categoría
Cachoeira (Paraguay/Brasil) ^a	Apa	20	100	Identificado
Total centrales de menos de 30 mw		20	100	
Tembey	Tembey	120		Identificado
Pirapó	Pirapó	40		Identificado
Ita Cora-Itati (Paraguay/Argentina) ^a	Paraná	800		Factible
Acaray III	Acaray	170		Factible
Ñancuday/Itaipyte	Ñancuday	90	315	Factible
Yguazú	Iguazú	200	700	Factible
Cororo	Ypané	40		Identificado
Aquidaban	Aquidabán	50		Identificado
Brazo Aña Cua	Paraná	260	2 000	Factible
Río Paraguay	Paraguay	100		Identificado
Total centrales de 30 a 1 000 mw		1 870	3 015	
Corpus Christi (Paraguay/Argentina) ^a	Paraná	1 440		Factible
Total centrales de más de 1 000 mw		1 440		
Total todos los niveles de potencia		3 330	3 115	

Fuente: Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, Paraguay.

^a En el caso de las binacionales, los datos referidos a potencia y energía media se refieren al 50% del total.

ii) Potenciales de 5 MW o más, orientados a PCH y MCH

Un reciente estudio³ concluido en el año 2013 cuyo objetivo fue identificar sitios con potencial hidroenergético aprovechable de 5 MW o más inventarió un Potencial Hidroeléctrico Aprovechable (PHA) de 872,7 MW. El inventario de referencia fue realizado exclusivamente en la región oriental del país y focalizado a nivel de cuencas hidrográficas de ríos interiores del Paraguay, además de estudios complementarios sobre interconexión de cuencas del río Paraná y proyectos sobre el río Paraguay.

Cuadro 2
Potencial orientado a PCH y MCH
(Datos al año 2013)

Grupo	PHA MW	Proporción del total (porcentaje)
A. Cuencas de la región oriental del Paraguay	325,94	37,0
B. Interconexión con Itaipú	378,76	44,0
C. Río Paraguay	168,00	19,0
Totales	872,70	100,0

Fuente: Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, Paraguay.

³ Inventario de los Recursos Hidroenergéticos de las Cuencas Hidrográficas de los Ríos Afluentes del Paraguay en la Región Oriental del Paraguay. Itaipú Binacional/Universidad Corporativa Itaipú/Parque Tecnológico Itaipú Paraguay, 2013.

b) Energía solar

Con un valor medio de 172,5 kWh/m², Paraguay tiene un potencial muy importante para el aprovechamiento de la energía solar.

La radiación solar que recibe el territorio paraguayo anualmente es equivalente a 35.000 veces el consumo anual de energía en Paraguay, aunque es necesario un relevamiento sistemático de la radiación solar en el país⁴.

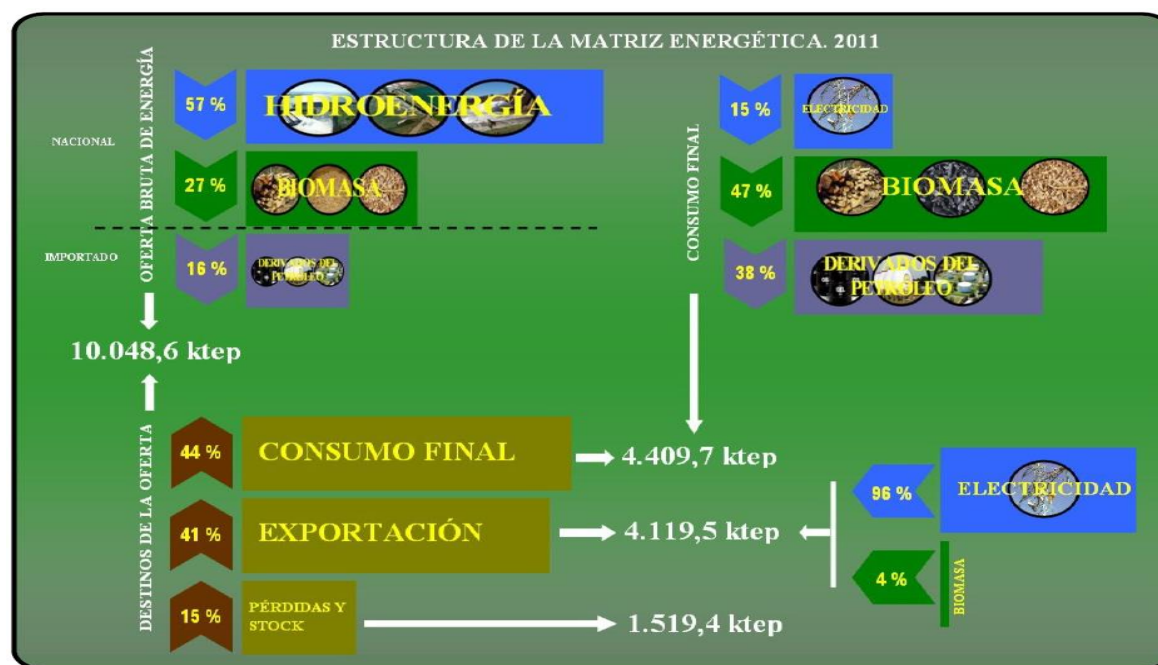
c) Energía eólica

En Paraguay no se dispone de una recolección de datos sistemática del recurso eólico. Datos recolectados por la NASA mediante satélites indica una velocidad media a 50 m de altura sobre el suelo con promedios de 6,5 a 7,5 m/s en el Chaco Boreal, en la frontera con Bolivia. Otra zona con promedios relativamente elevados se encuentra en los alrededores de Asunción y en gran parte del Departamento de Ñeembucú⁵.

C. Tendencias del consumo de energía

La Biomasa juega un rol muy importante dentro del consumo energético del Paraguay basada principalmente en la leña, el carbón vegetal (como derivado de la biomasa) y los desechos de cosecha (bagazo de caña de azúcar, cascarillas de cereales, etc.). En el año 2011 los productos primarios de la biomasa constituyeron el 47% del consumo final de energía a nivel nacional.

Diagrama 3
Estructura de la matriz energética 2011



Fuente: Balance energético nacional 2011, vmme.

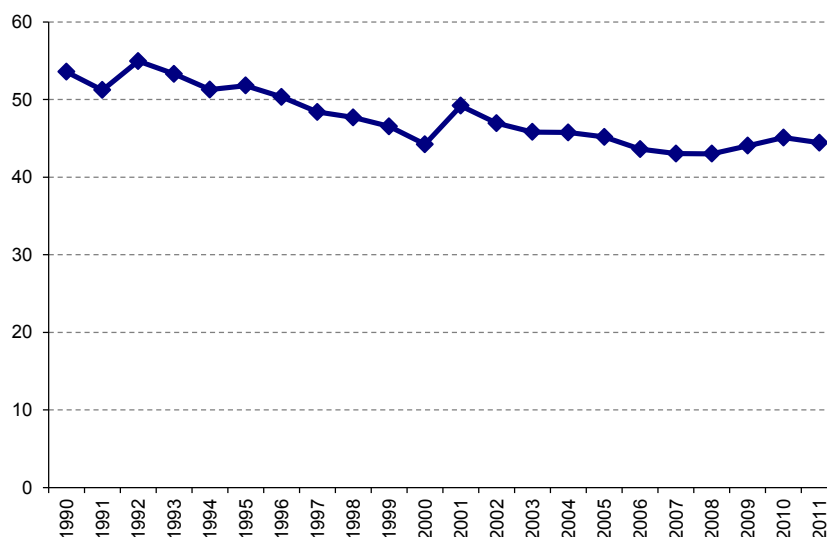
⁴ Fuente: Situación de las Energías Renovables en el Paraguay. GIZ-VMME. 2011.

⁵ Ídem 6.

En el año 2011, el 44% de la oferta de energía llega al sector del consumo final, el 41% se destina a la exportación mientras que el 15% restante se pierde en los centros de transformación (centrales eléctricas, destilerías y carboneras), en las redes de transmisión y distribución eléctrica o es consumida por el propio sector energético (autoconsumo en centrales eléctricas).

De acuerdo a su evolución histórica, a partir del año 2009 se registra un cambio estructural en los destinos de la energía cuando los niveles del consumo final sobrepasan los niveles de exportación de energía. Ello es consecuencia del impacto que significó el crecimiento en el consumo final de energía con una tasa promedio anual para el período 2006-2010 del 4,21% dando como resultado una menor disponibilidad de energía con destino a la exportación.

Gráfico 4
Participación del consumo respecto a la oferta total de energía
(En porcentaje)



Fuente: Serie de Balances Energéticos Nacionales, VMME.

En particular, la mayor tasa de crecimiento promedio anual en los consumos de energía durante el período 1990-2011 se registró para la energía eléctrica con el 6,6% seguida de los derivados del petróleo con el 4,6% mientras que los consumos de la biomasa alcanzan una tasa promedio anual de crecimiento del -0,4 % lo que evidencia el repliegue progresivo de los consumos de estos energéticos en la composición del consumo final de energía en Paraguay.

II. Tendencias en el consumo de energía: por combustible y sector

A. Matriz energética: composición y evolución histórica de la oferta de energía

Los recursos energéticos nacionales están compuestos exclusivamente por fuentes renovables de energía (hidroenergía y biomasa). Existen indicios de petróleo y gas en territorio nacional, sin que hasta la fecha hayan sido evaluadas con certeza sus reservas y capacidades de explotación. La oferta de energía se complementa con la importación de derivados del petróleo.

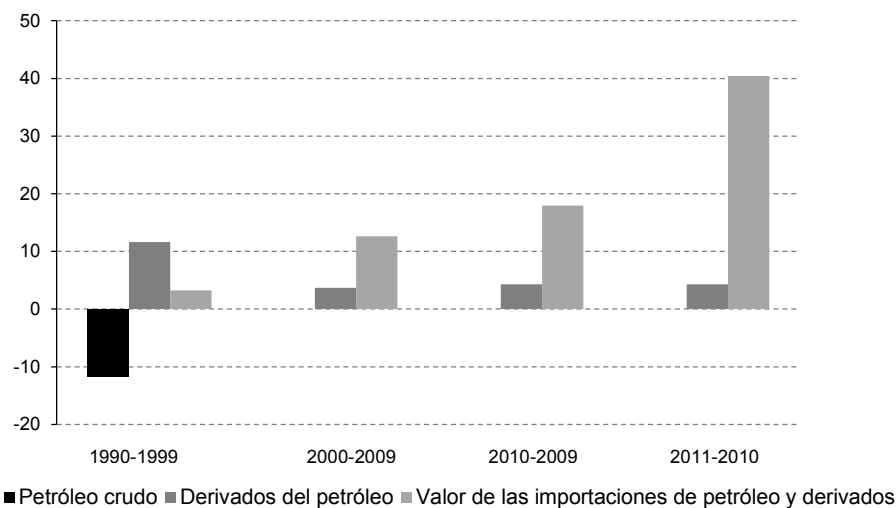
La hidroenergía es el principal recurso energético nacional y en el año 2011 participó en un 57% de la oferta de energía. Las capacidades de generación eléctrica a partir de la hidroenergía superan los 45.000 GWh/año, y es una de las mayores del mundo en cuanto a generación eléctrica por habitante.

La oferta de energía se completa con las importaciones de derivados del petróleo que en el año 2011 representaron el 16% del total. El principal de los derivados importados es el combustible diesel que ocupó el 66,7% del total de derivados importados.

De acuerdo con la información publicada por el Banco Central del Paraguay, el valor de las importaciones de combustibles en el año 2011 resultó en 1.506.538 miles de dólares FOB, en particular el valor de las importaciones de combustible diesel representó el 63,2% del valor total de las importaciones en el año 2011.

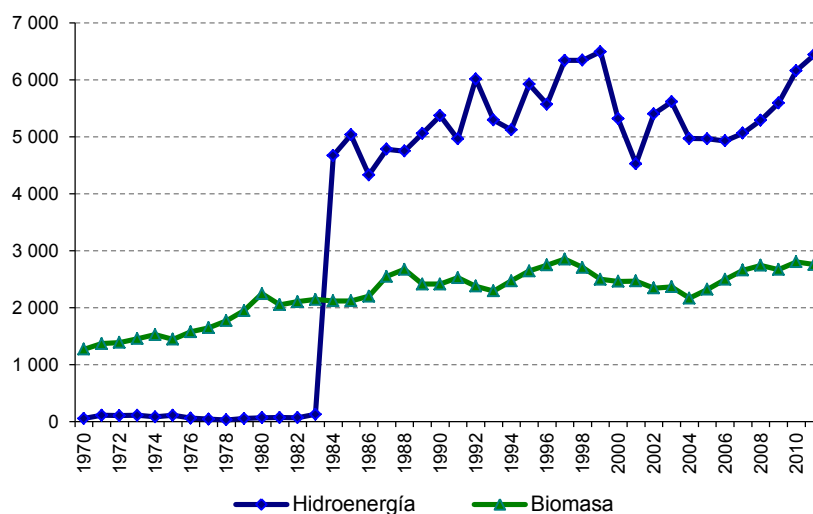
La puesta en marcha en el año 1984 de la central hidroeléctrica Itaipú Binacional primeramente y la central hidroeléctrica binacional Yacyretá diez años después, cambiaron definitivamente la composición de la producción nacional de energía primaria.

Gráfico 5
Importación de petróleo crudo y derivados
(Tasa de crecimiento promedio anual en porcentaje)



Fuente: Serie de Balances Energéticos Nacionales. VMME, Valor de importaciones Banco Central del Paraguay (BCP).

Gráfico 6
Producción de energía primaria: hidroenergía y biomasa
(Miles de toneladas equivalentes de petróleo-ktep)



Fuente: Base de datos SIEN-Paraguay.

B. Consumo final de energía

La tasa de crecimiento inter-anual del consumo final de energía registra un 1,7% durante el período 1990-2011, marcadamente más baja que la registrada por el suministro de energía primaria y la generación de energía secundaria. Esta diferencia queda justificada si se considera que la mayor parte de los significativos crecimientos tanto en el suministro de energía primaria como en la generación de energía secundaria no han tenido como destino final el consumo nacional de energía, sino el abastecimiento de los mercados eléctricos del Brasil y la Argentina de acuerdo a los términos de los respectivos Tratados de Itaipú y Yacyretá.

Como consecuencia de lo anterior, si se comparan los índices de crecimiento de cada año respecto a su precedente con la tasa inter-anual registrada en el período, las diferencias observadas alcanzan valores mucho menores que las correspondientes al suministro de energía primaria y la generación de energía secundaria.

Los datos registrados en los Balances Energéticos de Energía en cuanto al consumo final marcan estructuras marcadamente diferentes respecto a los registrados en cuanto al suministro de energía primaria y la generación de energía secundaria. Estas diferencias son consecuencia de lo mencionado en cuanto a los destinos del suministro de energía primaria y la generación secundaria.

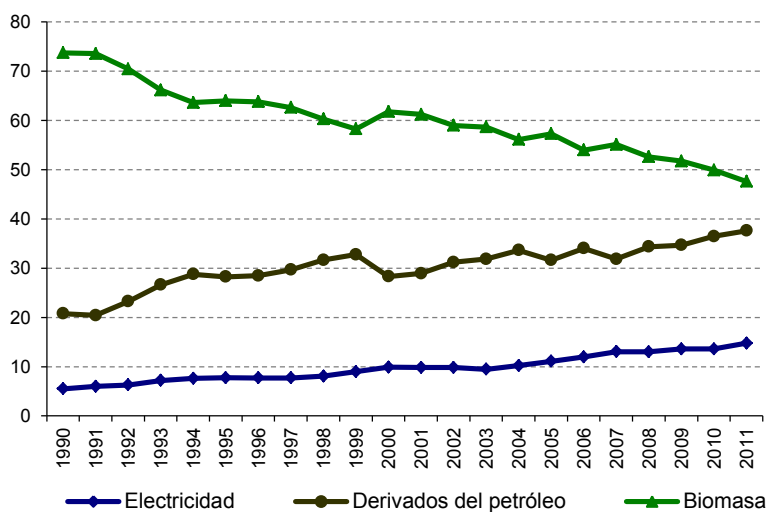
Las tendencias en cuanto a la composición del consumo final de energía muestran un repliegue progresivo en la participación de los productos primarios y secundarios de la biomasa en el consumo final de energía. En el año 1990, los productos de la biomasa (leña, carbón vegetal, residuos y otros) alcanzaban una participación del 73,7%; la que cayó hasta el 47,6% en el año 2011. La tasa de crecimiento inter-anual para el consumo de productos de la biomasa resultó del -0,4%

Por otra parte, los consumos de electricidad y los productos derivados del petróleo ganan en participación estructural durante el período analizado, comportando tasas de crecimiento inter-anual del 6,6 y 4,6% respectivamente.

En particular, el consumo de electricidad representó en el año 1990 el 5,5% del consumo final de energía, mientras que en el año 2011 esta relación alcanzó el 14,8% lo que significa una ganancia de 9,3 puntos porcentuales. El consumo de electricidad por habitante creció 2,5 veces entre los años 1990 a 2011. En el año 1990 el consumo de electricidad fue de 466,4 kWh / habitante mientras que en el año 2011 alcanzó 1.153,7 kWh/habitante, registrando una tasa de crecimiento inter-anual del 4,4%.

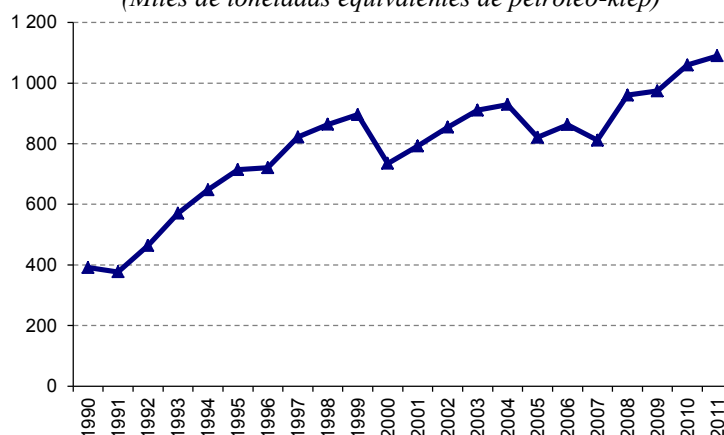
Los consumos de derivados del petróleo a nivel nacional representan en el año 2011 el 37,6% del consumo final de energía, lo que significó una ganancia de 16,8 puntos porcentuales respecto al año 1990. El 65,7% del consumo de derivados del petróleo en el año 2011 corresponde a combustible diesel. En particular los consumos de diesel crecen entre el año 1990 al 2011 según una tasa inter-anual del 5,0%.

Gráfico 7
Evolución de la estructura del consumo final de energía
(En porcentaje)



Fuente: Base de datos SIEN-Paraguay.

Gráfico 8
Evolución del consumo final de combustible diesel
(Miles de toneladas equivalentes de petróleo-ktep)



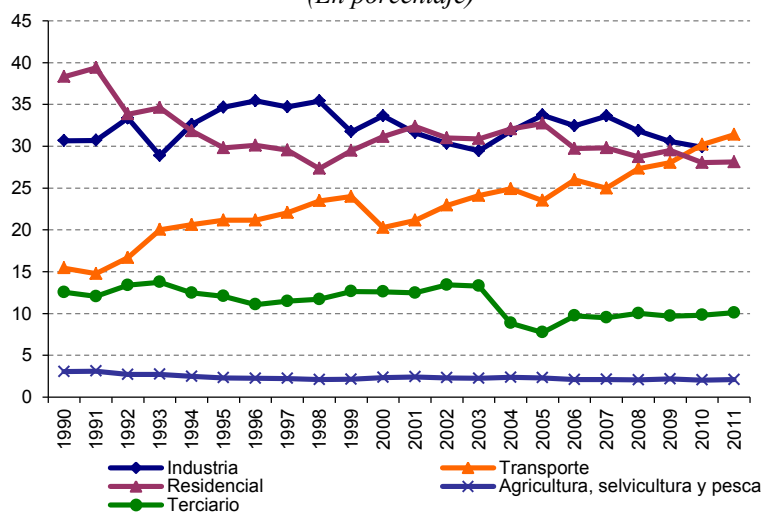
Fuente: Base de datos SIEN-Paraguay.

Desde el punto de vista sectorial, la estructura del consumo final de energía en Paraguay muestra en el año 2011 al sector transporte como el mayor consumidor de energía con el 31,4% del consumo final total del país. Le siguen el sector industrial y residencial con el 28,3% y 28,1% respectivamente. La estructura descrita marca un cambio sustancial respecto al año 1990 cuando el 38,3% del consumo final correspondía al sector residencial.

La tendencia creciente en el consumo de energía en el sector transporte se manifiesta en una tasa de crecimiento inter anual del 5,2% para el período 1990-2011. El consumo de energía en el sector está constituido únicamente por productos derivados del petróleo en la modalidad de transporte carretero de carga y pasajeros, transporte fluvial y en menor cuantía transporte aéreo doméstico.

La tendencia en la pérdida de participación estructural del consumo del sector residencial dentro del consumo total del país se corresponde con una tasa inter anual de crecimiento que resulta inferior a las registradas en el sector transporte y en el sector industrial. La tasa correspondiente al sector residencial en el período analizado es del 0,2% mientras que en el sector transporte resultó del 5,2% y en el sector industrial del 1,3%.

Gráfico 9
Evolución de la estructura del consumo final de energía
(En porcentaje)



Fuente: Base de Indicadores de Eficiencia Energética (BIEE).

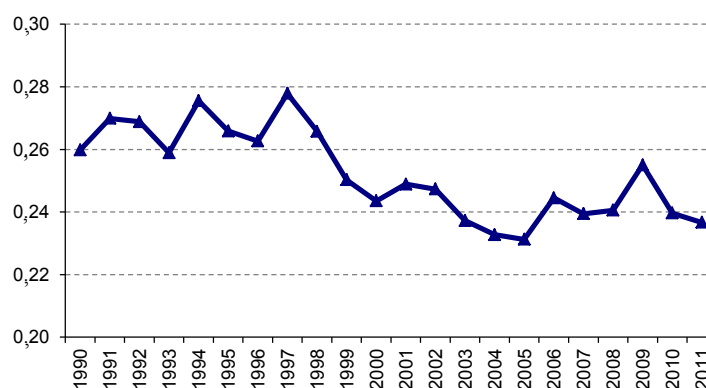
III. Tendencia general de la eficiencia energética

En el período 1990-2011 el Producto Interno Bruto⁶ medido en moneda nacional a precios constantes de 1994 comporta una tasa de crecimiento ínter anual del 3%. El sector con mayor dinámica durante el período corresponde a la agricultura con una tasa de crecimiento ínter anual del 5,13%.

A. Intensidad energética primaria

La intensidad energética primaria en Paraguay medida en términos del Producto Interno Bruto en moneda nacional constante a precios de 1994 resultó para el año 1990 de 0,260 tep por millón de guaraníes, mientras que para el año 2011 se redujo a 0,237 tep por millón de guaraníes. Este indicador muestra una tendencia decreciente durante todo el período con una tasa ínter anual -0,44%. Comparativamente, la intensidad energética alcanza valores superiores a otros países de la región debido básicamente al alto peso estructural de los productos primarios de la biomasa.

Gráfico 10
Intensidad energética primaria
(Toneladas equivalentes de petróleo por millón de guaraníes constante de PIB)



Fuente: Base de Indicadores de Eficiencia Energética (BIEE).

⁶ Incluye Binacionales.

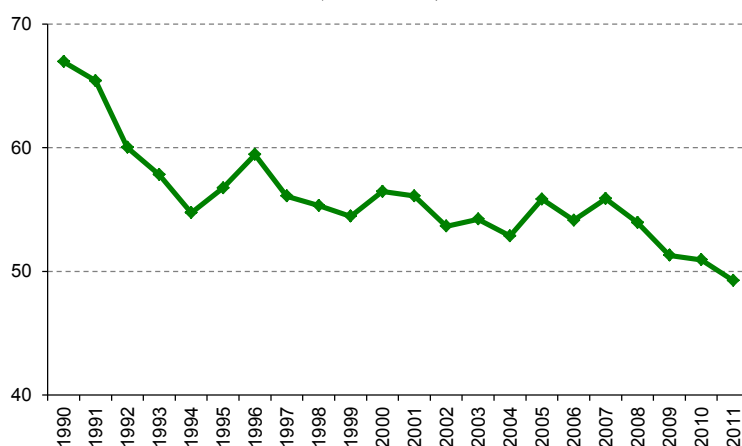
La participación de la biomasa en el consumo total de energía primaria manifestó un decrecimiento significativo durante el período con una tasa inter anual del 1,5%.

El consumo primario de biomasa está compuesto principalmente por leña y residuos de la actividad agroforestal. Se incluyen también en estos consumos otros residuos y desechos de las actividades agrícolas así como residuos de la industria azucarera

La energía eléctrica de origen hidráulico es otra de las componentes del consumo final de energía primaria. Las grandes cantidades de generación de electricidad de origen hidráulico están sustentadas en las centrales hidroeléctricas binacionales de Itaipú y Yacyretá. Se completa esta generación con la central hidroeléctrica Acaray de propiedad de la empresa estatal “Administración Nacional de Electricidad” (ANDE).

El consumo final de energía primaria se completa hasta el año 2005 con petróleo crudo. En ese año dejó de operar la refinería de “Villa Elisa”, única en el país y operada por la empresa estatal Petróleos Paraguayos (Petropar).

Gráfico 11
Participación de la biomasa en el consumo total de energía primaria
(Por ciento)



Fuente: Base de Indicadores de Eficiencia Energética (BIEE).

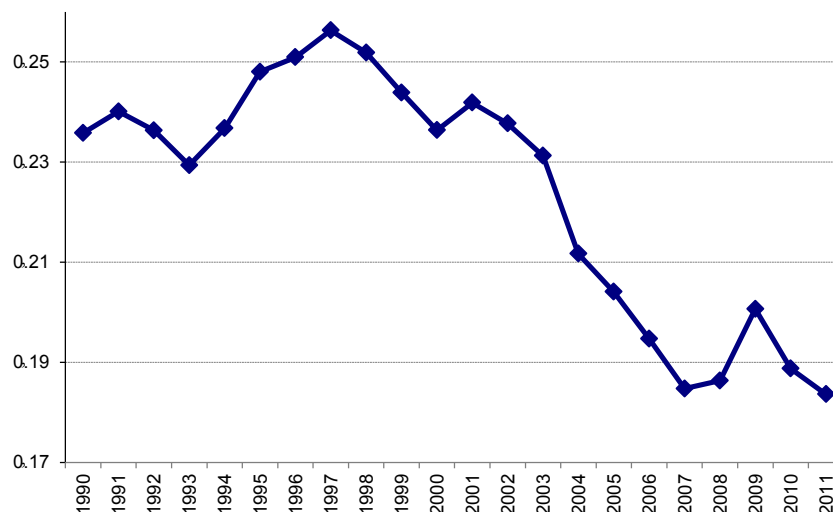
B. Intensidad energética final

La intensidad energética primaria en Paraguay medida en términos del Producto Interno Bruto en moneda nacional constante a precios de 1994 resultó para el año 1990 de 0,236 tep por millón de guaraníes, mientras que para el año 2011 se redujo a 0,184 tep por millón de guaraníes. Este indicador muestra una tendencia decreciente durante todo el período con una tasa inter anual -1,18%. Comparativamente, la intensidad energética alcanza valores superiores a otros países de la región debido básicamente al alto peso estructural de los productos primarios de la biomasa.

Al igual que en el caso de la intensidad energética primaria, la reducción registrada en la participación porcentual de los productos de la biomasa en la estructura del consumo final de energía ha desempeñado un rol determinante en la reducción de la intensidad energética final.

En particular, la mayor tasa de crecimiento promedio anual en los consumos de energía durante el período 1990-2011 se registró para la energía eléctrica con el 6,6% seguida de los derivados del petróleo con el 4,6% mientras que los consumos de la biomasa alcanzan una tasa promedio anual de crecimiento del -0,4 % lo que evidencia el repliegue progresivo de los consumos de estos energéticos en la composición del consumo final de energía en Paraguay.

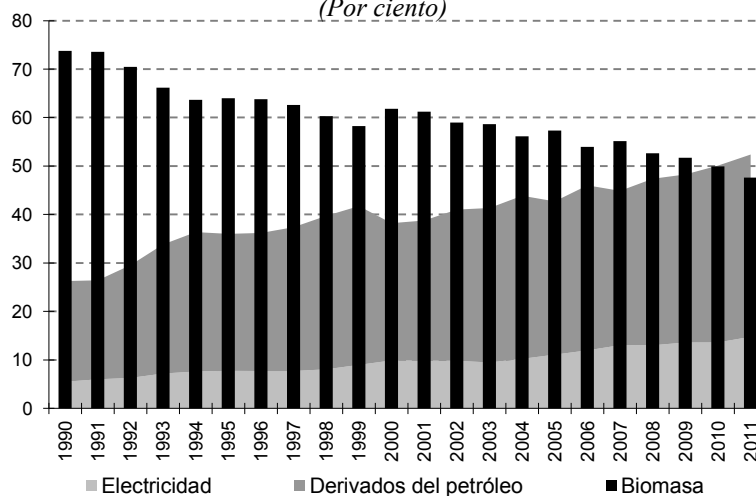
Gráfico 12
Intensidad energética final
(Toneladas equivalentes de petróleo por millón de guaraníes constante de PIB)



Fuente: Base de Indicadores de Eficiencia Energética (BIEE).

En el caso del consumo final de energía, la participación de la biomasa en el consumo final se ha visto reducida a partir de la penetración de la energía eléctrica y de los productos derivados del petróleo, estos dos últimos con niveles de eficiencia marcadamente superior a los productos de la biomasa y sus derivados. La utilización de productos energéticamente más eficientes favorece a un consumo de energía menor por unidad del producto interno bruto.

Gráfico 13
Estructura del consumo final de energía
(Por ciento)



Fuente: Base de Indicadores de Eficiencia Energética (BIEE).

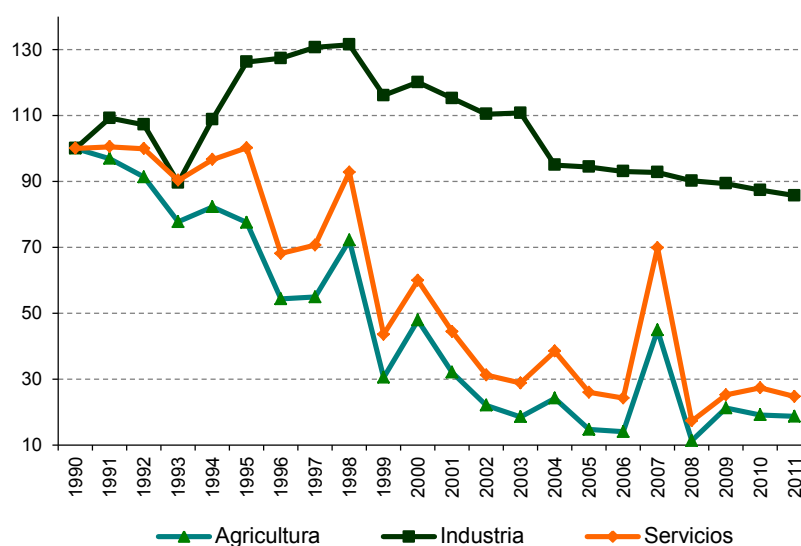
El comportamiento de las intensidades energéticas finales en los principales sectores económicos del país muestra tendencias similares a la registrada a nivel del conjunto de la economía, incluyendo los hogares.

En particular se destaca la reducción en la intensidad energética final en los sectores de la agricultura y los servicios, registrando una reducción mucho más discreta en el caso del sector industria en comparación con los dos citados anteriormente.

El comportamiento descrito es resultado de diferencias en cuanto a los niveles de penetración en el consumo final energético tanto de los productos derivados del petróleo y la electricidad en sustitución de productos de la biomasa y sus derivados que se han registrado en cada uno de estos sectores y que tienen que ver en parte por las características propias productivas de cada uno de ellos y las reconversiones tecnológicas implementadas durante el período.

Otro factor incidente en las diferencias en cuanto a la reducción de la intensidad energética final en el sector de la industria respecto a los sectores de la agricultura y los servicios está dado por los diferentes niveles en cuanto al crecimiento de sus respectivos niveles de producción medidos a partir de sus valores agregados en valores constantes. Efectivamente, mientras que el sector de la industria crece en el período 1990-2011 con una tasa promedio anual del 1,5%, el sector agrícola lo hace según una tasa del 4,6% y el sector de los servicios del 2,3%.

Gráfico 14
Comportamiento de la intensidad energética sectorial
(Por ciento. 1990=100)



Fuente: Base de Indicadores de Eficiencia Energética (BIEE).

IV. Tendencias de la eficiencia energética en el sector energético

En correspondencia con el esquema de la matriz energética nacional, las tecnologías de suministro de energía están prácticamente limitadas a la electricidad y los derivados de la biomasa a partir de la producción de carbón vegetal y alcohol combustible. Los derivados del petróleo se importan en su totalidad desde el año 2006 y no existen otras fuentes de energía primaria que intervengan de manera significativa en el balance nacional.

Casi el 100% de la energía eléctrica generada en Paraguay es producida en centrales hidroeléctricas. El país dispone de 2 centrales hidroeléctricas binacionales (Itaipú, en co-administración con Brasil y Yacyretá en co-administración con Argentina). Dispone además de la central hidroeléctrica de Acaray administrada totalmente por la Administración Nacional de Electricidad (ANDE).

A. ITAIPU Binacional

La Central Hidroeléctrica de Itaipú está localizada en el Río Paraná, en el trecho fronterizo entre el Paraguay y el Brasil, 14 Km al Norte del Puente de la Amistad. El área del proyecto se extiende desde Ciudad del Este, en Paraguay, y Foz de Iguazú, en Brasil al sur, hasta el Salto del Guairá (Paraguay) y Guairá (Brasil), al norte.

La Central Hidroeléctrica de Itaipú, la segunda mayor en operación en el mundo, es un emprendimiento binacional entre el Paraguay y el Brasil en el río Paraná. La potencia instalada de la Central (que corresponde en partes iguales a Brasil y Paraguay al igual que las unidades generadoras y la producción) es de 14.000 MW (megawatts), con 20 unidades generadoras de 700 MW cada una. La producción récord anual fue establecida en el 2013, con 98.630.035 de MWh.

B. Entidad Binacional Yacyretá

Es una central industrial en la que se obtiene electricidad aprovechando el potencial del río Paraná, ubicada en la Isla Yacyretá, próxima al Brazo Principal. La longitud total de la estructura es de 808 metros, con un ancho de aguas arriba a aguas abajo de aproximadamente 80 metros.

La Entidad Binacional Yacyretá se crea en el año 1973 en condiciones igualitarias para ambas partes (Paraguay y Argentina). La obra cuenta con dos vertederos, uno construido en el brazo principal del río Paraná, compuesto de 18 compuertas, y el otro instalado en el brazo Añacú, con 16 compuertas radiales.

C. Central Hidroeléctrica de Acaray

La central de Acaray dispone de 4 unidades generadores, cada uno con una capacidad nominal de 50 MW. La potencia disponible es de 200 MW.

D. Biomasa

El suministro de energía a partir de productos de la biomasa en Paraguay tiene dos flujos diferenciados: el uso final de la biomasa en forma directa sin un proceso previo de transformación y la transformación en derivados para su uso final en los diferentes sectores.

Flujo Energético:

Biomasa como uso directo → Leña

Residuos vegetales

Transformación de la biomasa Leña → Carbón vegetal

Otras (melazas de caña) → Alcoholes

El uso directo de la leña como energético en el sector del consumo final está localizado principalmente en el sector residencial rural y en el sector industria. En el sector residencial rural la leña se emplea principalmente en la cocción de alimentos.

Por otra parte, como las industrias nacionales son, en gran parte, transformadoras de productos agropecuarios, los mayores requerimientos de energía se refieren a necesidades térmicas. Por cuanto muchas de las materias primas contienen desechos combustibles (cascarilla de coco, cascarilla de arroz, bagazo de la caña de azúcar, etc.) los mismos son utilizados para satisfacer los requerimientos de energía de las industrias, debido al bajo costo que ellas representan para las agroindustrias. Asimismo, existe una gran difusión en el uso de calderas alimentadas con leña, así como también es este el combustible utilizado en la producción de cerámica roja y de cal virgen (óxido de Ca). En estos casos, se destaca que debido al hecho de estas industrias ser de pequeño porte y estar diseminadas por el interior del país, la leña ha sido y continúa siendo el principal combustible

En el Paraguay dispone de una diversidad de carboneras destinadas al suministro de carbón vegetal para los diferentes sectores del consumo final. Esta actividad está generalmente en manos de pequeños productores agrícolas. La eficiencia de estos centros de transformación varía según la región, características de la materia prima y del mercado al que está destinado.

La principal planta productora de alcohol carburante es la “Mauricio José Troche”, operada por la empresa estatal PETROPAR. La planta está ubicada en el Municipio de Mauricio J. Troche, a 168 Km. de Asunción y ocupa un predio de 140Has.

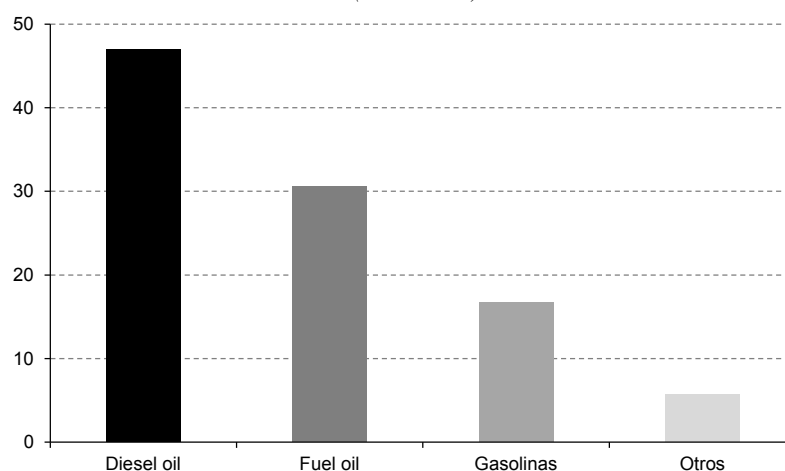
E. Refinación de petróleo crudo

Paraguay dispone de la refinería de Villa Elisa operada por la empresa estatal PETROPAR. Las operaciones en la refinería han ido decreciendo progresivamente hasta el año 2006 en que paralizó totalmente sus operaciones.

En el año 1990, la producción de productos derivados del petróleo en la refinería de Villa Elisa llegó a cubrir el 48,6% de la demanda nacional de derivados del petróleo, llegando incluso a producir excedentes exportables para algunos de sus productos. En el año 2005, último año de operaciones, la producción de la refinería cubrió apenas el 2,8% de la demanda total de derivados del petróleo. A partir del siguiente año toda la demanda de derivados del petróleo en Paraguay es cubierta a partir de las importaciones de estos productos.

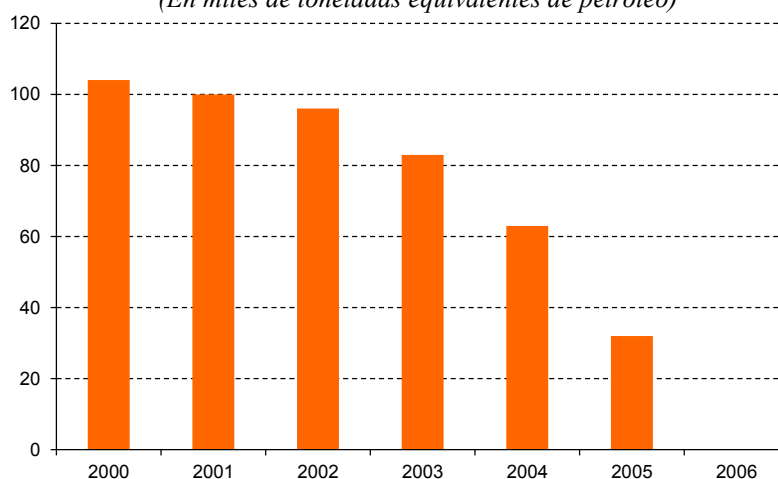
Los niveles de eficiencia promedio en la refinación de petróleo en términos de unidades energéticas durante el período resulta en un 98,6%. La estructura de refinación promedio en los años de operación de la refinería favorece la producción de diesel oil (46,97%) seguida de *fuel oil* (30,57%), gasolinas (16,71%) y otros (5,75%).

Gráfico 15
Estructura promedio de producción en la refinería Villa Elisa
(Por ciento)



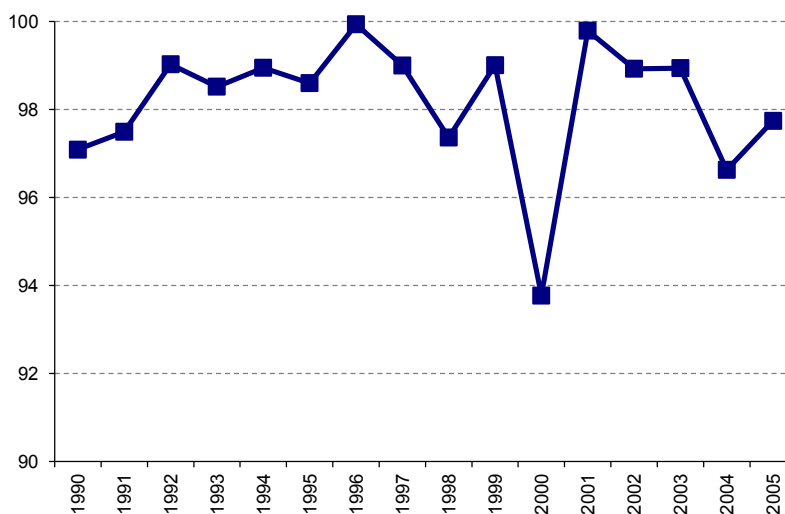
Fuente: Base de Datos SIEN.

Gráfico 16
Producción de derivados del petróleo en la refinería Villa Elisa
(En miles de toneladas equivalentes de petróleo)



Fuente: Base de Datos SIEN.

Gráfico 17
Eficiencia en refinación de petróleo en la refinería Villa Elisa
(Por ciento)



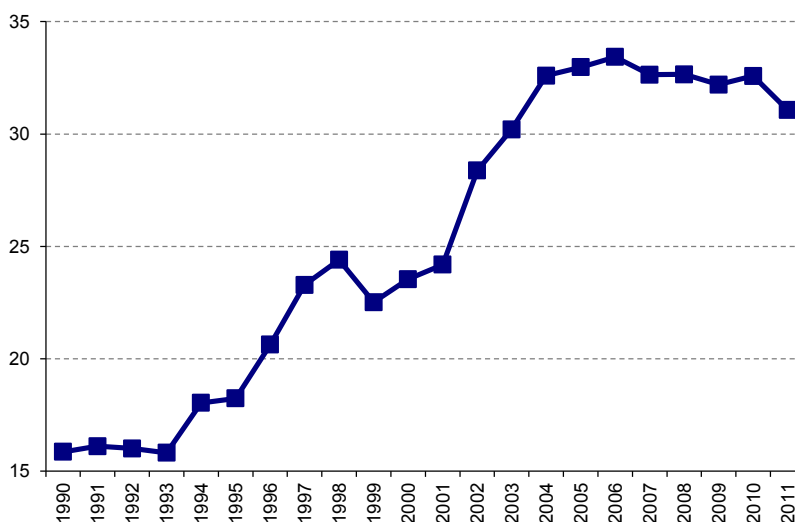
Fuente: Base de Datos SIEN.

F. Transmisión y distribución de energía eléctrica

El índice de pérdidas en transmisión y distribución entre los años 1990-2011 muestra una tendencia creciente en casi todo el período alcanzando un valor máximo (33,4%) para el año 2006. A partir del citado año la tendencia parece invertirse llegando a un valor de 31,1% para el año 2011.

Dentro de las pérdidas contabilizadas en el sistema están incluidas tanto las pérdidas técnicas como no técnicas.

Gráfico 18
Índice de pérdidas eléctricas en transmisión y distribución
(En porcentaje)



Fuente: Base de Datos SIEN.

V. Tendencias de la eficiencia energética en el sector de la industria manufacturera

A. Introducción: objetivos y medidas de política

En el año 2011 el aporte del sector industrial al Producto Interno Bruto del Paraguay fue alrededor del 10% del total del PIB. El valor de este aporte se incrementa hasta un 26% si se compara únicamente con el conjunto de los sectores productores de bienes. Las principales ramas del sector son la producción de carne, la de bebidas y tabacos y la de textiles y prendas de vestir.

El principal uso de la energía en el sector es fuerza motriz, le siguen calor directo y vapor, razón por la cual las acciones a desarrollar en el sector de acuerdo al Plan Nacional de Eficiencia Energética diseñado por el Comité Nacional de Eficiencia Energética están orientadas principalmente a estos tres usos. Estas acciones se sintetizan en:

- Promover la implementación de sistemas de gestión de energía y auditorías energéticas: promover la implementación de sistemas de gestión de energía basados en la norma ISO 50.001 y/o similar. No obstante, para una mejor estimación de los potenciales de eficiencia deberá recurrirse a auditorías energéticas y diagnósticos que permitan obtener datos sobre los potenciales de ahorro en los subsectores y definir indicadores que podrán ayudar a dar seguimiento y evaluar los avances en la implementación de medidas de eficiencia energética y trazar metas a corto, mediano y largo plazo.
- Promover y fomentar la cogeneración: promover disposiciones y programas que contemplen la innovación tecnológica y permitan estudiar los potenciales técnico-económicos para mejorar las ingenierías e incrementar las inversiones de sistemas de cogeneración en este sector y así alcanzar altos niveles de eficiencia energética.
- Fomentar a la asistencia técnica a proyectos: proponer la realización de estudios e implementación de proyectos de eficiencia energética considerando los altos porcentajes de utilización del vapor y calor directo en el sector. Promover la asistencia técnica, cofinanciamientos y capacitaciones visando el ingreso y/o explotación de nuevas fuentes de energía como el gas natural, solar y eólica. Impulsar programas que activen la implementación de proyectos que conlleven un análisis energético (Análisis de Ciclo de Vida) para seleccionar la tecnología disponible más eficiente energéticamente.

- Promover la mejora de la tecnología de equipos y procesos: promover medidas de sustitución y modernización de equipos apoyando la incorporación de nuevas tecnologías específicas y con mayores niveles de eficiencia.

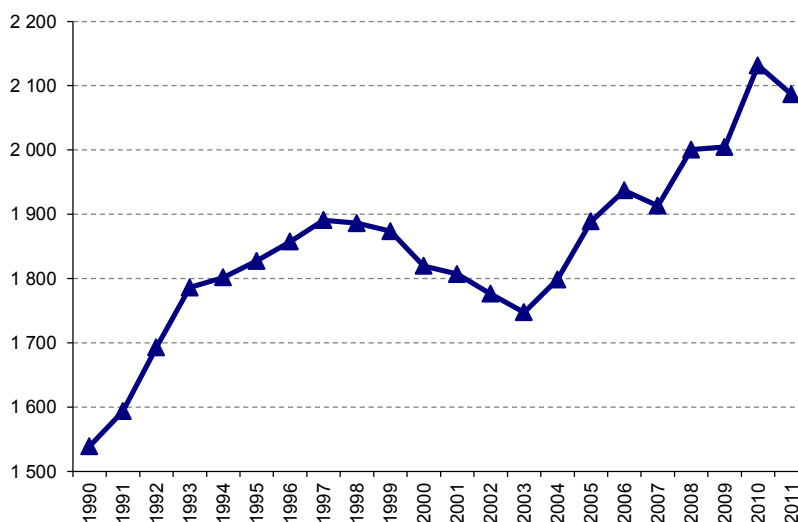
B. Tendencias generales

La economía paraguaya es básicamente agroexportadora y salvo las empresas dedicadas a dar valor agregado a productos agrícolas o pecuarios exportables, la mayoría de las demás industrias y manufacturas producen para el reducido mercado interno. La estrechez del mercado local y la competencia de productos manufacturados importados del exterior limitan severamente el desarrollo de la industria local. El rol del sector industrial en la economía no es muy activo y al año 2000 mostraba tendencia a decrecer: las industrias daban empleo al 13% de la PEA y contribuían apenas con el 14% del PIB del país⁷.

Asunción y algunas ciudades del área metropolitana albergan aproximadamente el 60% de las industrias del país. En la región este, Alto Paraná e Itapúa están localizados otro 15%, de tal modo que las tres cuartas partes del parque industrial del Paraguay se concentran en tres departamentos y en la capital del país⁸.

Sin embargo, en este último tiempo el sector industrial se encuentra en franco desarrollo, motivo por el cual se busca absorber laboralmente el alto aumento de la población y aumentar el ingreso per cápita al mismo tiempo, logrando así un desarrollo sostenido de la industria.

Gráfico 19
Valor agregado a precios constantes de mercado de las actividades
del sector industria
(En miles de millones de guaraníes constante)



Fuente: Banco Central del Paraguay.

⁷ Estudio sobre el Desarrollo Económico del Paraguay-EDEP. "Eficacia Dinámica para Enaltecer al País". Agencia de Cooperación Internacional del Japón-JICA. Año, 2000.

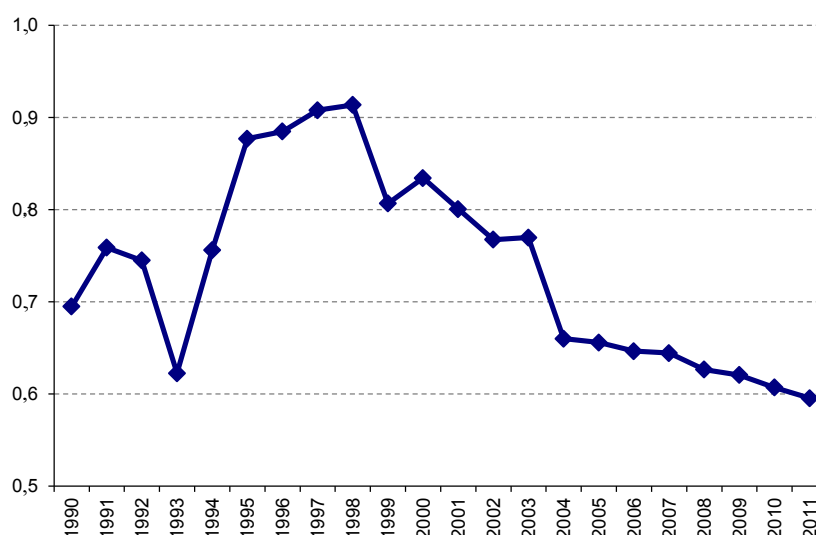
⁸ Ídem 7.

El VA del sector Industria presenta un leve decrecimiento entre los años 1997 y 2002 de disminuyendo de 1.891 a 1.776 miles de millones de guaraníes en ese periodo de tiempo, sin embargo, este comportamiento se ve alterado a partir del año 2002, donde el VA comienza a acrecentarse, tomando inclusive un salto a partir del año 2009, llegando al valor de 2.086 miles de millones de guaraníes para el año 2011.

Con respecto al consumo, al año 2011, el consumo del sector Industria fue el tercer sector en importancia en el consumo neto de energía, representando el 27% del consumo nacional. En ese sentido, los residuos de procesos aportaron el 44% del consumo neto del sector y el 34% del útil; mientras que la leña el 38% y 45% respectivamente neto y útil. Es decir que el 82% del consumo neto del sector lo proveen estas dos fuentes⁹.

La intensidad energética sectorial aumenta entre los años 1993 a 1998, incrementándose desde 0,69 a 0,91 tep por millón de guaraníes. A partir de ese año, y con la penetración de la energía eléctrica y carbón vegetal consumida en reemplazo de la leña, fuente energética con menores rendimientos en el uso final, la intensidad energética fue decreciendo hasta llegar al valor de 0,59 tep por millón de guaraníes en el año 2011. Este comportamiento también es consecuencia de la tendencia creciente en el Valor Agregado del sector en el periodo estudiado.

Gráfico 20
Intensidad energética del sector industria
(En tep por millón de guaraníes constante)

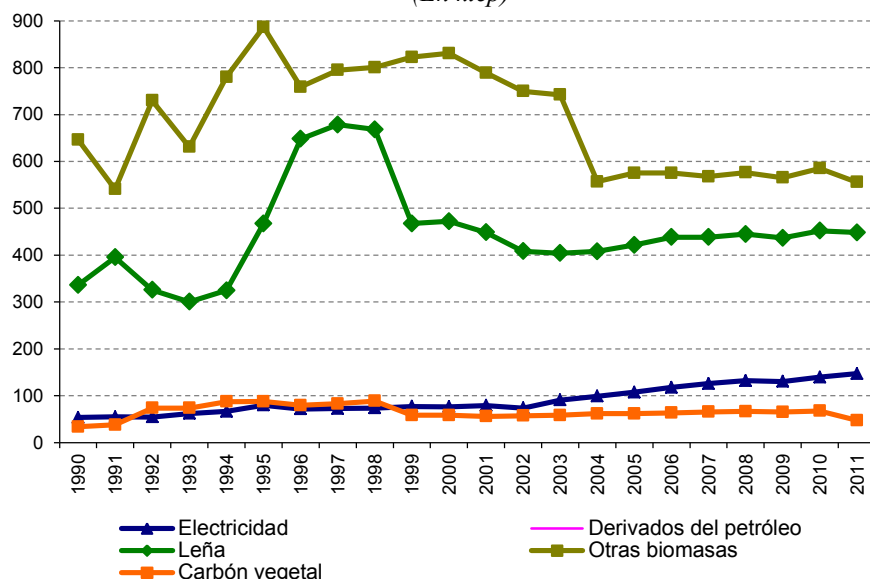


Fuente: Base de Indicadores de Eficiencia Energética (BIEE).

Con respecto a las fuentes, se puede notar que el sector Industria presenta una alta dependencia de las fuentes con base en biomasa. Se puede observar que desde el año 1993 al año 1999, la utilización de la fuente leña, derivados de biomasa y carbón vegetal presentan un incremento del orden del 35%. A partir del año 2000, se observa un decrecimiento en el consumo de la leña y de las otras fuentes de biomasa, manteniéndose un decrecimiento estable a partir de este tiempo en una tasa del 2% año a año. Este decrecimiento brinda la posibilidad de que sean introducidos procesos de producción industrial con fuerte base en la electricidad, lo cual hace que la producción sea abastecida por una fuente con mayor rendimiento energético.

⁹ Balance Energético Nacional de Energía Útil para la República del Paraguay para el año 2011. Fundación Bariloche, Parque Tecnológico Itaipú - Paraguay, Itaipú Binacional. Año, 2013.

Gráfico 21
Participación de las fuentes en el consumo del sector industria
(En ktep)



Fuente: Base de Indicadores de Eficiencia Energética (BIEE).

La principal fuente consumida en el año 2011, en términos de energía neta son las fuentes primarias relacionadas a biomasa, como los residuos de biomasa y la leña, los cuales representan el 81,9% del total de fuentes utilizadas. La electricidad, ocupa el tercer lugar en el consumo neto industrial, representando el 9,9% del total.

C. Análisis por rama de actividad

Entre las ramas de producción presentadas en la tabla siguiente, resalta el hecho de que los principales subsectores consumidores de energía neta, en el año 2011, fueron resto alimenticias (49% del consumo neto sectorial) y no metálicos (25%). El resto de los subsectores tiene participaciones iguales o menores al 6%.

De estos sectores, y como fuera descrito en la sección anterior, la principal fuente energética utilizada en el sector industrial corresponde a la biomasa, en particular la leña y sus derivados como residuos y su transformación de carbón vegetal. Por lo que analizando esta fuente en particular, se tendrá una idea clara de cómo el consumo de esta fuente fue modificándose en el tiempo y cómo esta variación influyó en el consumo de otras fuentes.

Con respecto a la actividad del subsector resto alimenticias, éste ha comportado un crecimiento constante a lo largo del tiempo, incrementando gradualmente el PIB en este rubro y presentando un crecimiento sostenido. Con respecto al segundo subsector de mayor consumo —el subsector de no-metálicos—, el mismo no presenta variaciones importantes a lo largo de este tiempo. Cabe aclarar que el principal consumidor del subsector no-metálicos es la producción de cemento.

Para el año 2011, el principal uso de la energía es fuerza motriz, con el 42% del consumo neto sectorial; le siguen calor directo (31%) y vapor (25%). Es de mencionar la alta incidencia del consumo de bagazo en fuerza motriz de la industria azucarera, de no existir este consumo alteraría sustancialmente la estructura del consumo por usos del sector.

Cuadro 3
Participación de las fuentes de energía por subsectores
del sector industria, 2011
(En porcentajes)

Subsectores	GL	GM	DO	FO	CM	LE	CV	RB	EE	Total
Frigoríficos	0,6		0,3	0,4		6,1		0,1	5,1	2,9
Resto alimenticias	45,2		6,2			11,9	0,4	96,1	24,4	49,0
Bebidas y tabaco			5,1			3,4			5,9	1,9
Textil y cuero	1,0	2,6	0,1			13,2			9,1	6,0
Papel e imprenta	0,5	30,5	6,9			11,4		0,7	11,2	5,8
Madera y muebles	33,2	8,3	1,0			5,8		0,1	3,5	2,7
Química, caucho y otras	15,4	58,5	18,9					0,6	13,6	1,7
No metálicos			54,2	99,6		48,1		2,4	21,1	25,3
Metales	0,1		6,7		100,0	0,1	99,6		2,4	4,4
Otras manufacturas	4,0		0,7						3,8	0,4
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: Balance Energético Nacional de Energía Útil para la República del Paraguay para el año 2011.

Nota: GL: Gas licuado de petróleo; FO: Fuel oil; CV: Carbón vegetal; GM: Gasolina de motor; CM: Carbón mineral; RB: Residuos de la biomasa; DO: Diesel oil; LE: Leña; EE: Energía eléctrica.

Debido a que el sector industria se trata de un sector de reciente expansión, en general, no se presentan medidas de eficiencia energética. En ese sentido, las medidas de eficiencia energética deberían orientarse principalmente a estos tres usos.

La principal fuente consumida en el año 2011, en términos de energía neta son las fuentes primarias relacionadas a biomasa, como los residuos de biomasa y la leña, representando el 81,9% del total. La electricidad, ocupa el tercer lugar en el consumo neto industrial, representando el 9,9% del total.

VI. Tendencias de la eficiencia energética en el sector transporte

A. Introducción: objetivos y medidas en el sector transporte

En el año 2011 el sector transporte consumió 1.609,6 ktep de energía (incluyendo lubricantes), que representa aproximadamente el 36% del consumo final de energía a nivel nacional. El 68% del consumo final de energía en el sector corresponde al combustible diesel, seguido de la gasolina de motor con aproximadamente el 23% del total consumido. A partir del año 2005, último año de operaciones de la refinería de petróleo en Paraguay, todos los derivados de petróleo consumidos en el país son importados.

Excepto las gasolinas de alto octanaje (97 o superior), el resto de las que se comercializan en las estaciones de servicio del país tienen mezcla de alcohol. Las mezclas de alcohol en gasolina en la actualidad llegan hasta un 25%. El uso del alcohol en mezcla con gasolina se intensificó a partir del año 2005.

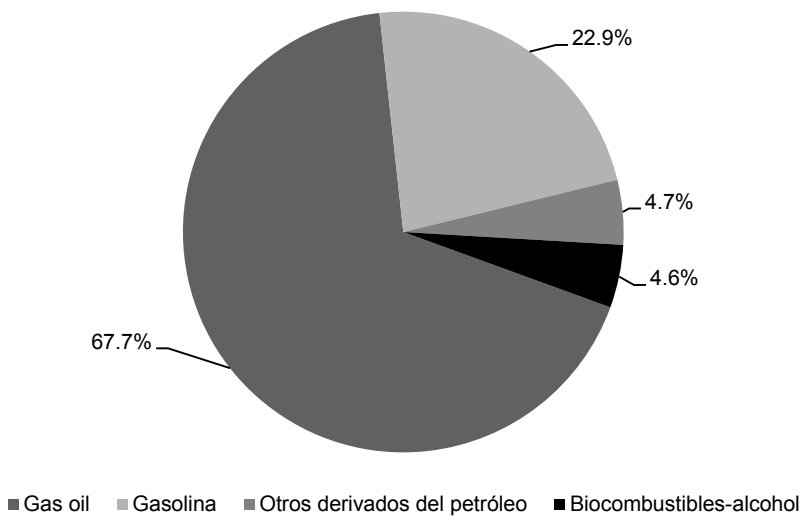
Según los datos obtenidos en el Balance Energético Nacional en Energía Útil 2011, el 83% del parque vehicular en Paraguay corresponde al transporte de pasajeros y el 17% al transporte de cargas. La estructura del transporte de pasajeros está compuesta por un 50% de automóviles, 34% de motocicletas y un 14% de camionetas 4x4. Por su parte, los ómnibus y los mini buses, representan tan sólo el 2% del parque vehicular destinado al transporte de pasajeros. En lo que respecta al transporte de cargas, el 58% corresponde a camionetas de uso comercial, el 34% a camiones y el 8% a tracto camiones.

Las acciones a desarrollar en el sector del transporte de acuerdo al Plan Nacional de Eficiencia Energética diseñado por el Comité Nacional de Eficiencia Energética apuntan a mejorar la operación en el transporte de carga y pasajeros, la disminución del consumo de combustible y la emisión partículas contaminantes al medio. Estas acciones se sintetizan en:

- Promover la renovación del parque automovilístico liviano y mejora de la infraestructura del sistema de transporte.
- Optimizar la eficiencia de operación del parque de vehículos de transporte de pasajeros y vehículos pesados.
- Fomentar tecnologías más eficientes en el parque de vehículos pesados.

- Fomentar la introducción de alternativas más eficientes en el parque de vehículos.
- Fomentar los biocombustibles, respetando aspectos ambientales y de inclusión social.
- Iniciación a la movilidad eléctrica.
- Promover la modernización y electrificación en el transporte de carga y pasajeros.

Gráfico 22
Estructura del consumo de energía en el sector transporte, 2011
(En porcentajes)



Fuente: Base de Indicadores de Eficiencia Energética (BIEE).

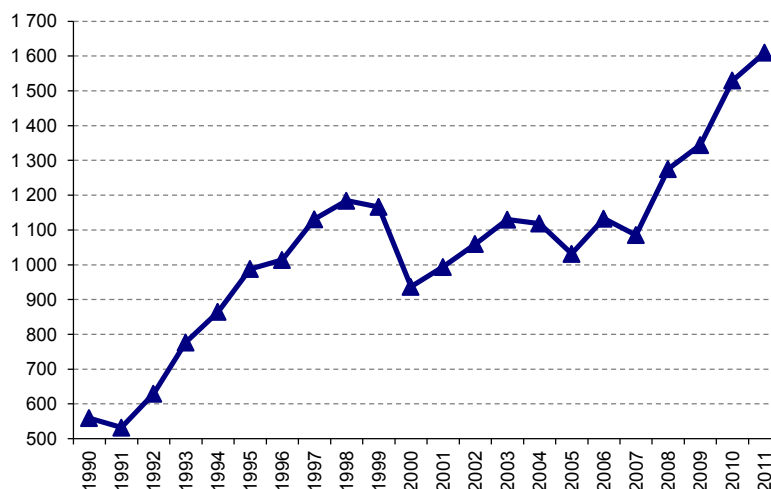
B. Tendencias del consumo de energía

El consumo de energía en el sector transporte se caracteriza por una tendencia al crecimiento que se manifiesta por tasas promedio anual positivas en los últimos 5 años del período y que entre los años 2008-2007 llegó al 14% de crecimiento.

La intensidad energética en el sector del transporte creció en el año 2011 en un 56,8% respecto a la registrada en el año 1990, manifestando tasas variables de crecimiento respecto al año 1990 durante todo el período con valores máximos que alcanzaron por encima del 60% entre los años 1997-1999.

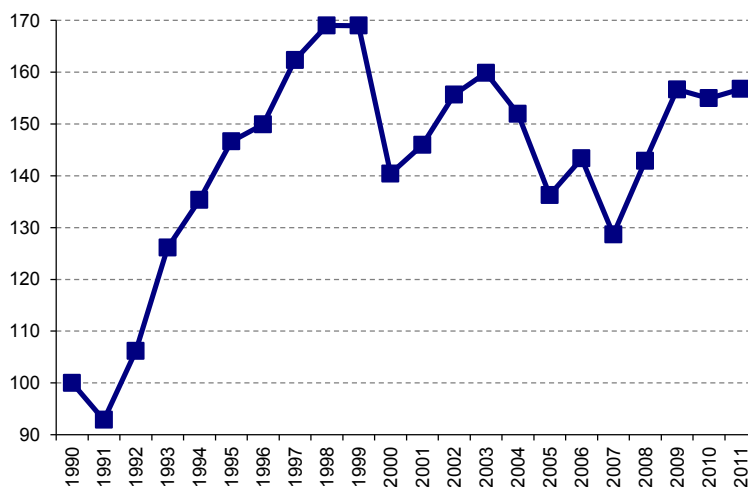
El consumo de diesel en el transporte, principal combustible utilizado en el sector, tuvo una tasa de crecimiento positiva durante todo el período, presentando un ligero decrecimiento entre los años 2004 a 2007, para luego mantenerse casi estancado en los últimos años. Por su parte, el consumo de gasolina presenta un claro aumento hacia el final del período lo que está relacionado con el aumento de importaciones de vehículos movidos a gasolina y a la masiva industrialización referente a la producción y posterior venta de motocicletas en el parque automotor. El consumo de biocombustibles, específicamente alcohol destinado a las mezclas con gasolina de motor, se cuadruplicó en el año 2011 respecto a los niveles del año 1990.

Gráfico 23
Consumo total del sector transporte
(En ktep)



Fuente: Base de Indicadores de Eficiencia Energética (BIEE).

Gráfico 24
Intensidad energética del sector transporte
(Por ciento. 1990=100)

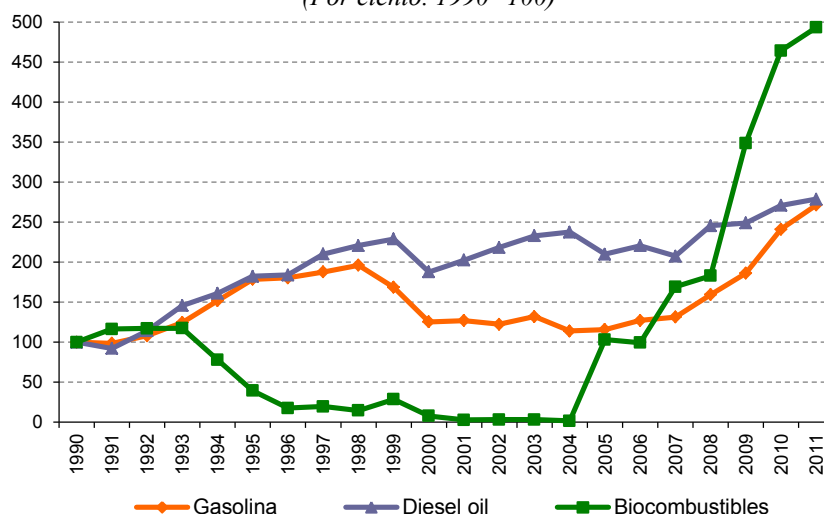


Fuente: Base de Indicadores de Eficiencia Energética (BIEE).

Dentro de los otros derivados del petróleo que se consumen en el sector transporte se encuentra el gas licuado de petróleo. La participación de este energético en la estructura total de consumo del sector es muy baja en comparación con la gasolina de motor y el combustible diesel. Respecto al comportamiento en el consumo de GLP en el período analizado se observa que el mismo no ha sufrido variaciones significativas en el último periodo del tiempo. Durante la etapa de mayor demanda de este combustible, la mayoría de los vehículos que lo utilizaban fueron los taxis.

El otro de los combustibles consumido por el sector de transporte es el *jet fuel*, empleado en el transporte aéreo. Por las características del transporte aéreo en Paraguay prácticamente la totalidad de las cantidades reportadas como consumo corresponden a las ventas de este combustible a las aeronaves que realizan vuelos internacionales el Paraguay.

Gráfico 25
Comportamiento del consumo por tipo de los principales energéticos
en el sector transporte
(Por ciento. 1990=100)



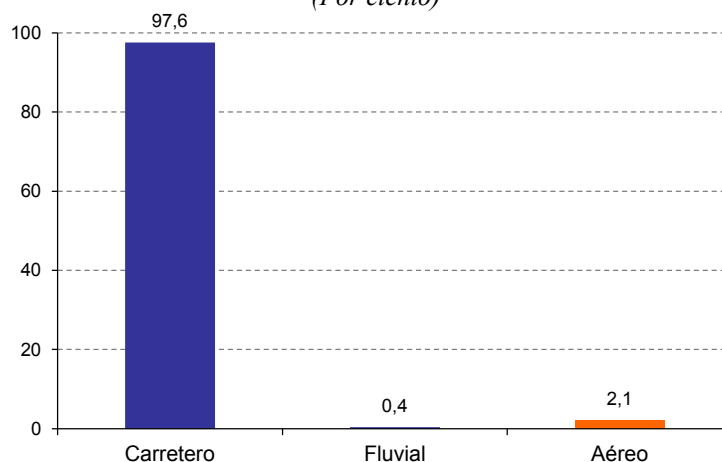
Fuente: Base de Indicadores de Eficiencia Energética (BIEE).

C. Consumo unitario por modo

El transporte carretero es el principal modo de transporte en Paraguay seguido del transporte fluvial. Desde hace ya algunos años el transporte por ferrocarril es nulo o casi nulo. El modo carretero es el que ha manifestado un mayor crecimiento y participación durante el período.

En el año 2011 del consumo total en el modo carretero, el 65,4% corresponde a diesel, seguido por la gasolina de motor con el 27,5%, por el alcohol en tercer lugar con el 5,7% y por último el GLP con el 1,4%. El 59,4% del consumo de energía del carretero corresponde al transporte de pasajeros y el 40,6% al de cargas. El medio de locomoción que mayor peso presenta sobre el consumo total del carretero corresponde a los automóviles con el 30,4%.

Gráfico 26
Consumo por modo en el sector transporte, 2011
(Por ciento)



Fuente: Balance Energético Nacional en Energía Útil (BEU).

VII. Tendencias de la eficiencia energética en el sector residencial

A. Tendencias del consumo de energía

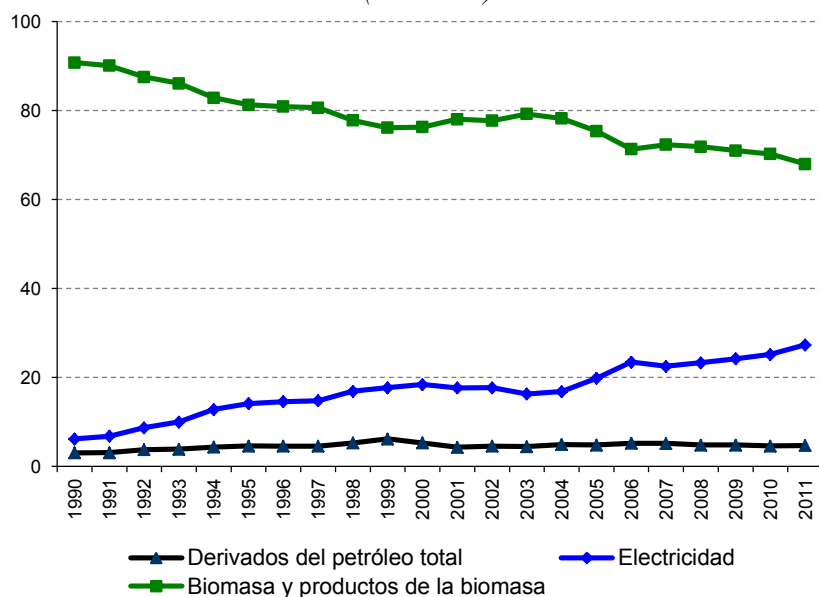
El sector residencial en Paraguay se caracteriza por el alto consumo de productos de la biomasa como la leña y el carbón vegetal, consume además gas licuado de petróleo y electricidad. Los consumos de otros energéticos son marginales. En los primeros años del período analizado el sector residencial llegó a alcanzar alrededor del 45% del consumo final total del país. Su participación dentro de la estructura final a nivel nacional fue perdiendo protagonismo por el avance en los consumos energéticos en sectores tales como el transporte, la industria y otros.

En el año 1990 el consumo total de energía en el sector residencial fue de 1.369,5 ktep, representado por la fuerte y principal participación de la biomasa con el 90,8% de participación, seguido por la electricidad con el 6,2% y el resto básicamente gas licuado de petróleo. Para el año 2011 la estructura referida se modificó significativamente a partir de un proceso de sustitución de productos de la biomasa (que caen hasta un 68,0% en su participación estructural) en favor básicamente de la electricidad (que incrementa su participación estructural hasta el 27,3%). La participación del gas licuado de petróleo se incrementa ligeramente respecto al año 1990.

Además de los energéticos mencionados, el sector residencial consume pequeñas cantidades de residuos de biomasa que se componen principalmente de desechos de embalajes de madera y de cartón y residuos de carpinterías y aserraderos como sobrantes de madera y aserrín.

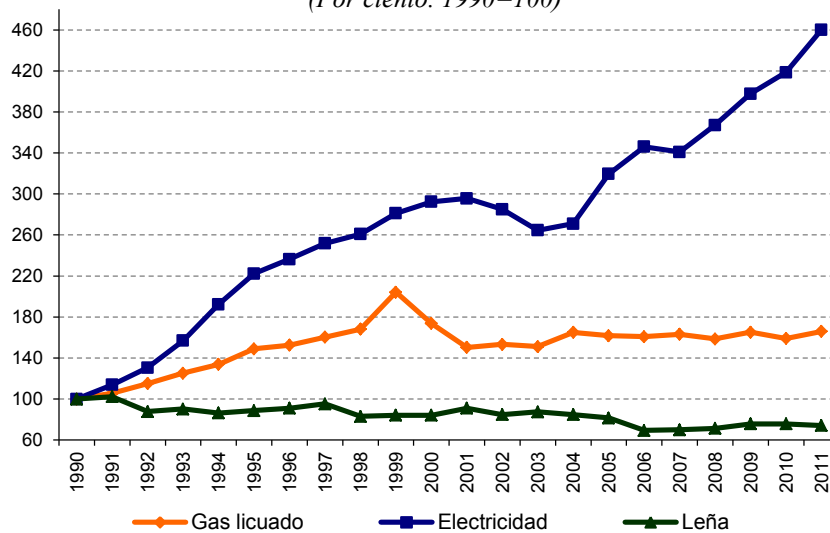
Dado que el número de hogares electrificados y el uso de los artefactos eléctricos en los mismos van en crecimiento durante todo el período, ello resultó en un incremento sostenido de la demanda de energía eléctrica en el sector la que pudo ser satisfecha a partir de los excedentes en generación en las centrales hidroeléctricas.

Gráfico 27
Evolución de la estructura del consumo total de energía
en el sector residencial
(Por ciento)



Fuente: Base de Indicadores de Eficiencia Energética (BIEE).

Gráfico 28
Comportamiento del consumo según los principales energéticos
en el sector residencial
(Por ciento, 1990=100)



Fuente: Base de Indicadores de Eficiencia Energética (BIEE).

B. Consumo por usos finales

El principal uso de la energía consumida en los hogares paraguayos en términos de energía final es la cocción de alimentos, notablemente por encima de otros usos como el calentamiento de agua, la conservación de alimentos, la refrigeración y ventilación, iluminación y otros.

En el año 2011 alrededor del 60% del consumo final de energía en los hogares estuvo destinado a la cocción de alimentos, actividad con una fuerte presencia de los productos de la biomasa básicamente leña y en segundo lugar el carbón vegetal. Este valor resulta notoriamente alto en particular, si se compara con otros países de la región y en parte está determinado por la generalizada utilización de leña y carbón vegetal, fuentes de muy baja eficiencia, para preparar las comidas. El proceso de sustitución de la leña para la cocción de alimentos por otros energéticos más eficientes como el gas licuado de petróleo y electricidad han incidido en que en los últimos años los hogares paraguayos requieran una menor cantidad de energía para el uso en la cocción de sus alimentos.

La energía eléctrica representó en el año 1990 apenas el 0,5% de la energía final total destinada por los hogares en la cocción de alimentos. En el año 2011 esta participación se elevó hasta el 2,2% de la energía total empleada en este uso final. En términos de energía útil, la participación de la energía eléctrica en la cocción de alimentos alcanzó el 9,3% de participación.

Como se mencionó, la leña es el energético con mayor participación en la cocción de alimentos en los hogares con valores que alcanzan el 67% de participación en el año 2011. Los principales consumos de leña ocurren en los hogares rurales de bajos y medios ingresos y también, en menor medida, en los hogares urbanos de bajos ingresos. En el año 2011 el consumo de leña para la cocción de alimentos en los hogares rurales alcanzó un 86% del total de energía final consumida en este uso.

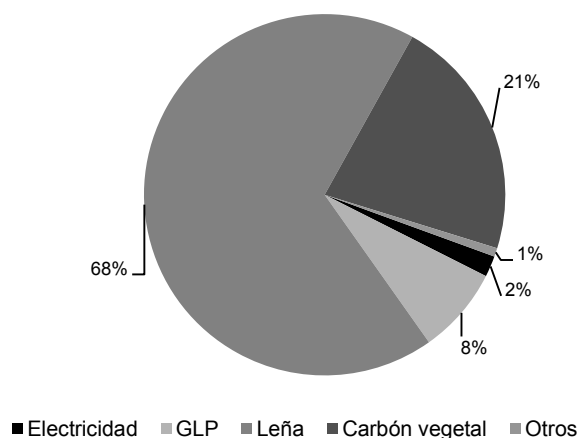
Después de la leña y con una diferencia notable respecto en participación en la estructura del consumo final de energía en los hogares se encuentra el carbón vegetal, que para el año 2011 alcanzó un 22% de participación. El consumo de carbón vegetal en la cocción está localizado básicamente en el sector urbano. En el sector rural la participación de esta fuente en la cocción alcanza apenas el 9% del consumo final total en la cocción.

Después de la cocción de alimentos le sigue con mucho menor peso el uso de la energía en el calentamiento de agua con una participación aproximada del 15% respecto al total de la energía final consumida en los hogares. Al igual que en la cocción de alimentos, los productos de la biomasa como la leña y el carbón vegetal son los principales energéticos consumidos para el calentamiento de agua, alcanzando en torno del 65% de participación dentro de la energía total consumida en este uso durante el año 2011.

Resulta notable la diferencia entre la composición del consumo de energía para el calentamiento de agua entre los hogares urbanos y los hogares rurales. En el año 2011 el consumo de energía para calentamiento de agua en los hogares urbanos estuvo compuesto por un 52,4% por productos de la biomasa y casi un 45% por energía eléctrica. En el caso de los hogares rurales, la participación de los productos de la biomasa alcanza hasta un 81% del total mientras que la energía eléctrica queda relegada a una participación de apenas el 19%.

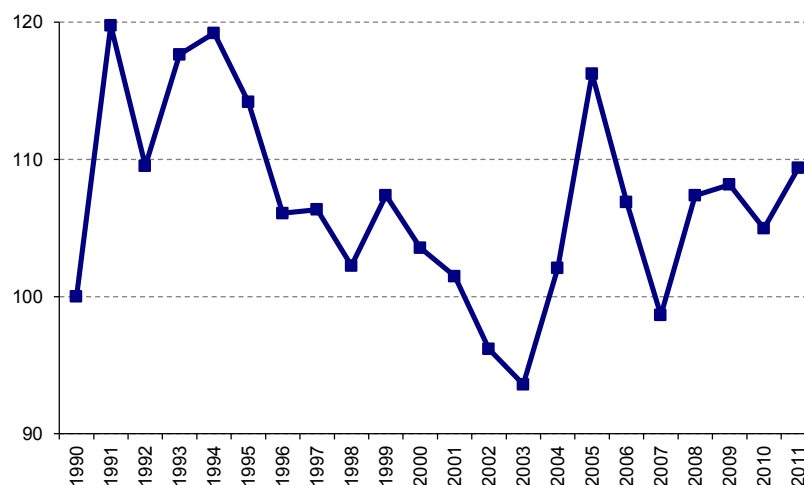
Aproximadamente el 18% de la energía final consumida por los hogares en el año 2011 corresponde a energía eléctrica para usos específicos de la electricidad, entre ellos, iluminación, conservación de alimentos, refrigeración y ventilación de ambientes, etc.

Gráfico 29
Estructura del consumo final en la cocción de alimentos
en el sector residencial, 2011
(En porcentajes)



Fuente: Balance de Energía Útil 2011.

Gráfico 30
Comportamiento del consumo en calentamiento de agua
en el sector residencial
(Por ciento. 1990=100)



Fuente: Base de Indicadores de Eficiencia Energética (BIEE).

C. Aparatos eléctricos domésticos

Además del consumo en la cocción de alimentos, la Electricidad está presente en muchos otros usos en el hogar, entre los que se pueden citar la iluminación, conservación de alimentos, refrigeración y ventilación, bombeo de agua y otros artefactos. Gran parte de estos usos requieren de la disponibilidad en el hogar del equipamiento eléctrico requerido.

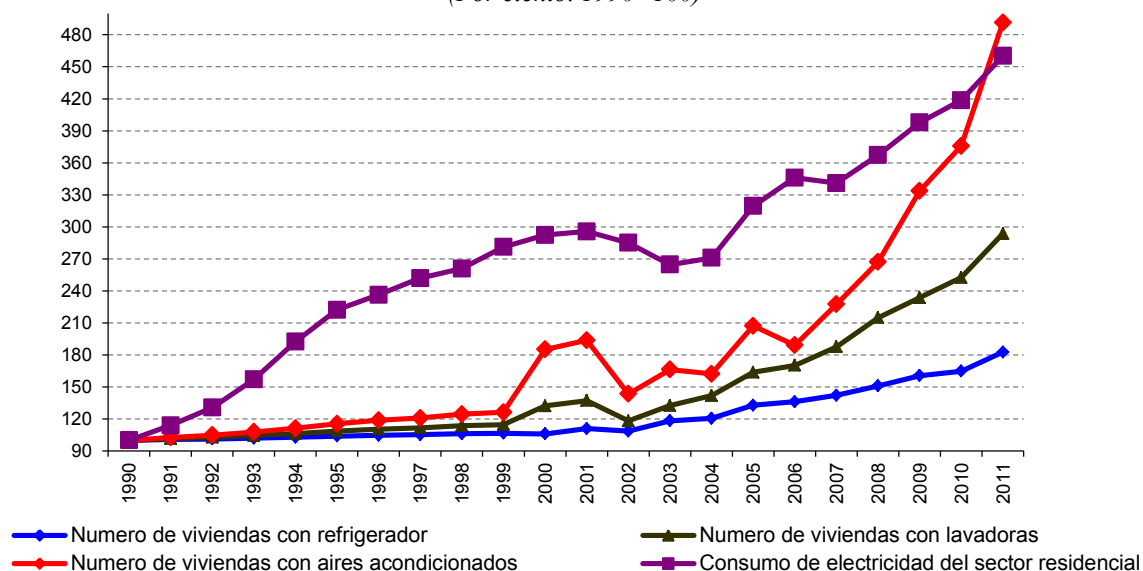
Cuadro 4
Hogares por área de residencia, según tipo de bien duradero con que cuentan, 2011
(En porcentajes)

	Total	Urbano	Rural
Televisor	91,0	96,7	82,4
Heladera	84,8	92,8	72,8
Máquina lavarropas	68,8	78,9	53,5
Video/DVD	49,8	59,4	35,3
Termo calefón	12,1	16,9	4,8
Acondicionador de aire	27,8	40,3	9,0
Horno microondas	20,0	28,5	7,1
Horno eléctrico	31,9	39,8	20,1

Fuente: Base de Indicadores de Eficiencia Energética (BIEE) / Encuesta Permanente de Hogares DGEHC.

La tendencia creciente en la tenencia de equipos electrodomésticos en los hogares marca la pauta durante el período 1990-2011. Esta tendencia se refleja claramente en el crecimiento del consumo de energía eléctrica. El uso de equipos con mayor eficiencia energética es uno de los objetivos de la política energética nacional a fin de mitigar el efecto sobre la demanda de energía eléctrica que significa una mayor disponibilidad de estos equipos en los hogares paraguayos.

Gráfico 31
Tenencia de equipos y consumo de electricidad en el sector residencial
(Por ciento. 1990=100)



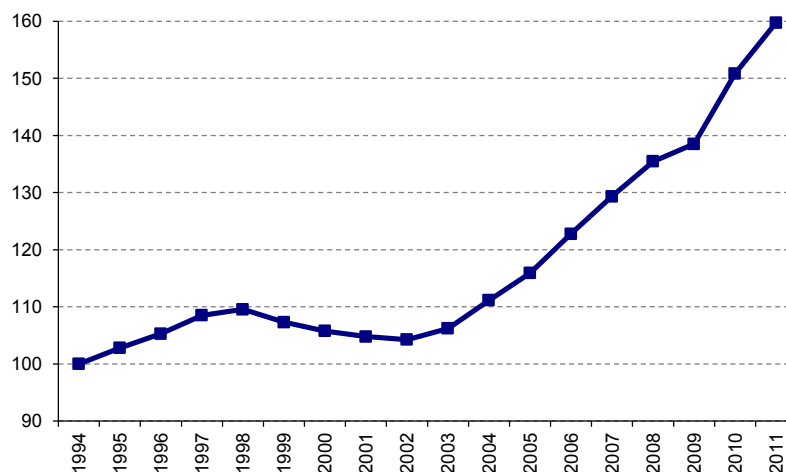
Fuente: Base de Indicadores de Eficiencia Energética (BIEE).

VIII. Tendencias de la eficiencia energética en el sector servicios

A. Tendencias generales

El valor agregado en términos de moneda nacional constante del sector de los servicios (donde se incluye además comercial y público) durante el período 1994-2011 manifestó una tendencia creciente.

Gráfico 32
Evolución del valor agregado del sector servicios en moneda nacional constante
(Por ciento. 1990=100)



Fuente: Banco Central del Paraguay (BCP).

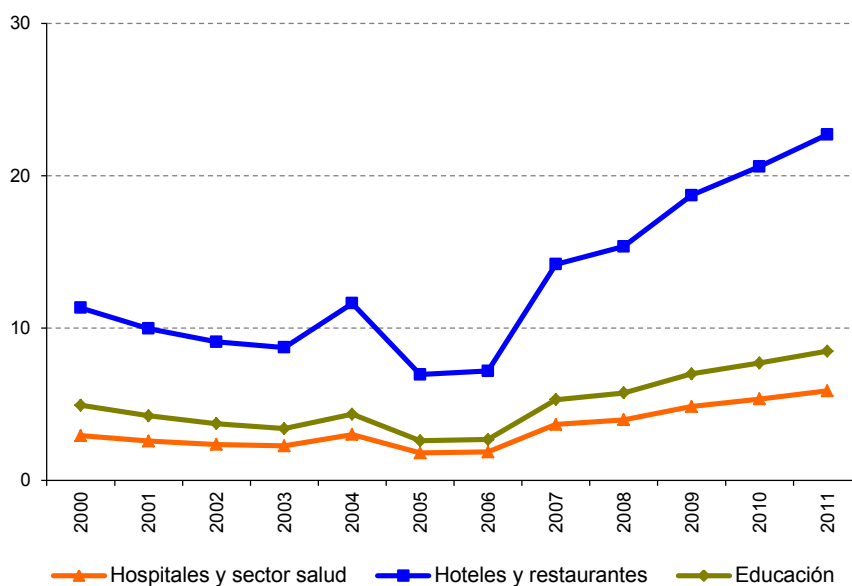
El sector de los servicios consumió en el año 2011 un total de 238,67 ktep de energía final. En su composición estructural, el consumo de este sector se constituye en casi un 96% de energía eléctrica, seguido del gas licuado de petróleo con alrededor del 2% del total.

El principal uso de la energía en el sector es el de refrigeración y ventilación de ambientes, seguido de conservación de alimentos.

B. Tendencias por rama de actividad

La evolución de los consumos en el período 2000-2011 en prácticamente todas las actividades económicas incluidas en el sector muestra una tendencia creciente como resultado de la mayor participación del sector en la economía nacional y la dinámica positiva del mismo. Se destaca en este sentido las actividades de hoteles y restaurantes.

Gráfico 33
Evolución del consumo de energía en actividades seleccionadas
(En ktep)



Fuente: Base de Indicadores de Eficiencia Energética (BIEE).

IX. Tendencias de la eficiencia energética en el sector agricultura y pesca

A. Tendencias generales

Históricamente el sector agrícola de Paraguay es un componente estratégico para el desarrollo del país. En el año 2011 el sector tuvo una contribución positiva del 1,4% en la evolución del PIB de este año. Cabe destacar, que las condiciones climáticas fueron favorables durante la campaña agrícola 2010/2011, ejerciendo esto un efecto positivo en el rendimiento de los principales rubros agrícolas.

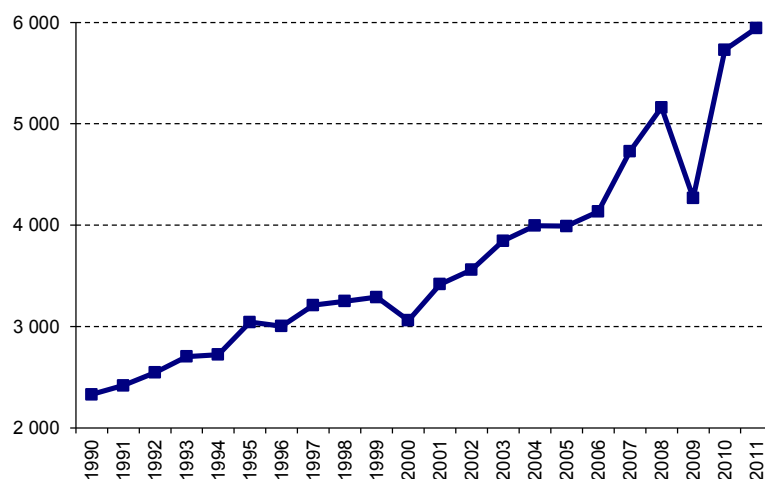
En particular en el año 2011, la producción de soja se estimó en 8.309.793 toneladas, superior en 11,4% a la cantidad cosechada durante el año 2010, con aumento tanto del rendimiento y la superficie cultivada en 5% y 6%, respectivamente. El maíz registró un incremento del 7,6% en la cantidad producida, mientras que las producciones de la caña de azúcar, del trigo y del arroz registrarían incrementos del orden del 4,1%, 4,4% y del 29,5%, respectivamente, comparados con la campaña anterior. Por su parte, el cultivo de algodón, a diferencia del año anterior, verificó un importante aumento de la superficie cultivada, aumentando en consecuencia la producción en 103,3% con respecto a la temporada algodонера anterior.

La agricultura tiene un rol importante en los productos exportables del Paraguay. Los principales productos de exportación son la fibra de algodón, grano de soja y aceites, los cuales han sufrido un considerable aumento en las últimas décadas, debido principalmente a la expansión de la frontera agrícola a expensas de tierras dedicadas a la explotación forestal, lo que produjo graves consecuencias negativas para el ambiente, para la economía y para la calidad de vida de todos los paraguayos.

El consumo de energía en el sector se caracteriza por una fuerte componente de la leña y residuos agrícolas y forestales, que en el año 2011 alcanzó alrededor del 67% del total consumido, seguido por la electricidad y los derivados del petróleo.

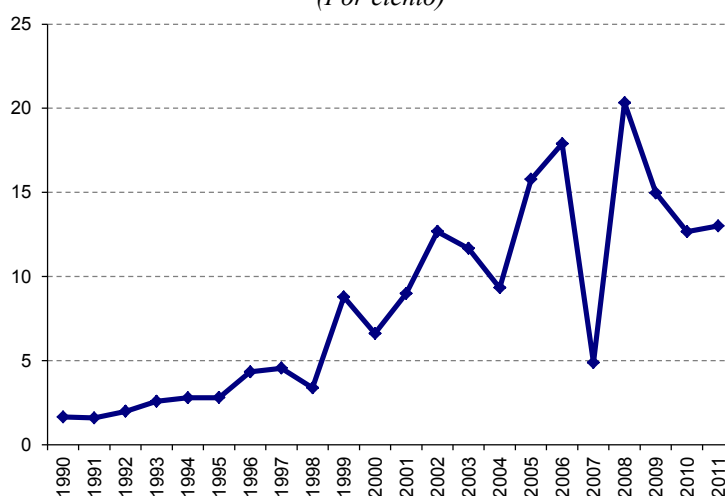
Históricamente, el consumo de energía en el sector ha mantenido una tendencia relativamente estable, con una clara penetración de la energía eléctrica en la composición del mismo. En el año 1990 la electricidad representó el 1,6% del consumo final de energía en el sector, proporción que en el año 2011 se elevó al 13%. Lo anterior ha significado un repliegue en cuanto a la participación de los productos derivados del petróleo y los productos de la biomasa en la composición del consumo final de energía.

Gráfico 34
Valor agregado a precios constantes de mercado de las actividades
de la agricultura y la pesca
(En miles de millones de guaraníes constante 1994)



Fuente: Banco Central del Paraguay (BCP).

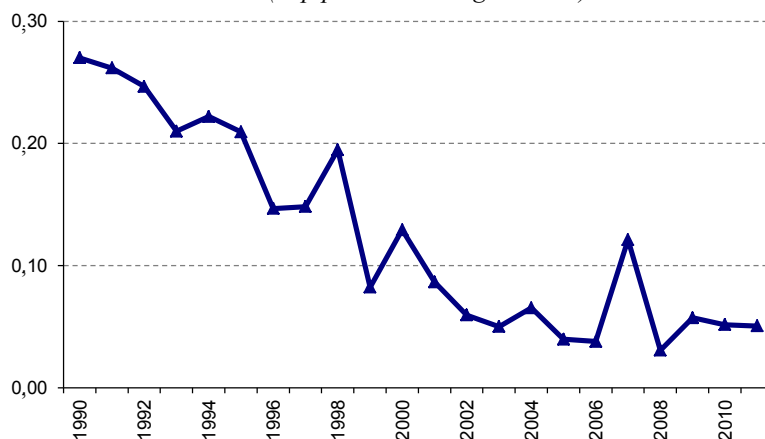
Gráfico 35
Participación de la electricidad en el consumo final total
de la agricultura y la pesca
(Por ciento)



Fuente: Base de Indicadores de Eficiencia Energética (BIEE).

La intensidad energética sectorial decrece del 0,270 tep por millón de guaraníes en el año 1990 hasta 0,051 tep por millón de guaraníes en el año 2011. Este comportamiento es consecuencia de la tendencia creciente en el valor agregado del sector en el período 1990-2011 y la penetración de la energía eléctrica consumida en reemplazo de otros energéticos con menores rendimientos en el uso final.

Gráfico 36
Intensidad energética en la agricultura y la pesca
(Tep por millón de guaraníes)



Fuente: Base de Indicadores de Eficiencia Energética (BIEE).

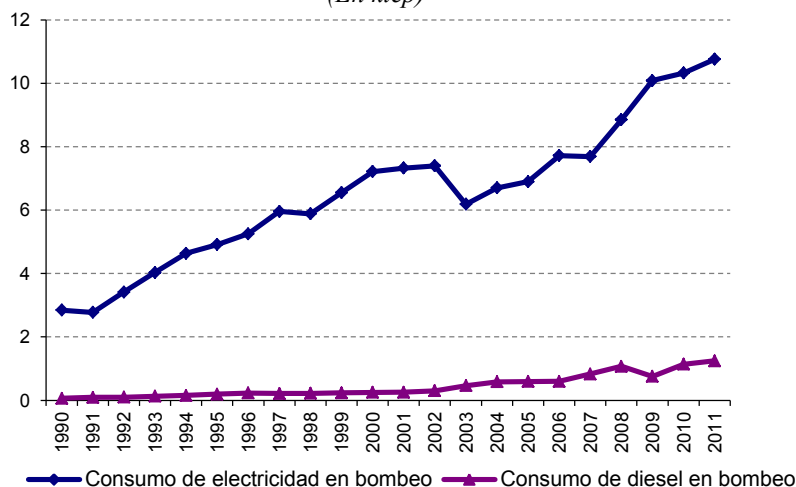
B. Tendencias por rama

El consumo de las actividades agrícola y ganadera en el año 2011 representa alrededor del 90% del consumo total del sector siendo ésta determinante en el comportamiento del mismo. Las actividades forestales y pesca son relativamente bajas en cuanto al consumo sectorial de energía.

El bombeo de agua es uno de los principales consumos dentro de la actividad agrícola. La electricidad es el principal energético consumido para el bombeo de agua en Paraguay con niveles significativamente superiores a los registrados en los consumos de diesel para bombeo.

Tanto la electricidad consumida para bombeo como el diesel consumido han mantenido una tendencia creciente en el período 1990-2011 lo que se corresponde con la tendencia en el incremento del área irrigada a nivel nacional que en el año 2011 alcanzó más de 15 millones de metros cuadrados. A pesar del incremento en el área sembrada, en el año 2011 ésta apenas representó el 0,03% del total de la superficie sembrada a nivel nacional.

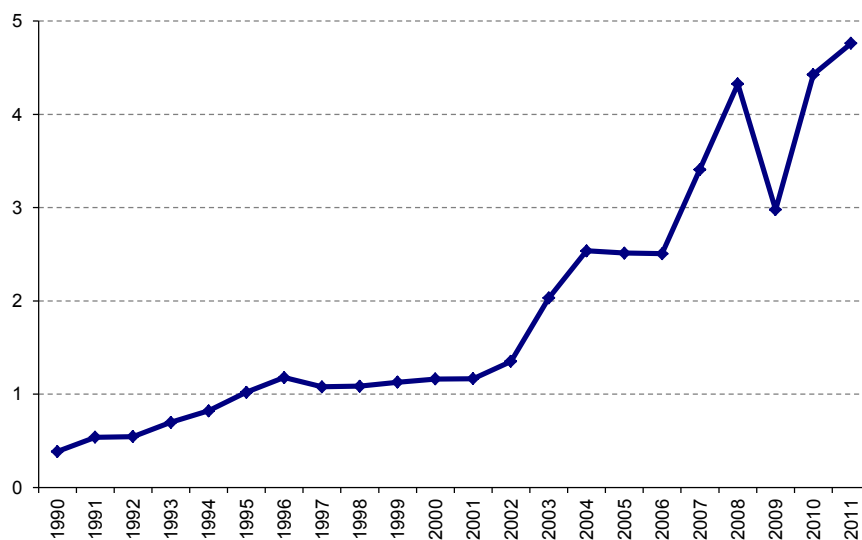
Gráfico 37
Consumo de energía en bombeo en la agricultura y la pesca
(En ktep)



Fuente: Base de Indicadores de Eficiencia Energética (BIEE).

Otro de los principales consumidores de energía en la actividad agrícola es el consumo de diesel en tractores. En el año 1990 se registraron a nivel nacional un total de 1.637 tractores, parque que creció rápidamente hasta alcanzar la cifra de 31.249 en el año 2011.

Gráfico 38
Número de tractores
(Cantidad por cada mil habitantes)



Fuente: Base de Indicadores de Eficiencia Energética (BIEE).

X. Conclusiones referentes a la Base de Datos de Eficiencia Energética (BIEE)

A. Impactos y logros alcanzados

Los resultados del proyecto BIEE fueron presentados ante las instituciones miembros del Comité Nacional de Eficiencia Energética (CNEE) y del Comité de Estadísticas del Sistema de Información Estadística Nacional (CEE-SIEN).

Ambas instancias valoran de positivos los resultados obtenidos como fuente de información para una mejor comprensión e interpretación de las características de la matriz energética nacional.

Se dispone de un conjunto de indicadores de Eficiencia Energética que constituyen herramientas básicas para el trabajo del Comité Nacional de Eficiencia Energética.

Los indicadores obtenidos son fuente de insumo en los trabajos de prospectiva energética en el marco de los planes y políticas de desarrollo en el sector energético nacional.

Los trabajos y acciones emprendidas para completar la base de datos del BIEE posibilitaron establecer nexos de colaboración en materia de información con instituciones y otros actores nacionales.

Los nexos de colaboración establecidos con el Grupo de Investigaciones en Sistemas Energéticos de la Facultad Politécnica de la Universidad de Asunción son particularmente importantes a fin de las acciones futuras.

B. Lecciones aprendidas

La ausencia de procedimientos estadísticos y metodologías apropiadas para la recolección de la información relativa a los indicadores de Eficiencia Energética constituye el principal obstáculo que se presentó en el desarrollo del proyecto BIEE.

Los obstáculos a los que se hace referencia en el párrafo anterior pueden multiplicarse cuando en el país no existe o es muy reciente su surgimiento, una conciencia clara y consensuada respecto a la importancia y beneficios del trabajo por la Eficiencia Energética.

La colaboración interinstitucional es decisiva para resolver las dificultades que se derivan de la escasa disponibilidad de datos e informaciones.

Es muy importante el compromiso por parte de las autoridades en los diferentes niveles a los efectos de remover las barreras que puedan presentarse durante la ejecución de los trabajos de recopilación y tratamiento de la información.

En el caso específico de Paraguay donde no se disponía de antecedente alguno respecto al trabajo con indicadores de Eficiencia Energética, se presentaron numerosos vacíos en la información que impedían la construcción de los indicadores. A los efectos de disponer de valores con rangos de confiabilidad relativamente aceptables, se hizo necesario recurrir a determinados modelos matemáticos que recojan y aprovechan la dependencia entre las observaciones ordenadas de una serie temporal y la relacionan al comportamiento de las variables a estimar. En particular en Paraguay se desarrolló un algoritmo basado en el modelo econométrico ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average).

Para los objetivos de socializar los resultados del proyecto, hacer conocer los niveles de eficiencia, promover acciones y hacer accesibles a la sociedad los indicadores que integran el BIEE no es suficiente disponer únicamente de los templates que sirvieron de soporte al proyecto.

C. Sugerencias y recomendaciones

La construcción del BIEE requiere de un trabajo conjunto de carácter interinstitucional con actores tanto público como privados. Los centros de investigación constituyen también un actor importante. El trabajo del BIEE debe iniciarse con la constitución de un equipo de trabajo en el que participen las principales instituciones que puedan ser fuente de datos de la información requerida.

La localización de la información básica y la construcción de los indicadores que integran el BIEE requiere de ejecutar procesos y aplicar metodologías técnicas que deben ser preservadas. Es importante desarrollar un manual técnico que permita dar continuidad a los trabajos iniciados en el BIEE.

El BIEE es un proyecto regional que entre otros, tiene por objetivo hacer comparables entre países los niveles de eficiencia alcanzados a partir de los cual puedan diseñarse políticas de integración y colaboración. A los efectos del trabajo a nivel nacional, los países deberían completar la base de datos BIEE con indicadores nacionales propios en función de aquellas actividades con mayores niveles de consumo o con un mayor aporte al desarrollo sostenible del país.

Los países deberán desarrollar estrategias apropiadas para hacer accesible la información del BIEE como herramienta para el trabajo con la Eficiencia Energética. Lo anterior incluye diseñar soportes adecuados y amigables para el uso de la información.

D. Acciones nacionales futuras

El Viceministerio de Minas y Energía (VMME) ha establecido vínculos de colaboración con el Grupo de Investigaciones en Sistemas Energéticos de la Facultad Politécnica de la Universidad Nacional de Asunción (GISE) a fin de dar continuidad a los trabajos del BIEE. Los principales aspectos contenidos en estos vínculos de colaboración son:

- Completar las series históricas ya elaboradas hasta los años 2012 y 2013.
- Completar los indicadores del BIEE regional con una selección de indicadores estratégicos de carácter nacional que complementen la información disponible.
- Desarrollar un manual técnico de trabajo para el BIEE.
- Desarrollar un soporte adecuado para la difusión y socialización de los indicadores contenidos en el BIEE.
- Mejorar la calidad de la información disponible.

Bibliografía

- BCP Banco Central del Paraguay. Boletín del SCN 2003-2012.
_____. Estadísticas Económicas en <https://www.bcp.gov.py/>.
- DGEEC (Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos). Encuesta Permanente de Hogares (EPH).
_____. (Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos). Proyección de la Población por Sexo y Grupos de Edad, según Áreas Urbana y Rural, 2000-2030.
- FB (Fundación Bariloche). Balance Nacional en Energía Útil 2011 de la República del Paraguay.
- GIZ-VMME (Agencia de Cooperación Alemana-Viceministerio de Minas y Energía). Situación de las Energías Renovables en el Paraguay, 2011.
- Itaipú Binacional/Universidad Corporativa Itaipú/Parque Tecnológico Itaipú Paraguay. Inventario de los Recursos Hidroenergéticos de las Cuencas Hidrográficas de los Ríos Afluentes del Paraguay en la Región Oriental del Paraguay.
- JICA (Agencia de Cooperación Internacional del Japón). Estudio sobre el Desarrollo Económico del Paraguay-EDEP. "Eficacia Dinámica para Enaltecer al País", 2000.
- VMME (Viceministerio de Minas y Energía). CNEE (Comité Nacional de Eficiencia Energética). Plan Nacional de Eficiencia Energética de la República del Paraguay, 2014.
Balance Energético Nacional 2011. Publicación electrónica.
Base de Indicadores de Eficiencia Energética (BIEE).
Serie de Balance Energético Nacional 1990-2011. Base de Datos del Sistema de Información Energética Nacional (SIEN) en <http://www.ssme.gov.py/>.

Anexo

Anexo 1

Fuentes de información y metodologías de estimación

En relación a las fuentes de información utilizadas, es importante resaltar que una parte de los datos incluidos para la elaboración del informe corresponden a los datos brindados por entidades gubernamentales y entidades miembros del Comité de Estadísticas Energéticas del Sistema de Información Energética Nacional. Otra parte importante de los datos fue recopilada por parte del Equipo Técnico Nacional del BIEE y por el Consultor Nacional BIEE a partir de publicaciones y documentos oficiales.

Cabe señalar además, que en el mes de setiembre del año 2013, se obtuvieron los borradores de los informes finales del proyecto de “Elaboración de la matriz energética nacional de energía útil para la República del Paraguay” los cuales presentan un estudio detallado de caracterización de los consumos energéticos para cada sector de consumo, que sirve además para el análisis de los consumos de cada sector por fuentes.

Toda esta información con la cual se contó a partir el proyecto de Elaboración del Balance Energético Nacional en términos de energía útil fue incluida en las planillas correspondientes para el año 2011, lo cual sirve para la verificación y validación de los resultados obtenidos con las metodologías adoptadas para su correspondiente completado.

Además de la información disponible en instituciones públicas, se utilizaron trabajos desarrollados con anterioridad, los cuales brindaron asistencia a la hora de estimar los datos a ser completados en las planillas, tal es el caso del proyecto “Mejoramiento de las bases de datos para una política energética más sustentable en Paraguay” elaborada por la consultora UNIQUE y entregada al VMME, la cual sirvió para dar una idea en el ámbito de la utilización de la biomasa en especial.

Si bien, el hecho de que se contara con algunas informaciones concentradas en unas pocas bases de datos facilitaba en gran medida la elaboración del presente informe, en líneas generales se encontraron sobrados inconvenientes al momento de conseguir determinados datos importantes. En ese sentido, como principal desafío encontrado en la recopilación de los datos se destaca la escasa disponibilidad de los mismos en la mayoría de los sectores energéticos, debido a la falta de costumbre de registro estadístico de las instituciones en general. En varias ocasiones, por más que se contara con los datos pertinentes, se encontraba el inconveniente de que la confiabilidad de la certeza de los datos no era la requerida.

Esta indisponibilidad de los datos obligó al desarrollo de técnicas computacionales que permitieron la determinación de curvas de aproximación para la obtención de los datos faltantes con un alto grado de exactitud. La aplicación de estos algoritmos computacionales permitió predecir los datos faltantes a partir de los datos exiguos que se pudieran obtener, relacionándolos con series de datos ya conocidas. A partir de esto, se obtuvo el apoyo del Grupo de Investigación en Sistemas Energéticos, dependiente de la Facultad Politécnica de la Universidad Nacional de Asunción (GISE-FPUNA), gracias al cual fue posible encontrar alternativas válidas para la estimación de los datos con un buen nivel de confianza.

Como se presentó, cuando no se disponía de la información necesaria para la elaboración de los Indicadores de Eficiencia Energética, con el apoyo del GISE-FPUNA se procedió a desarrollar los modelos que replican el comportamiento de ciertas series en el tiempo. Para ello, inicialmente se realizaron los pertinentes estudios de las series temporales disponibles.

En algunos casos, la información incluida o recogida sirvió para la estimación de otros datos, conforme el comportamiento de las series sea correlativo o esté ligado de alguna manera al comportamiento de otras series, un análisis más detallado de las variables muestra que también existen relaciones entre cada una de ellas.

Circunstancialmente, una variable causa o incide a otra variable, es decir, cuando el valor actual de la variable causal ayuda a predecir los valores futuros o pasados de las variables que podrían

capturar los efectos de dicha causalidad. Tal es el caso de la correlación existente entre el PIB Total y el PIB del sector construcción, o la relación de causa entre el PIB industria y el PIB total a nivel país, entre otros.

Para ello se recurrió a la elaboración de las series temporales, donde el comportamiento de una variable, o dato en este caso, es posible definir de acuerdo al comportamiento de otra variable ligada directa o indirectamente. Las series temporales son el conjunto de técnicas de estudio de series de observaciones dependientes ordenadas en el tiempo. El instrumento de análisis que se utiliza es un modelo que permita reproducir el comportamiento de las variables de interés, tanto como prospectivas, como para la regresión en el tiempo.

Como punto de inicio, para el estudio de una serie, y luego predecirla, se debieron tener en cuenta todas sus características, incluyendo los ciclos que se observan en cierto periodo, denominado estacionalidad. Para analizar la estacionalidad de una serie se tomó un concepto fundamental en el análisis de series temporales, la función de autocorrelación. La función de autocorrelación mide la correlación entre los valores de la serie distanciados un lapso de tiempo.

Debido a las características específicas de los datos de las series temporales se desarrollaron modelos específicos que recogen y aprovechan la dependencia entre las observaciones ordenadas de una serie temporal, como por ejemplo el Valor Agregado de la industria con el incremento del PIB, el Valor Agregado del sector construcción con la variación del PIB nacional, etc.

La mayor dificultad de las series temporales es poder contar con ellas, muchas veces porque no existen y otras porque las series son muy cortas y no brindan una información detallada y pormenorizada. Posterior al análisis de las series temporales, se procedió a la utilización del modelo econométrico ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average), con el cual se modelaron las distintas señales o tendencias de las series con lo cual se pudo replicar y predecir su comportamiento.

La construcción de modelos computacionales basados en la plataforma ARIMA se llevó a cabo de forma iterativa mediante, distinguiendo las siguientes cuatro etapas:

- Identificación: utilizando los datos y/o cualquier tipo de información disponible sobre cómo ha sido generada la serie, se intentara sugerir una subclase de modelos ARIMA que merezca la pena ser investigada. El objetivo es determinar las relaciones que parecen apropiadas para reproducir las características de la serie bajo estudio. En esta etapa es posible identificar más de un modelo candidato a haber podido generar la serie.
- Estimación: usando de forma eficiente los datos se realiza inferencia sobre los parámetros condicionada a que el modelo investigado sea apropiado. Dado un determinado proceso propuesto, se trata de cuantificar los parámetros del mismo.
- Validación: se realizan contrastes de diagnóstico para comprobar si el modelo se ajusta a los datos, o si no es así, revelar las posibles discrepancias del modelo propuesto para poder mejorarlo.
- Regresión: obtener estimaciones en términos probabilísticos de los valores pasados de la variable. En esta etapa se tratara también de evaluar la capacidad predictiva del modelo.

Con la aplicación de la metodología desarrollada, fue posible completar la mayoría de las series y datos temporales pendientes que constituyen la base para la elaboración del presente informe.

Anexo 2

Ejes estratégicos del Plan Nacional de Eficiencia Energética

Estructura del plan nacional de eficiencia energética

El Plan Nacional de Eficiencia Energética se estructura a través de cinco ejes estratégicos, que serán desarrollados mediante la implementación de acciones y programas que pretenden atender todo el sector energético.

a) Ejes del Plan Nacional de Eficiencia Energética

El primer eje de Acciones Político-institucionales contempla la elaboración de propuestas de decretos, leyes, normativas entre otros instrumentos legales que faciliten la aplicación del plan y garanticen la continuidad y permanencia en el tiempo de los procesos y puedan traducirse en un programa de estado.

El segundo eje de Educación, Concienciación y Formación de Multiplicadores permitirá desarrollar e implementar, conjuntamente con las instituciones públicas y privadas las acciones y programas relacionados a la Educación, Concienciación y Formación de multiplicadores para el uso eficiente de la energía.

El tercer eje de programas de implementación de uso eficiente y racional de la energía, facilitará la priorización y/u ordenamiento en la implementación de los programas definidos y elaborados en los sectores identificados.

El cuarto eje de diagnósticos y auditorías energéticas permitirá determinar el grado de eficiencia con la que es utilizada la energía en los diversos subsectores. es necesario conocer el estado actual del sector energético respecto al uso eficiente y las acciones de combate a los desperdicios en el sector.

El quinto eje de acciones de sustentabilidad y sostenibilidad del proceso permitirá el desarrollo de instrumentos de seguimiento y medición del impacto de las acciones. las mismas podrán ser evaluadas lo que ayudará a incorporar ajustes con el objeto de llegar a los objetivos. otro aspecto contemplado en este ítem es el involucramiento de las instituciones de enseñanzas (primaria, secundaria y universitaria). esto se deberá dar en forma gradual, con la inclusión de la problemática de conservación y eficiencia energética en los programas curriculares.

Además, posibilitará a la iniciativa privada a participar en los proyectos de eficiencia energética, con la creación de empresas especializadas en el combate al desperdicio de energía (ESCOs) de tal forma a buscar que los programas sean sustentables.

b) Plan de Acción

El Plan de Acción reúne una serie de medidas que tienen como objetivo orientar a los diferentes actores a incorporar en sus actividades acciones de uso eficiente y racional de la energía desde cambio de hábitos hasta la adopción de tecnologías más eficientes en sus procesos.

Estas medidas involucran a los sectores industrial, transporte, residencial, comercial, público y servicios y al agropecuario y forestal. A esto se suman las medidas que están orientadas a generar un cambio cultural y que son transversales a todos estos componentes.

Para la elaboración del Plan han sido considerados referencias bibliográficas entre las que se pueden citar:

- Estudio de los resultados del Balance de Energía Útil.

- Análisis de los resultados del proyecto Base de Indicadores de Eficiencia Energética realizado a nivel regional con cooperación de CEPAL.
- Proyectos de Normas Paraguayas elaborados por CTN 51 Eficiencia Energética.

i) Sector Industrial

El principal uso de la energía en el sector es fuerza motriz, le siguen calor directo y vapor. Las medidas de eficiencia energética están orientadas principalmente a estos tres usos.

i) Promover la implementación de sistemas de gestión de energía y auditorías energéticas

Promover la implementación de sistemas de gestión de energía basados en la norma ISO 50.001 y/o similar. No obstante, para una mejor estimación de los potenciales de eficiencia deberá recurrirse a Auditorías Energéticas y Diagnósticos que permitan obtener datos sobre los potenciales de ahorro en los subsectores y definir indicadores que podrán ayudar a dar seguimiento y evaluar los avances en la implementación de medidas de eficiencia energética y trazar metas a corto, mediano y largo plazo.

ii) Promover y fomentar la cogeneración

Promover disposiciones y programas que contemplen la innovación tecnológica y permitan estudiar los potenciales técnico-económicos para mejorar las ingenierías e incrementar las inversiones de sistemas de cogeneración en este sector y así alcanzar altos niveles de eficiencia energética.

iii) Fomentar a la asistencia técnica a proyectos

Proponer la realización de estudios e implementación de proyectos de eficiencia energética considerando los altos porcentajes de utilización del vapor y calor directo en el sector.

Promover la asistencia técnica, cofinanciamientos y capacitaciones visando el ingreso y/o explotación de nuevas fuentes de energía como el gas natural, solar y eólica.

Impulsar programas que activen la implementación de proyectos que conlleven un análisis energético (Análisis de Ciclo de Vida) para seleccionar la tecnología disponible más eficiente energéticamente.

iv) Promover la mejora de la tecnología de equipos y procesos

Promover medidas de sustitución y modernización de equipos apoyando la incorporación de nuevas tecnologías específicas y con mayores niveles de eficiencia.

ii) Sector Transporte

Las acciones a desarrollar apuntan a mejorar la operación en el transporte de carga y pasajeros, la disminución del consumo de combustible y la emisión partículas contaminantes al medio.

i) Promover la renovación del parque automovilístico liviano y mejora de la infraestructura del sistema de transporte

Analizar la implementación de medidas como: restricción de la circulación de automóviles y camionetas particulares y prohibición de la importación de vehículos con excesiva antigüedad.

Promover acciones conjuntas entre municipios y otros organismos con el objetivo de mejorar los accesos y vías de circulación para evitar congestionamientos.

Promover la mejora del transporte público y el uso de modos no motorizados de transporte.

ii) *Optimizar la eficiencia de operación del parque de vehículos de transporte de pasajeros y vehículos pesados*

Capacitación a conductores de flota de transporte de pasajeros con prácticas de conducción eficiente y uso eficiente del parque de vehículos de pasajeros que permitan mejorar la operación y disminuyan el consumo de combustible.

Proponer medidas que prohíban la importación de unidades de transporte con excesiva antigüedad.

iii) *Fomentar tecnologías más eficientes en el parque de vehículos pesados*

Promover el uso de dispositivos aerodinámicos y sistemas de control de la presión de neumáticos, entre otras mejoras tecnológicas que incrementarán la eficiencia energética del parque actual.

iv) *Fomentar la introducción de alternativas más eficientes en el parque de vehículos*

Fomentar los biocombustibles, respetando aspectos ambientales y de inclusión social.

v) *Iniciación a la movilidad eléctrica*

Promover la modernización y electrificación en el transporte de carga y pasajeros. Este cambio tecnológico tendrá un importante impacto considerando la eficiencia de los vehículos eléctricos en comparación a la de los vehículos con motores tradicionales.

iii) *Edificación*

Este apartado incluye acciones que apuntan a reducir, la demanda energética de las edificaciones y por otro lado el consumo energético del usuario, a desarrollarse tanto en el sector residencial, como en el sector comercial, público y servicios.

i) *Mejorar la calidad energética de la envolvente y las instalaciones de edificación existentes construidas sin estándares de Eficiencia Energética*

Mejorar la eficiencia energética en el rendimiento térmico, lumínico, ventilación y hermeticidad de la construcción a través del reacondicionamiento de edificaciones y el desplazamiento de productos ineficientes del mercado por medio de la introducción de las nuevas tecnologías.

Contribuir a la reducción del consumo energético en las instalaciones térmicas (calefacción, climatización y producción de agua caliente sanitaria) y las instalaciones de iluminación interior. Las medidas de uso eficiente de la energía deberían estar orientadas a la modernización de los artefactos utilizados en estos usos, mejorar la eficiencia en iluminación tanto por cambio a luminarias más eficientes como a medidas de gestión de alumbrado.

ii) *Promover la gestión energética eficiente de edificios*

Proporcionar instrumentos legales que contemplen determinados aspectos sobre eficiencia energética o la Certificación Energética de Edificios e impulsar el desarrollo de gestión de la energía en edificaciones a través de formación y capacitación a encargados de mantener y monitorear equipos consumidores de energía que se utilizan para lograr el confort y uso eficiente y sostenible.

iii) *Promover diseños de edificios con estándar de Eficiencia Energética*

Impulsar la construcción de nuevos edificios y rehabilitación de existentes con alta calificación energética. Poner en marcha un etiquetado energético para viviendas nuevas, que otorgue información al comprador acerca de los estándares energéticos. Propiciar que el sector público incorpore estándares de eficiencia energética en el diseño de construcción de nuevos edificios.

Promover la utilización de tecnologías nuevas (como ejemplo *Smart Grid*) que lleven a la eficiencia energética controlada en predios de alto consumo de carga.

iv) *Promover la oferta de productos y servicios de construcción con criterios de eficiencia.*

Aumentar la oferta de productos y servicios con criterios de eficiencia energética insertando conocimientos a involucrados en la cadena de construcción a fin de reducir la demanda y consumo de energía del edificio en su ciclo de vida.

v) *Promover la Eficiencia Energética en alumbrado público*

Establecer directrices para estudios, análisis de viabilidad y auditorías en instalaciones de alumbrado para la renovación de las instalaciones de alumbrado público existentes y optimización en la adquisición de equipos con alta eficiencia como por ejemplo la sustitución de semáforos con LED, la compra de lámparas de bajo consumo, etc.

vi) *Promover la Eficiencia Energética en el uso de los recursos en edificios y hogares*

Propiciar el uso eficiente y racional del agua en las edificaciones, buscando en cada caso la sustentabilidad en su consumo. Promover el uso de energía fotovoltaica en el sistema de calefacción de predios de alto consumo de agua caliente. Promover el tratamiento de efluentes para su posterior emisión a sistemas de reutilización.

iv) **Sector Agropecuario y Forestal**

i) *Mejorar la base de información respecto a la leña y sus procesos*

Propiciar el mejoramiento de la base de información respecto a la leña y sus procesos.

Fomentar el desarrollo de estudios para dar seguimiento a indicadores de manejo sustentable y precisar la cadena de producción y comercialización de la leña.

ii) *Auditorías energéticas y planes de actuación de mejoras en explotaciones agrarias.*

Propiciar la realización de auditorías energéticas en las actividades agrarias con el objeto de proponer medidas que lleven al mejor aprovechamiento de los recursos energéticos en sus procesos.

Proponer actividades de capacitación en que se muestren experiencias positivas de aplicación de medidas de eficiencia en actividades del sector en los países de la región.

iii) *Mejorar estándar de calidad en comercialización y consumo de leña*

Mejorar estándar de calidad en comercialización y consumo de leña.

Propiciar la revisión de normas y reglamentaciones en toda la cadena de la industria de la leña con el objeto final de propiciar su mejor utilización desde la producción implementando forestación energética y mayor rendimiento en los procesos de transformación y comercialización.

iv) *Aumentar la eficiencia del consumo de leña residencial*

Aumentar la eficiencia del consumo de leña residencial.

Elaborar y promocionar la implementación de programas de sustitución de energéticos y utilización de tecnologías que aprovechen eficientemente la utilización de la leña principalmente en la cocción de alimentos en las viviendas.

v) **Medidas Transversales**

i) *Fortalecimiento Institucional*

Elaborar y gestionar la aprobación de un marco legal para la implementación de programas de uso eficiente y racional de la energía, que contemple los aspectos técnicos, ambientales, sociales y también disponga de un mecanismo para otorgar los recursos financieros necesarios para mantener un

equipo estable de profesionales y técnicos, para realizar las actividades y desarrollar los programas del CNEE, para el cumplimiento de sus objetivos.

ii) *Etiquetado energético*

Elaborar normas de etiquetado de eficiencia energética. Estudiar y proponer los mecanismos de aplicación de las mismas.

iii) *Promoción de uso de equipos modernos y eficientes*

Promover la importación y fabricación de equipos con mayor índice de eficiencia aplicando impuestos que incentiven el uso de los mismos por el consumidor final.

iv) *Elaboración de Programas de Educación, Concienciación y Formación de Multiplicadores*

- Desarrollar e implementar programas de promoción del uso eficiente y racional de la energía, mostrando los beneficios económicos, ambientales y sociales.
- Diseñar y poner en marcha un programa nacional para incorporar la temática de uso eficiente de la energía a la educación formal, niveles preescolar, básico y escuela media.
- Formar docentes en temas de eficiencia energética.
- Fortalecer las competencias laborales en la formación técnica y tecnológica y en aquellos trabajadores que desempeñen oficios y ocupaciones relacionadas con los sectores productivos.
- Orientar la formación al desarrollo y gestión de proyectos, mediante cátedras y proyectos específicos en las carreras universitarias afines que conlleven el entendimiento de la relación fundamental entre el conocimiento y las soluciones a problemas concretos que se presentan en el país.
- Fortalecer las especializaciones existentes ampliarlos a otras regiones del país con énfasis en gestión integral de la energía.
- Incluir aspectos relacionados con planeamiento, regulación, verificación y diseño de políticas y de mercado en la formación avanzada en eficiencia energética.



Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC)
www.cepal.org