

Análisis de la matriz energética del departamento de Montevideo

Cataldo, José¹; Nunes, Ventura²; Vignolo, J. Mario²; Pérez, Guzmán²; Sellanes, Matías²

Resumen—En el marco del convenio entre la Intendencia de Montevideo y la Universidad de la República, la Facultad de Ingeniería está colaborando en la elaboración de un plan estratégico para la gestión energética en el departamento de Montevideo. En una primera etapa de los trabajos se busca describir el estado de situación del Departamento de Montevideo, en relación a la utilización y disponibilidad de la energía, y a los aspectos institucionales y reglamentarios relacionados, así como recopilar antecedentes internacionales.

En este trabajo se presenta la metodología utilizada para la caracterización de la matriz energética en el departamento, así como sus principales características.

Palabras Clave—energía, plan estratégico, matriz energética departamental

I. INTRODUCCIÓN

EN el marco del convenio entre la Intendencia de Montevideo y la Universidad de la República, la Facultad de Ingeniería está colaborando en la elaboración de un plan estratégico para la gestión energética en el departamento de Montevideo.

En una primera etapa de los trabajos se busca describir el estado de situación del Departamento de Montevideo, en relación a la utilización y disponibilidad de la energía, y a los aspectos institucionales y reglamentarios relacionados, así como recopilar antecedentes internacionales.

Para el análisis de la matriz energética del departamento, se decidió utilizar información existente en nuestro país acerca de los consumos de energía, para lo cual se disponen como fuentes de información el Balance Energético Nacional (BEN) [2], el trabajo “Estudios de base para el diseño de estrategias y políticas energéticas: relevamiento de consumos de energía sectoriales en términos de energía útil a nivel nacional” [1] realizado por la Fundación Bariloche para la Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear para el año 2006 y el Inventario de Emisiones realizado por la Facultad de Ingeniería para el año 2006 [3], en el marco de un convenio entre el MVOTMA y la UDELAR. Dada la abundancia de información para el año 2006 y su nivel de desagregación, se eligió como base el consumo de energía durante dicho año.

(1) Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República.

(2) Instituto de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República

Los sectores en que se subdividió el consumo de energía se seleccionaron de manera similar a la forma en que se presenta en [2], es decir: Residencial, Comercios y Servicios, Industrial, Transporte y Otros Sectores como son Agropecuario, Construcción, Pesca y Minería.

La información que se maneja es, en general, característica para cada sector en todo el país. Por lo tanto, se debió desarrollar una metodología, basada en el uso de diversos indicadores, para los diferentes sectores, que permitió escalar los consumos nacionales a los consumos departamentales de Montevideo.

En la medida en que el análisis que se realizó en el presente informe fue del tipo determinístico y no estadístico, el nivel de confianza de los datos directos es el mismo al del estudio [1]. Sin embargo, se entiende que seguramente se incrementó el nivel de incertidumbre del cálculo realizado por la Fundación Bariloche.

Para los casos en que debió realizarse alguna hipótesis particular para la desagregación de la información a nivel departamental de Montevideo a partir de datos del país, no es posible cuantificar el nivel de incertidumbre del cálculo, sin un relevamiento estadístico particular.

II. SECTOR RESIDENCIAL

Para este sector en particular, el informe [1] realizado por la Fundación Bariloche para el MIEM cuenta con la desagregación para la zona de Montevideo, por lo cual se utilizaron dichos datos directamente.

En la figura 1 se muestra la desagregación del consumo del sector por tipo de fuente de energía y en la figura 2 por usos de la misma. Se puede observar que la fuente de energía más importante del sector residencial de Montevideo corresponde a la energía eléctrica (48 %), mientras que la siguen en orden de importancia la leña (27 %), supergás (15 %) y el gas natural (4 %).

Desagregando el consumo del sector por usos de la energía, ocurre que los tres principales usos en el sector residencial de Montevideo corresponden a la cocción (29 %), calefacción (24 %) y calentamiento de agua (21 %), como se presenta en la figura 2. Luego se destacan la conservación de alimentos (9 %), e iluminación (7 %).

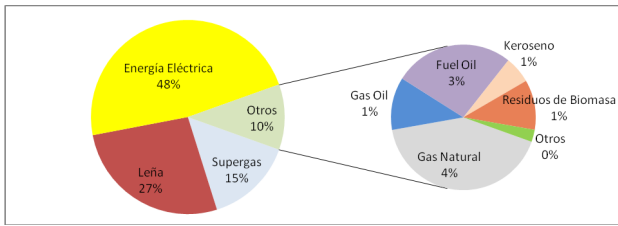


Figura 1: Consumo Energético del Sector Residencial, desagregado según las fuentes de energía

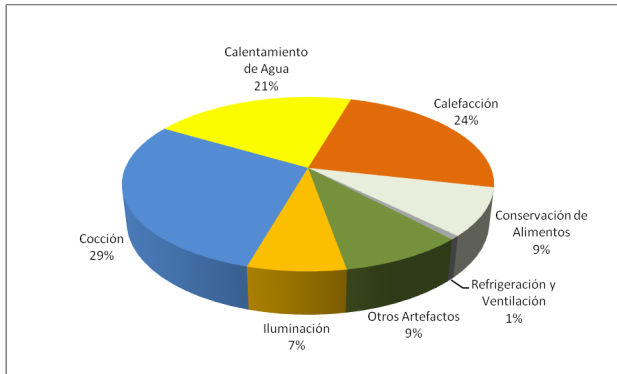


Figura 2: Consumo Energético del Sector Residencial, desagregado según el uso de la energía

II-A. Determinación del consumo por sub sector

El trabajo [1] propone agrupar el consumo del sector Residencial de acuerdo al criterio seguido por el Instituto Nacional de Estadística (INE) según el nivel socio-económico. Esta clasificación contempla tres estratos sociales: Altos Ingresos, Ingresos Medios e Ingresos Bajos.

En el trabajo [1], el grupo correspondiente a Ingresos Bajos se dividió en dos partes que son Ingresos Bajos y Carenciados.

La clasificación según ingresos se realizó a partir de información suministrada por el INE a partir de la Encuesta Continua de Hogares Ampliada, la cual contiene datos sobre los ingresos de los hogares con los correspondientes coeficientes de expansión.

Del análisis del consumo energético, se desprende que el subsector que más consume es el de Ingresos Medios (44%) tal como se presenta en la figura 3, asociado a la dimensión que presenta dicho subsector. Se observa también la similitud en el consumo energético de los sectores Bajos y Altos.

II-A1. Nivel socioeconómico alto: Para el nivel socioeconómico alto, el principal energético es la energía eléctrica (48%), seguido por la Leña (18%) y el Gas Natural (13%), como se presenta en la figura 4, utilizados fundamentalmente para la Cocción, el Calentamiento de Agua y la Calefacción, como se presenta en la figura 5.

II-A2. Nivel socioeconómico medio: Para el nivel socioeconómico medio, la energía eléctrica es el principal energético (55%), observándose una disminución del uso del Gas Natural (4%), lo cual se observa en la figura 6. Los usos

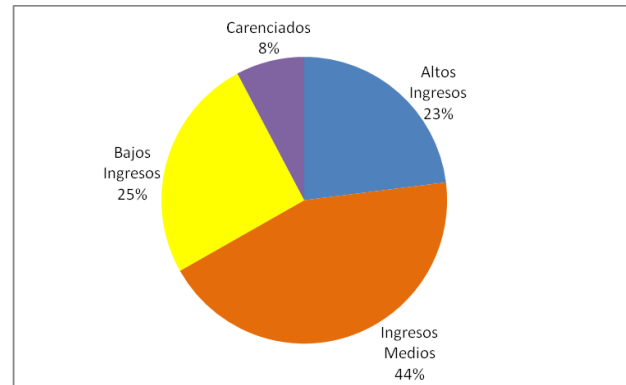


Figura 3: Consumo Energético del Sector Residencial, desagregado según nivel socio-económico

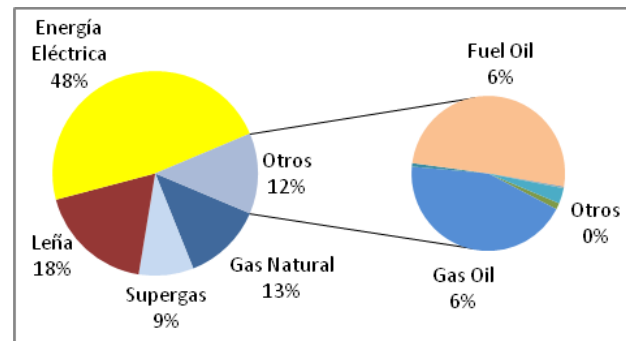


Figura 4: Consumo Energético del Sector Residencial, subsector Altos Ingresos, según fuente

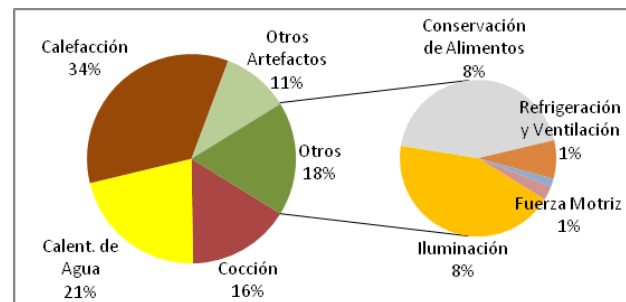


Figura 5: Consumo Energético del Sector Residencial, subsector Altos Ingresos, según usos

de la energía básicamente son los mismos, como se presenta en la figura 7, excepto la Calefacción que se reduce respecto del caso de Altos Ingresos.

II-A3. Nivel socioeconómico bajo: Para el nivel bajo, se nota una disminución de la participación de la Energía Eléctrica (37%) a favor de la leña (43%), complementado por el Supergás (17%), resultado que se observa en la figura 8. La utilización de la energía es similar al caso de Ingresos Medios, de acuerdo a lo presentado en la figura 9.

II-A4. Nivel socioeconómico carenciados: Para el sector Carenciado, vuelve a notarse una preponderancia de la Energía Eléctrica (41%), comparable a la utilización de la Leña (37%), tal como se observa en la figura 10. Aumenta la utilización de los Residuos de Biomasa como fuente energética, cuyo uso es despreciable en los otros niveles socioeconómicos.

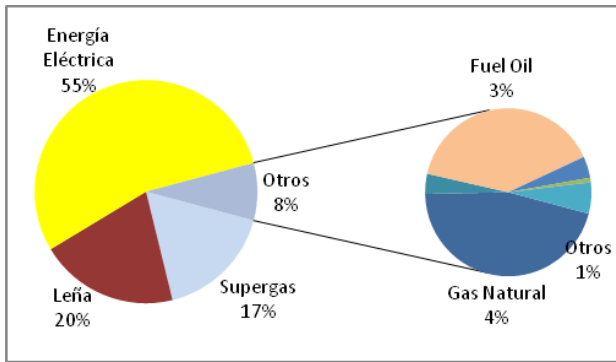


Figura 6: Consumo Energético del Sector Residencial, subsector Ingresos Medios, según fuente

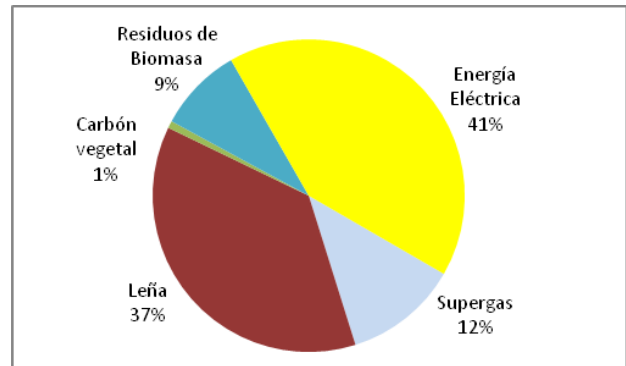


Figura 10: Consumo Energético del Sector Residencial, subsector Carenciados, según fuente

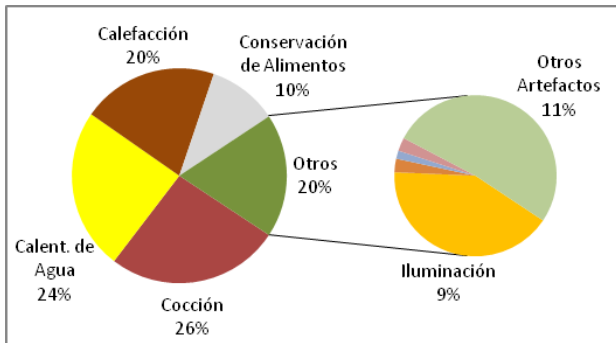


Figura 7: Consumo Energético del Sector Residencial, subsector Ingresos Medios, según usos

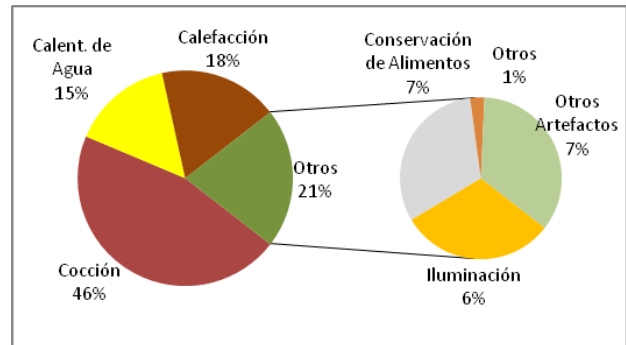


Figura 11: Consumo Energético del Sector Residencial, subsector Carenciados, según usos

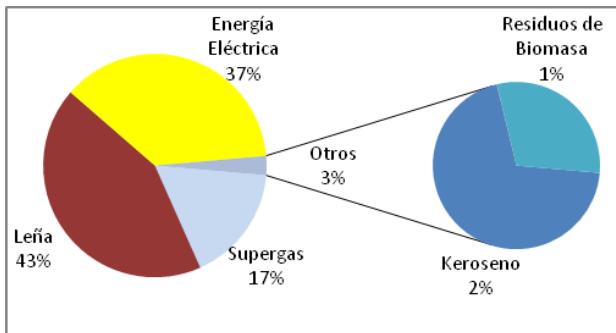


Figura 8: Consumo Energético del Sector Residencial, subsector Ingresos Bajos, según fuente

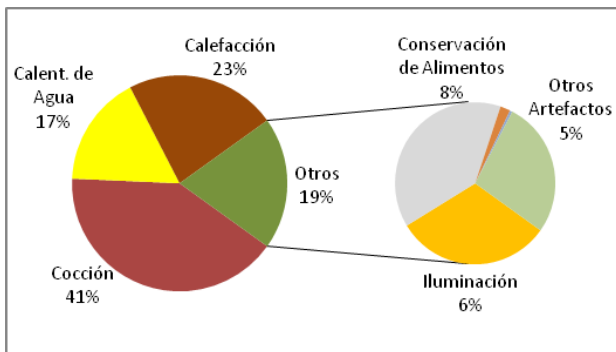


Figura 9: Consumo Energético del Sector Residencial, subsector Ingresos Bajos, según usos

equivalentes de petróleo (tep) por hogar, dónde se observa la cantidad de hogares que componen cada subsector.

Estrato	Hogares	Consumo Total (tep)	Consumo por Hogar (tep/hogar)
Ingresos Altos	40.395	56.265	1.39
Ingresos Medios	204.674	107.101	0.52
Ingresos Bajos	163.739	63.321	0.39
Carenciados	31.771	18.917	0.60

Cuadro I: Intensidad de Consumo

Puede observarse que el consumo de un hogar del grupo social alto, consume 2.3 veces más que un hogar Carenciado. Asimismo, un hogar Carenciado consume aproximadamente 1.5 veces lo que consume un hogar de Bajos Ingresos.

Para analizar el comportamiento de cada grupo, en cuanto al consumo energético según la fuente de energía, se muestra en el cuadro II una comparación del consumo por hogar de los principales energéticos consumidos por el sector residencial.

II-B. Consumo por hogar

En el cuadro I, se aprecia un resumen del consumo de energía según el grupo social, expresado en toneladas

Estrato	Leña (tep/hogar)	Energía Eléctrica (tep/hogar)	Supergas (tep/hogar)	GNL (tep/hogar)
Ingresos Altos	0.255	0.666	0.121	0.175
Ingresos Medios	0.106	0.285	0.089	0.020
Ingresos Bajos	0.164	0.142	0.065	0
Carenciados	0.220	0.248	0.070	0

Cuadro II: Energéticos consumidos por parte de diferentes grupos sociales

III. SECTOR COMERCIOS Y SERVICIOS

La caracterización de los consumos de energía para este sector de la economía, se efectuó escalando los resultados presentados en [1] a nivel nacional.

A los efectos de escalar a nivel departamental de forma directa, se dispuso de las siguientes informaciones: a) los usos de gas natural brindado por Montevideo Gas, b) el consumo de energía eléctrica del alumbrado público, extraído del informe de Auditoría Energética del Alumbrado Público para la Unidad Técnica de Alumbrado Público (UTAP) de la IM, ambos para el año 2006, y c) el consumo de energía eléctrica total y por subsector (2006 y 2008), información brindada por UTE.

La desagregación para este sector se realizó según el tipo de actividad realizada:

1. Comercio Mayorista y Minorista
2. Enseñanza
3. Salud
4. Hoteles
5. Restaurantes
6. Establecimientos Financieros y Seguros
7. Administración Pública y Defensa
8. Suministro de Agua
9. Otros Servicios
10. Alumbrado Público

Dicha clasificación se realizó teniendo en cuenta la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU), Revisión 3.

Para cada subsector, se escaló el consumo a nivel país nacional para deducir el consumo departamental, según diferentes criterios:

III-1. Proporción de consumo de energía eléctrica: se aplicó a los sub sectores Centros Mayoristas, Salud, Establecimientos Financieros y Seguros, Otros servicios, Administración Pública.

Este criterio fue utilizado debido a:

- la importancia superlativa que tiene la energía eléctrica frente a los demás energéticos en estos subsectores;
- que se contaba con información brindada directamente por UTE sobre el consumo por subsector a nivel departamental;
- la falta de información que se tiene para desagregar los otros energéticos (gasoil, leña, etc.).

Se procedió de la siguiente manera:

1. Se calculó la relación entre el consumo de energía eléctrica a nivel nacional y a nivel departamental para cada subsector.

2. Dicha relación fue utilizada para la determinación del valor de los energéticos restantes para el subsector en cuestión, exceptuando al gas natural del que se poseía información directa.

III-2. Población: se aplicó a los subsectores Enseñanza, Restaurantes, Suministro de agua.

Para estos subsectores se utilizó la hipótesis de que el consumo es proporcional a la población.

III-3. Consumo del sector residencial: se aplicó a hoteles.

Para los hoteles, se tomó como hipótesis, que sus requerimientos energéticos son similares al sector residencial, por lo tanto se razonó que si Montevideo representa un 36 % del sector Residencial, entonces el consumo de hoteles es un 36 % del subsector a nivel de todo el país.

Caben señalar algunas consideraciones importantes:

- Los datos brindados por UTE y Montevideo GAS, representan aproximadamente el 73 % del consumo total del sector, por lo tanto se está desagregando, utilizando las hipótesis mencionadas anteriormente, una proporción poco significativa del consumo de energía del sector.
- Previamente, se analizaron distintas maneras de desagregación, algunas menos refinadas que otras, pero los consumos totales inferidos a partir de la aplicación de cada una de ellas, diferían entre sí tan sólo entre un 1 % y un 2 %, lo cual, sumado a la observación anterior, indica que se ha efectuado una caracterización del sector razonablemente adecuada.

En la figura 12 se muestra que el subsector más importante en cuanto al consumo es Comercio Mayorista y Minorista (21 %), y los demás se reparten el resto del consumo. Se aprecia también que es bastante importante el consumo del subsector "Otros Servicios", el cual, según la Clasificación CIIU Rev.3, está formado por las siguientes actividades:

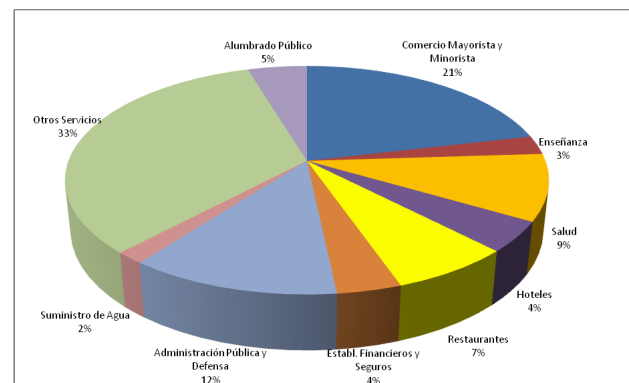


Figura 12: Consumo energético del Sector Comercios y Servicios, desagregado por subsectores

- Suministro de electricidad, gas, vapor y agua caliente.

- Mantenimiento y reparación de vehículos automotores
- Reparación de efectos personales y enseres domésticos
- Transporte, almacenamiento y comunicaciones
- Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler.
- Actividades veterinarias
- Instituciones de asistencia social, orfanatos, etc.
- Otras actividades de servicios comunitarios, sociales y personales
- Organizaciones y órganos extraterritoriales

Por otra parte, la Fundación Bariloche incluye en esta categoría, los siguientes Organismos:

- A.F.E.
- A.N.C.A.P
- A.N.P.
- A.N.TEL. ADM. NACIONAL DE CORREOS
- LATU
- O.S.E.
- PLUNA LINEAS AEREAS S.A.
- PUERTA DEL SUR S.A.

También se realizó la desagregación según las fuentes de energía utilizadas en el sector, cuyo resultado, que se muestra en la figura 13, revela que el consumo de electricidad es predominante en el sector (69%), seguido por el Fuel Oil (12%), y la leña (9%).

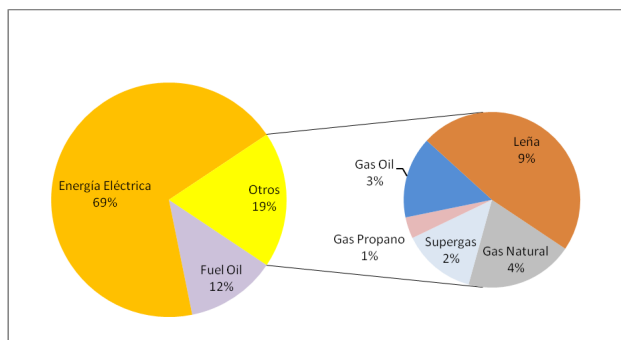


Figura 13: Consumo energético del Sector Comercios y Servicios, desagregado por energético

IV. SECTOR INDUSTRIAL

La información de base utilizada en este caso fue el consumo a nivel nacional desagregado por subsector o rama industrial según la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU), Revisión 3, y también por usos de la energía.

A los efectos del presente estudio, se necesitó encontrar la variable significativa que permitiera correlacionar el consumo energético a nivel país con el consumo energético a nivel departamental para realizar el escalamiento buscado.

Se analizaron diversas alternativas, para poder encontrar una variable que permitiera escalar el consumo de aquellos energéticos para los que no se dispone información

desagregada.

El primer criterio adoptado fue el de utilizar como escala el Valor Agregado Bruto (VAB) industrial por departamento, en el supuesto que el VAB y el consumo de energía están vinculados de forma directa, tal como ocurre con el PBI y el consumo de energía del país. Esta información fue suministrada por la Unidad de Estadística de la IM, y fue elaborada conjuntamente con el INE. Estos datos arrojan que para el año 2006 el 75.5% del PBI generado por el sector industrial se produce en Montevideo.

Para corroborar que este valor (el cual analizado en forma intuitiva y subjetiva parece sobreestimar el consumo en Montevideo), se buscaron entonces caminos diferentes, y se consideraron tres alternativas, las cuales fueron analizadas y arrojaron llamativamente los mismos resultados:

IV-4. Nivel de ocupación en el sector industrial: Se tomó como hipótesis, que el consumo energético industrial está directamente vinculado a la cantidad de personal con la que esta cuenta. Se estimó entonces con información brindada por la Unidad de Estadística de la IM, que un 44% del total de trabajadores efectúa sus labores en el departamento de Montevideo.

IV-5. Cantidad de suministros eléctricos en el departamento: Si se toma como hipótesis, que el consumo energético en determinada zona del país está directamente vinculado a la cantidad de suministros industriales que existen en dicho espacio, y que cada industria cuenta con al menos una instalación eléctrica conectada a la red de UTE, se llega a que el 44% de los suministros de carácter industrial se ubican en Montevideo (información proporcionada directamente por UTE).

IV-6. Consumo de energía eléctrica: En el informe de la Fundación Bariloche para el sector industria, se utiliza la energía eléctrica como variable para efectuar el escalamiento, y se señala que si bien la energía eléctrica no tiene una predominancia clara sobre los otros tipos de energía, un gran consumo energético está vinculado a un importante consumo eléctrico. Entonces se puede pensar que si se conoce la proporción de energía eléctrica que representa Montevideo para el sector, se puede tener una idea aproximada de lo que concierne al resto de la matriz. Tomando lo anterior como cierto, y nuevamente manejando información brindada por UTE, se llega a que el 44% del total del consumo de energía eléctrica para el país en el sector industrial se debe a Montevideo.

Por lo tanto tomando cualquiera de los tres supuestos anteriores, cada uno de ellos independientes entre sí, se llega a un mismo factor de escala.

Para corroborar los resultados obtenidos según este criterio, se relevó información que incluyera medidas reales del consumo energético industrial, para lo cual se utilizaron

distintas fuentes. En primera instancia se consultó la información utilizada para la realización de [3] que describe el consumo industrial de aquellas industrias que emiten gases a la atmósfera. Por otra parte, se contó con información suministrada por UTE en cuanto al consumo eléctrico del sector, e información suministrada por Montevideo Gas en cuanto al consumo de gas natural. Por último, se utilizó información brindada por la Unidad de Efluentes Industriales de la IM, que da cuenta sobre los consumos energéticos de las industrias de Montevideo que generan efluentes.

En el proceso de compilación de información para la corroboración de los datos estimados para el consumo energético del sector industrial, se encontraron incompatibilidades entre las diferentes fuentes de información, lo cual hizo dificultosa la comparación de los datos ofrecidos por los diferentes organismos por distintos motivos. A continuación se presentan algunas de tales incompatibilidades:

- **Diferencia de criterios para clasificar el sector y sus subsectores:** la clasificación utilizada por UTE difiere de la utilizada por la Fundación Bariloche, dado que son revisiones diferentes de la CIU.
- **Diferencia de criterios para clasificar los combustibles utilizados:** en los datos aportados por la Unidad de Efluentes Industriales de la IM, en muchos casos se agrupan distintos energéticos bajo una única categoría combustibles, lo cual no permite desagregar el consumo.
- **Problemas metodológicos de recopilación de información:** en ninguno de los trabajos mencionados el criterio de selección de las industrias fue su importancia en el consumo energético, por lo tanto no se puede estimar de forma segura que porcentaje del sector fue relevado.
- **Tamaños de las muestras insuficientes:** UTE declara que existen aproximadamente 5.300 suministros industriales en el departamento mientras que la cantidad de industrias relevadas para confeccionar el inventario de emisiones atmosféricas o por la UEI de la IM no supera las 150. Si bien, según el padrón de UTE las industrias relevantes en cuanto a la potencia contratada (mayor a 50kVA) se pueden estimar aproximadamente en unas 500, no se tiene información suficiente para asegurar si el número manejado es representativo para el sector.

Por todo lo antedicho, es claro que existen variados esfuerzos orientados a la recopilación de información acerca del consumo energético del sector industrial, que son llevados adelante por diferentes organismos e instituciones pero de forma descoordinada.

En definitiva, los datos que se muestran a continuación permiten una caracterización del sector a grandes rasgos y no se pretende por lo tanto mostrar una descripción acabada de la matriz energética del sector industrial para el departamento.

Bajo las hipótesis detalladas anteriormente, que brindan desde el punto de vista numérico un mismo resultado, se

destacan como fuentes de energía la leña (30%), energía eléctrica (28%), Fuel Oil (17%), y Residuos de Biomasa (11%) como se presenta en la figura 14.

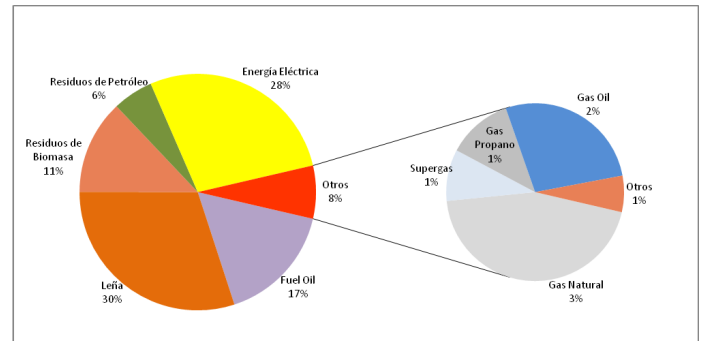


Figura 14: Consumo del Sector Industrial desagregado por energético

En este contexto de caracterización relativa y no concluyente, dentro de los usos en la industria se reconocen:

- Iluminación
- Generación de Vapor
- Cogeneración de Vapor
- Otras Calderas
- Calor Directo
- Fuerza Motriz
- Frío de Proceso
- Transporte Interno
- Electroquímico
- Usos No Productivos
- Usos No Energéticos

En la figura 15 puede observarse que el principal destino de la energía sería la Generación de vapor (38%), luego el seguirían el calor directo (25%), y la fuerza motriz (18%).

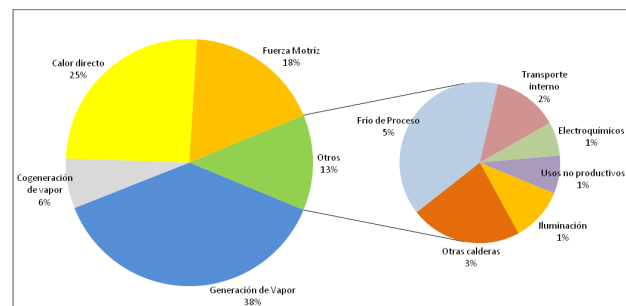


Figura 15: Consumo energético del Sector Industrial según el destino de la energía

V. SECTOR TRANSPORTE

En [1], se enumeran los consumos de los vehículos en circulación en todo el territorio nacional, por lo cual se necesita procesar los datos para desagregar el consumo correspondiente a Montevideo.

Para deducir el consumo de energía por parte del sector Transporte en el Departamento de Montevideo se debió recorrer el camino inverso al seguido por [1]. La

información con la que se contó para hacerlo se reduce al consumo del sector a nivel del país, al parque vehicular en circulación estimado por el MIEM y al inventario de patentes de rodados de las intendencias municipales. Las diferencias en las clasificaciones de cada organismo forzaron a realizar una redistribución del parque vehicular en circulación en función del empadronamiento que figura en las bases de datos de las intendencias. Por último, a partir de la estimación de la proporción de vehículos que circulan en Montevideo se asignó un consumo proporcional al consumido en todo el país.

A los efectos de verificar los resultados antes presentados, se utilizó información disponible sobre consumo de combustibles en las estaciones de Montevideo en 2006, obtenida a partir del Anuario 2007 del MTOP. Allí se observa que en las estaciones se consumió un 27% más de Gas Oil y un 22% más de nafta respecto de los valores calculados por métodos indirectos explicados anteriormente. Una primera explicación que surge es que en Montevideo circulan vehículos que no están empadronados en el departamento, por lo cual la estimación a partir del empadronamiento lleva a subestimar el consumo en la capital. Por otra parte, para verificar la validez de esta comparación, debe estimarse la estructura del consumo en las estaciones de servicio de forma de desagregar sólo aquel consumo utilizado para el transporte.

Para estimar cuánto influye la presencia de vehículos empadronados fuera de Montevideo, se solicitó información a la IM acerca de los vehículos que efectivamente circulan en Montevideo. Realizando el ajuste de los resultados obtenidos en primera instancia, al alza tanto para los Autos y Camionetas y para las Motocicletas, se obtiene que el consumo de combustible en las estaciones de servicio es menor al consumo estimado. Esto puede explicarse debido a la cantidad de autos que se trasladan desde la zona metropolitana a la capital.

En la figura 16 se presentan los resultados de las estimaciones primarias realizadas para el departamento de Montevideo, destacándose el consumo de los automóviles (44%) y el del transporte público (taxis y ómnibus, 26%).

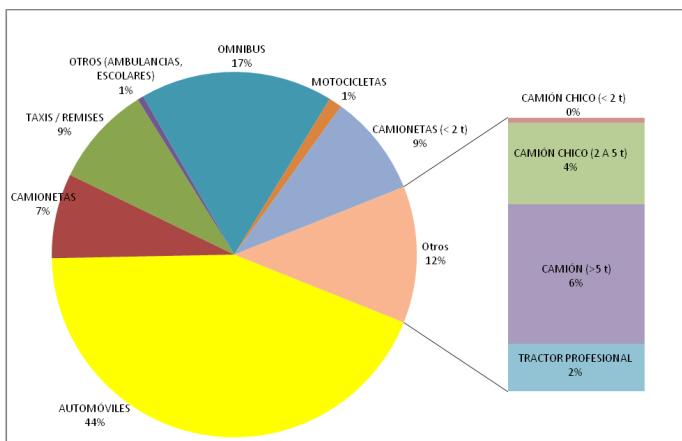


Figura 16: Consumo energético del Sector Industrial según el destino de la energía

La subdivisión por tipo de combustible se muestra en el siguiente gráfico, destacándose la predominancia del Gas Oil como fuente principal de energía para el transporte en Montevideo, tal como se presenta en la figura 3.1.19.

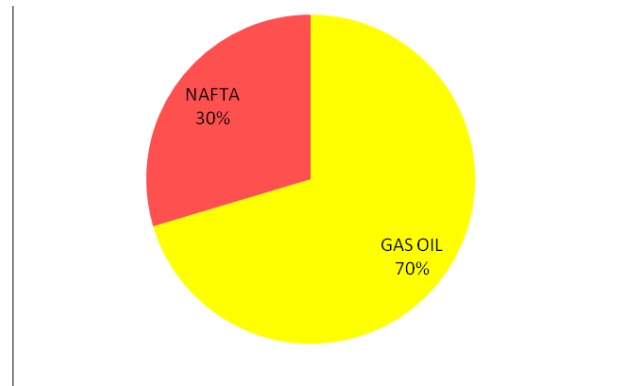


Figura 17: Consumo del sector transporte según tipo de combustible

VI. SECTOR AGROPECUARIO

En [1] se presenta el consumo energético de este sector separado según las fuentes y usos de los energéticos, y según la utilización de cada fuente de energía según cada actividad que compone el sector agropecuario.

Como fuente de información para el escalamiento desde los datos a nivel de todo el país hacia el consumo energético en Montevideo, se utilizó el Censo Agropecuario del año 2000 realizado por el Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP), el cual posee información muy detallada acerca de la distribución de la agropecuaria actividad para cada subsector en el país y su producción.

Dada la variedad de actividades que componen este rubro, para cada subsector se elige una variable de escalamiento adecuada que relacione el nivel de actividad con el consumo energético, de forma tal de estimar el consumo en Montevideo a partir de los datos a nivel país. A continuación se presentan las variables elegidas para cada subsector:

Subsector	Variable de Reducción
Fruticultura	Superficie cultivada
Viticultura	Superficie cultivada
Horticultura	Superficie cultivada
Cerealeros	Superficie cultivada
Arroz	Superficie cultivada
Vacunos (carne)	Cabezas
Ovinos	Cabezas
Porcinos	Cabezas
Aves	Cabezas
Vacunos (leche)	Litros producidos
Forestal	Superficie Cultivada

Así, surge la distribución del consumo energético del sector Agropecuario en Montevideo desagregado por Subsectores, observándose que el sector que más consume en

el departamento es el Avícola (78 %); la energía restante se distribuye fundamentalmente entre 3 subsectores: Fruticultura (8 %), Viticultura (7 %) y Horticultura (6 %) como se presenta en la figura 18.

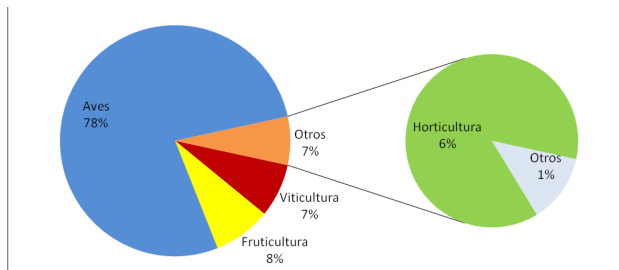


Figura 18: Consumo del sector Agrícola según subsector

Utilizando las mismas hipótesis, puede estimarse la distribución del consumo energético según la fuente utilizada. Los resultados indican que el principal energético del sector es la leña (63 %); la siguen el gas oil (20 %) y la energía eléctrica (12 %), lo cual se presenta en la figura 19.

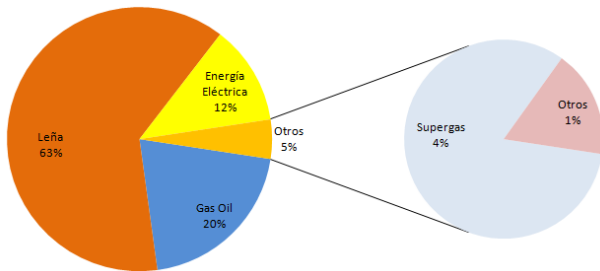


Figura 19: Consumo del sector Agrícola según fuente

Finalmente, a partir del porcentaje de consumo en Montevideo por cada energético, se calcula el Consumo de energía según la forma de utilizarla. En la figura 20 se presenta el consumo del sector agrícola según los usos más importantes.

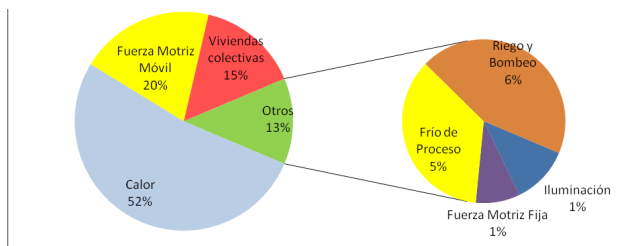


Figura 20: Consumo energético del sector Agrícola, desagregado según la utilización de la energía

VII. SECTOR CONSTRUCCIÓN

Se supuso para este sector, que el consumo energético es proporcional de forma directa al nivel de ocupación. Por lo tanto conociendo el porcentaje de ocupados en Montevideo con respecto al país, podemos obtener una idea de la magnitud

del consumo energético en el departamento.

La información sobre la cantidad de personas ocupadas en la construcción en Montevideo, y en el país (para el año de referencia 2006), fue obtenida a partir de información brindada por la Unidad de Estadística de la IM y a información obtenida en el portal de internet del INE.

Procesando dicha información se obtuvo que, para el año 2006, el 35 % del total de la gente ocupada en el sector trabajaba en Montevideo. Por lo tanto, aplicando dicha proporción al consumo energético total, se obtiene el consumo del sector Construcción para el departamento.

En la figura 21 se exhiben las distribuciones por fuentes y usos de la energía, donde se destaca la fuerte dependencia del gasoil (81 %), seguida por la energía eléctrica (18 %).

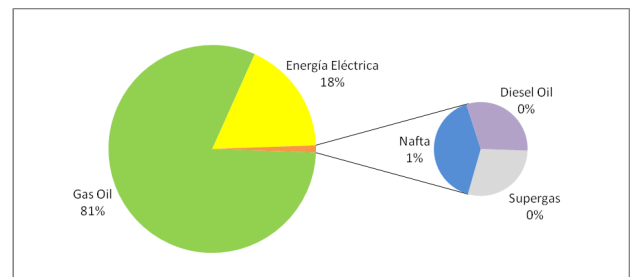


Figura 21: Consumo energético del sector Construcción, según fuente de energía

En la figura 22, se observa que la mayor parte de la energía se utiliza para Fuerza Motriz Móvil (80 %), luego lo siguen la Fuerza Motriz Fija (14 %) e iluminación (5 %).

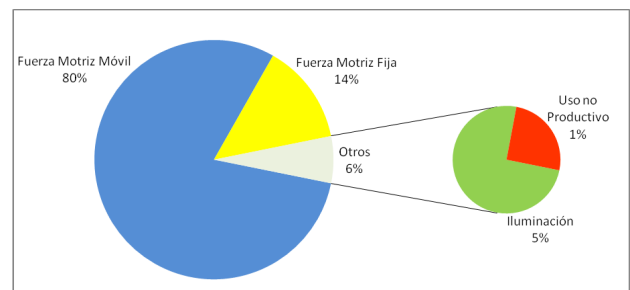


Figura 22: Consumo energético del sector Construcción, según usos de la energía

VIII. SECTOR PESCA

A los efectos de determinar la porción de consumo del sector Pesca correspondiente a Montevideo se utilizó el informe elaborado por la FAO (Food and Agriculture Organization, Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas) con fecha de enero de 2003, en el cual se detallan los principales puntos de desembarque del país, tanto a nivel de pesca industrial y de pesca artesanal, con el agregado que se detallan las toneladas desembarcadas en cada puerto según se trate de actividad industrial o artesanal. Si bien esta información está comprendida entre los años 1997-2001, se realiza la

hipótesis que se mantiene la proporción de desembarque en Montevideo con respecto al país, para ambos rubros artesanal e industrial. Se utilizó entonces como variable de escalamiento, las toneladas desembarcadas en cada Terminal marítima.

Debido a que el volumen de pesca artesanal es significativamente menor al de la pesca industrial, se decidió usar como variable de escalamiento esta última para todos los usos, excepto para el uso de propulsión artesanal, en la que se utilizó como variable de escalamiento las toneladas desembarcadas para dicha clasificación. El principal punto de desembarque de pesca artesanal, y el más significativo en toneladas según el informe de la FAO, es la zona de Pajas Blancas, mientras que el punto de desembarque industrial es evidentemente el puerto de Montevideo.

En la figura 23 se exhiben los resultados, donde puede observarse la fuerte dependencia del sector del Gas Oil (82 %) y en menor medida de la energía eléctrica (18 %).

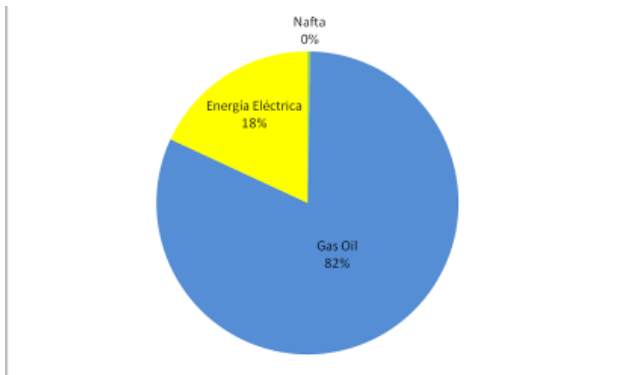


Figura 23: Consumo energético del sector Pesca, según fuente

El principal uso del sector es evidentemente el de la fuerza motriz de propulsión con el 79 % como se presenta en la figura 24.

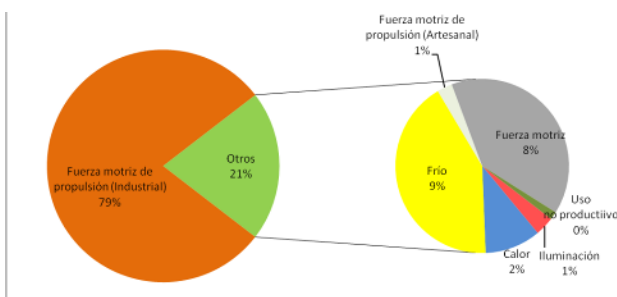


Figura 24: Consumo energético del sector Pesca, según uso

IX. SECTOR MINERÍA

En [1] se presentan los consumos de energía neta por fuentes y usos en todo el territorio nacional para el sector, subdividido en 3 grupos:

- Grupo 1: materiales para la construcción e industriales

- Grupo 2: rocas de aplicación, metales y piedras preciosas
- Grupo 3: relacionado exclusivamente con la producción de oro

Para escalar el consumo energético nacional para deducir este consumo en el departamento de Montevideo, se utilizó información estadística de la Dirección Nacional de Minería y Geología (DINAMIGE) del MIEM, en la cual se ofrecen los datos de producción de minerales por departamento.

La hipótesis utilizada en este caso es que el consumo energético del sector es proporcional a la cantidad de toneladas producidas y que la extracción de todos los minerales requiere la misma energía por tonelada producida. Si bien esto último no es necesariamente cierto en todos los casos, este criterio permite tener una estimación razonable del consumo del sector.

Observando la producción de minerales de Montevideo, solamente se encuentran minerales correspondientes al Grupo 1. Se procedió entonces a clasificar la producción de minerales pertenecientes al Grupo 1 por departamento, resultando que un 12 % de la producción (en toneladas) de estos minerales se producen en Montevideo. Por lo tanto, dicho porcentaje del consumo energético a nivel país del Grupo 1 se asigna al departamento.

En la figura 25 se presentan gráficos de consumo energético del sector por fuentes y usos. Se observa que el principal consumo de energía es para Fuerza Motriz Móvil y Fija (85 %) y en la figura 26 se observa que la principal fuente de energía es el Gas Oil (74 %), sumada a la Leña (14 %) y la Energía Eléctrica (12 %).

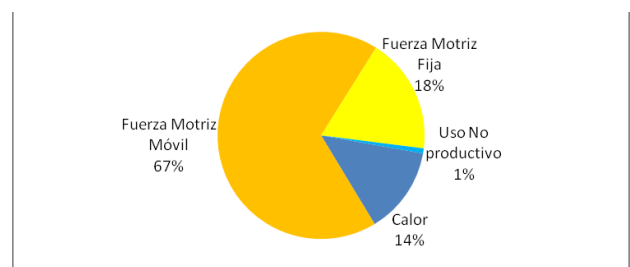


Figura 25: Consumo energético del sector Minería, según uso de la energía

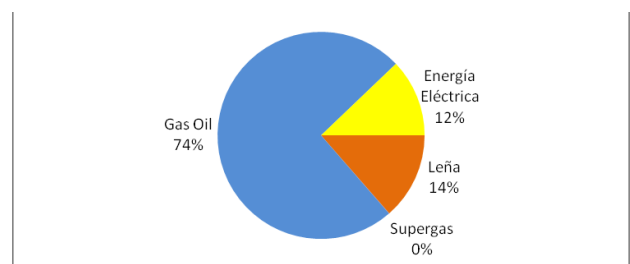


Figura 26: Consumo energético del sector Minería, según fuente de la energía

X. CONCLUSIONES

Las siguientes gráficas agrupan la información presentada anteriormente, donde se muestra matriz energética del departamento de Montevideo según el sector consumidor.

Como puede apreciarse en la figura 27, los principales sectores del departamento son el Transporte (34%), el sector Residencial (25%) y la Industria (23%).

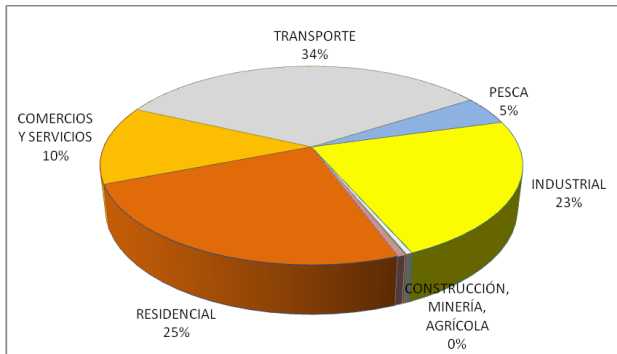


Figura 27: Consumo energético del departamento de Montevideo, desagregado según subsectores de la economía

Los principales energéticos utilizados en el departamento son la electricidad (29%), el Gas Oil (22%), la Leña (17%), y al igual que en la matriz nacional, se observa en la figura 28 una gran dependencia de los derivados del petróleo (43%).

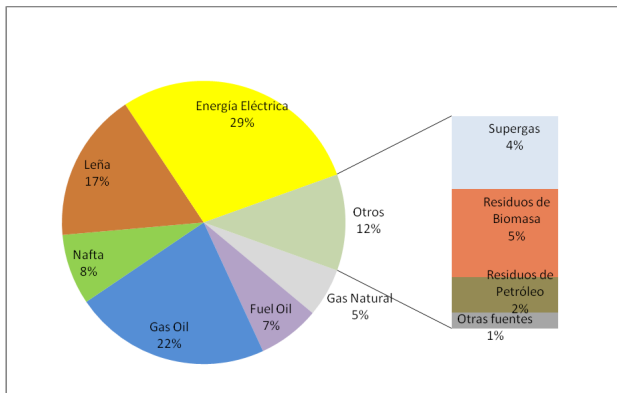


Figura 28: Consumo energético del departamento de Montevideo, desagregado según energético

XI. TRABAJOS A FUTURO

Para etapas posteriores, sería conveniente obtener para los distintos energéticos una información para el departamento con una desagregación por lo menos similar a la que proporcionó UTE. Una vez realizado esto, sería recomendable actualizar la matriz energética.

APÉNDICE A

FUENTES DE INFORMACIÓN

A continuación se detallan las fuentes de información utilizadas:

- Sector Residencial
 - Consumo eléctrico residencial año 2006 (UTE)
 - Consumo de Gas Natural Residencial año 2006 (Montevideo Gas)
 - Población por departamento año 2006 (Instituto Nacional de Estadística - INE)
- Sector Comercios y Servicios
 - Consumo eléctrico por subsector
 - Consumo eléctrico de alumbrado público de Montevideo
 - Consumo de Gas Natural
- Sector Industrial
 - Consumo de electricidad sector Industrial en Montevideo
 - Cantidad de suministros eléctricos industriales
 - Consumo de Gas Natural
 - Cantidad de personas empleadas en la Industria
 - Consultados
 - Unidad de Efluentes IM
 - Relevamiento de emisiones
 - Cámara de Industrias
 - MIEM
- Sector Transporte
 - Anuario estadístico
 - Empadronamiento por departamento
 - Consumo de combustible en estaciones de Montevideo
 - Vehículos en circulación
- Sector Pesca
 - Desembarques en puerto de Montevideo
- Sector Construcción
 - Nivel de ocupación en la construcción en Montevideo
 - Tasa de empleo
- Sector Minería
 - Producción minera por mineral
- Sector Agrícola
 - Superficie cultivada por departamento
 - Total de cabezas de ganado por departamento

REFERENCIAS

- [1] Estudios de base para el diseño de estrategias y políticas energéticas: relevamiento de consumos de energía sectoriales en términos de energía útil a nivel nacional, año 2006, *Fundación Bariloche*, Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear, Ministerio de Industria, Minería y Energía
- [2] Balance Energético Nacional, año 2006, Ministerio de Industria, Minería y Energía
- [3] Inventario de Emisiones, año 2006, Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería, en el marco de un convenio entre el MVOTMA y la UDELAR

Cataldo, José es Ingeniero Industrial, opción Mecánica graduado en 1986; Magíster en 1992 y Doctor en 1998 ambos en Mecánica de los Fluidos Aplicada en la Facultad de Ingeniería, Universidad de la República; Profesor Titular en Régimen de Dedicación Total del Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República.

Su especialidad es Hidromecánica e Ingeniería del Viento. Es responsable de las actividades que se desarrollan en la Facultad de Ingeniería en Ingeniería del Viento y Energías Renovables, contándose entre los proyectos realizados el diseño y construcción de un túnel de viento, la instalación del primer aerogenerador industrial en Uruguay, la realización de ensayos aerodinámicos y aeroelásticos de estructuras, estudios de confort eólico, desarrollo del mapa eólico del Uruguay y del mapa solar del Uruguay y estudio de vibraciones en turbomáquinas.

Su actividad en el ambiente profesional se desarrolla en el área de dispersión de contaminantes atmosféricos y en el estudio de procesos con movimiento de aire como son el secado y la ventilación de grandes ambientes.

Actualmente es el Presidente de la Asociación Latinoamericana en Ingeniería del Viento.

Vignolo, Mario es Ingeniero Eléctrico egresado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República de Uruguay. Posee un Master of Science in Electrical Power Engineering (2001) de la University of Manchester (UMIST), Reino Unido y un Doctorado en Ingeniería Eléctrica (2007) realizado en forma mixta entre la Universidad de la República y la University of Florida de EE.UU. Adicionalmente, tiene un postgrado en Regulación Económica de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de la República.

Desde 2000 es Profesor Adjunto del Departamento de Potencia de la Facultad de Ingeniería donde es docente e investigador, habiendo publicado más de 25 trabajos en conferencias y revistas científicas.

Actualmente se desempeña como Jefe del Departamento de Potencia en el Instituto de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería y además como consultor independiente en el área de la ingeniería eléctrica y de la energía.

Nunes, Ventura es Ingeniera Industrial, egresada de la Facultad de Ingeniería, Universidad de la República. Es Profesora Titular del Departamento de Potencia del Instituto de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería, Universidad de la República.

Dentro de sus actividades en el Grupo de Trabajo en Energías Renovables, se cita la dirección de diversos proyectos sobre energía eólica y energización rural, numerosas publicaciones y asesoramientos a instituciones públicas y privadas.

Actualmente, es integrante del Comité Académico de Energía de la Asociación de Universidades del Grupo Montevideo, en representación de UDELAR.

Es senior member de IEEE.

Pérez, Guzmán es estudiante de la carrera de Ingeniería Eléctrica Perfil Potencia en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República.

Durante el año 2010 ha trabajado como investigador en el marco del convenio celebrado entre la Facultad de Ingeniería y la Intendencia de Montevideo para la elaboración de un Plan Estratégico de Gestión de la Energía. Además, ejerce la docencia dictando la asignatura Electrotécnica para las carreras de Ingeniería Mecánica y Química.

En el sector privado, desde 2007 se desempeña como Jefe de Obras de Montajes Electromecánicos en la empresa Electrosistemas SRL.

Sellanes, Matías es estudiante de la carrera de Ingeniería Eléctrica Perfil Potencia en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República.

Durante el año 2010 ha trabajado como investigador en el marco del convenio celebrado entre la Facultad de Ingeniería y la Intendencia de Montevideo para la elaboración de un Plan Estratégico de Gestión de la Energía.

Se desempeña como ayudante del Laboratorio de Fotometría del Instituto de Ingeniería Eléctrica, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República, y ejerce la docencia en la misma casa de estudios dictando la asignatura Electrotécnica para las carreras de Ingeniería Mecánica y Química.