



Proyecto financiado  
por la Unión Europea

# PROSPECTIVA ENERGÉTICA

## DEFINICIÓN DEL AÑO BASE - SECTOR INDUSTRIAL

### AGOSTO 2020

Proyecto  
implementado por:





## **“Eficiencia Energética en Argentina”, apostando por conformar un sector energético más sostenible y eficiente en Argentina**

Este documento de trabajo ha sido elaborado por los Lic. Gustavo Nadal y Aliosha Behnisch con la colaboración de la Ing. Hilda Dubrovsky en el marco del Proyecto “Eficiencia Energética en Argentina” financiado por la Unión Europea.



## INDICE

<b>1. Introducción</b> .....	5
<b>2. Primera aproximación al consumo energético industrial desagregado por ramas y fuentes</b> ....	6
<b>3. Matrices de Fuentes y Usos</b> .....	10
3.1. Introducción .....	10
3.2. Notas metodológicas del tratamiento de la autoproducción .....	13
3.3. Notas metodológicas del tratamiento de las Pymes, las ramas seleccionadas, y del Resto Grandes Industrias. ....	14
3.3.1 Pymes .....	14
3.3.2 Hierro y Acero.....	16
3.3.3 Aluminio .....	18
3.3.4 Cemento .....	19
3.3.5 Pulpa y papel .....	21
3.3.6 Aceites varios (y Harina de soja) .....	22
3.3.7 Petroquímica .....	23
3.3.8 Matrices fuentes y usos (Muy Grandes y Grandes) .....	25
<b>Anexo 1. Análisis de Pymes y Estimación de sus consumos energéticos</b> .....	26
<b>Anexo 2. Ingenios</b> .....	48

### Índice de gráficos

Gráfico 1 Estructura sectorial estimada del consumo energético de la industria manufacturera .....	7
Gráfico 2. Estructura del Consumo energético por Sector/producto y Fuente (%) .....	8
Gráfico 3. Consumos de energía neta estimados de Grandes Industrias por rama (incluyendo Minería y Construcción), Pymes y Otras grandes (Ktep). ....	11
Gráfico 4. Consumos estimados por fuente de Grandes Industrias por rama (incluyendo Minería y Construcción), Pymes y Otras grandes (Ktep). ....	11
Gráfico 5. Estructura por usos del Sector Hierro y Acero, Grandes Empresas (Ktep, %) .....	17
Gráfico 6. Estructura por usos del Aluminio, Grandes Empresas (Ktep, %) .....	19
Gráfico 7. Estructura por usos del Cemento, Grandes Empresas (Ktep, %) .....	20
Gráfico 8. Estructura por usos del Sector Pulpa y Papel, Grandes Empresas (Ktep, %) .....	22
Gráfico 9. Estructura por usos del Sector Aceite y Harina de Soja, Grandes Empresas (Ktep, %) .....	23
Gráfico 10. Estructura por usos del Sector Petroquímico, Grandes Empresas (Ktep, %) .....	25
Gráfico A1: Evolución PBI Argentina, América Latina y Mundo. 1990-2017. Base 100=1990. ....	28
Gráfico A2: Tasa de crecimiento real del PIB. Promedio del período .....	29



Gráfico A3: Contribución al crecimiento de los componentes del PIB.....	30
Gráfico A4: Formación Bruta de Capital Fijo. Tasa de variación y tasa de inversión (valores constantes) .....	30
Gráfico A5: La industria en la economía - Principales variables. Años 2004-2017 .....	31
Gráfico A6: Composición del empleo industrial según categoría de empresa .....	33
Gráfico A.7: Consumo energético del sector industrial en miles de TEP ajustados por productividad para los años 1997-2000 y 2005-2017 .....	35
Gráfico A.8: Composición del consumo energético según categoría de empresa, ajustados por productividad, para los años 1997-2000 y 2005-2017 .....	36
Gráfico A.9 Participación en el consumo energético industrial total según categoría. Año 2017.....	46
Gráfico A.10: Composición del consumo energético por sector de actividad industrial en PyMES . 2017.....	47
Gráfico A.11. Estructura por usos del Sector Ingenios Azucareros (Ktep, %) .....	50

### Índice de tablas

Tabla 1 Estimación del Consumo energético de la industria manufacturera .....	8
Tabla 2 Consumos estimados por fuentes de Grandes Industrias por rama (incluyendo Minería y Construcción), Pymes y Otras grandes (Ktep).....	10
Tabla 3. Consumos de 6 Ramas prioritarias, Pymes y Resto Grandes, y BEN2017 .....	14
(AP y consumo Industrial en Ktep) .....	14
Tabla 4. Matriz de Fuentes y Usos del Sector Hierro y Acero – Grandes Empresas (Ktep).....	17
Tabla 5. Matriz de Fuentes y Usos del Sector Aluminio – Grandes Empresas (Ktep) .....	18
Tabla 6. Matriz de Fuentes y Usos del Sector Cemento – Grandes Empresas (Ktep) .....	20
Tabla 7. Matriz de Fuentes y Usos del Sector Pulpa y Papel – Grandes Empresas (Ktep) .....	21
Tabla 8. Matriz de Fuentes y Usos del Sector Aceites y harina de soja – Grandes Empresas (Ktep)....	23
Tabla 9. Matriz de Fuentes y Usos del Sector Petroquímico – Grandes Empresas (Ktep) .....	24
Tabla A1: Participación de la industria sobre empleo, VBP y VAB. Años 2005, 2010, 2015 y 2017. ....	31
Tabla A2: Industria Manufacturera, TMAA, Participación promedio sobre VAI y sobre crecimiento del VAI. Años 2000-2017. ....	31
Tabla A.3: Consumo energético del sector industrial por sector de actividad para los años 1997-2000 y 2005-2017 (en miles de TEP) .....	37
Tabla A.4: Consumo energético de Grandes Empresas del sector industrial por sector de actividad para los años 1997-2000 y 2005-2017 (en miles de TEP).....	38
Tabla A.5: Consumo energético de PyMEs del sector industrial por sector de actividad para los años 1997-2000 y 2005-2017 (en miles de TEP).....	41
Tabla A.6: Participación en el consumo energético de categoría de empresa por sector de actividad. Años 2000, 2005, 2010 y 2017. ....	43
Tabla A.7: Consumo energético por empresa, por categoría y sector, en TEP para los años 2000, 2005, 2010 y 2017. ....	44
Tabla A.8. Matriz de Fuentes y Usos de los Ingenios azucareros (2017) .....	49



## Introducción

Una de las actividades principales del proyecto de cooperación se basa en la elaboración de la propuesta del Plan Nacional de Eficiencia Energética (PlanEEAr). La elaboración del PlanEEAr se basa en una metodología desarrollada en detalle en la “*Guía Metodológica para la Elaboración de un Plan Nacional de Eficiencia Energética en Argentina*”. Uno de los pasos fundamentales de la metodología se refiere a la selección de los sectores en los cuales concentrarse para la elaboración del plan.

Como parte de la elaboración del PlanEEAr se realizará una Prospectiva Energética con año base 2017 y proyecciones al 2030/2040. Se simulará con el Modelo Leap el sector energético nacional (demanda y Oferta) en tres escenarios de eficiencia energética (alta, media, y baja). En la demanda se profundizará en el conocimiento de los **sectores residencial, transporte e industria** ya que, de acuerdo al Balance Nacional de Energía estos sectores son los que en conjunto explican el 79% del consumo de energía final en 2017. En esos sectores se simularán medidas de eficiencia, y se podrán conocer los principales impactos que dichas medidas generarán en la Energía, el Ambiente (emisiones GEI) y la Economía (e.g. análisis beneficio costo desde el punto de vista del sistema energético en su conjunto).

Dentro del sector Industrial existen diferentes y variadas actividades, con diferente relevancia en lo que hace a su participación tanto en la economía, como en la energía, o en el ambiente. En este documento<sup>1</sup> de trabajo, se presenta una revisión de la selección de las ramas/productos más importantes o prioritarios del sector manufacturero.

Luego de realizarse diversos ajustes a los resultados obtenidos en los diagnósticos sectoriales, se ha elaborado para el año base y para cada una de las seis ramas/productos industriales seleccionadas, una matriz representativa de consumo de energía neta por fuentes y usos (asociados a sus principales procesos productivos). Sobre estas matrices se aplicarán cuantitativamente algunas medidas de eficiencia energética, seleccionadas a través de un mecanismo de consulta y del análisis de expertos en el sector industrial. De esta forma se podrán conocer y comparar mediante su simulación en el modelo LEAP, los impactos de estas medidas mediante diversos indicadores de las esferas económica, energética y ambiental.

A partir de las actividades mencionadas, quedará elaborada una propuesta de configuración y apertura del Año Base del sector Industrial (y sus principales subsectores) que permitirá avanzar en la realización del ejercicio prospectivo energético nacional.

**Finalmente, vale aquí destacar que, si bien, se ha avanzado en el conocimiento de los consumos por fuentes a nivel de cada rama/producto, la incertidumbre en los datos de origen hace que las conclusiones obtenidas sean preliminares, en especial respecto de las intensidades energéticas estimadas y, en consecuencia, que las recomendaciones se encuentren sujetas a revisión y validación. Estas estimaciones, intentan actuar como disparadores en la interacción con los sectores productivos<sup>2</sup>. La futura implementación del plan propuesto, así como la estructuración de un sistema de información detallado sectorial, darían la oportunidad, si las autoridades lo decidieran, de lograr estimaciones más exactas y avanzar sobre medidas, técnicas y de buenas prácticas, específicas, viables y factibles.**

---

<sup>1</sup> Este documento de trabajo ha sido elaborado por los Lic. Gustavo Nadal y Aliosha Behnisch con la colaboración de la Ing. Hilda Dubrovsky.

<sup>2</sup> Que continuara de diferentes formas hasta la finalización del proyecto.



Acompaña a este documento un archivo Excel<sup>3</sup>, con los principales cálculos realizados para cumplimentar los objetivos de este Capítulo. A lo largo del documento se irá haciendo referencia a las diferentes hojas que lo componen.

A continuación se presenta una síntesis de los principales pasos a seguir para la caracterización y modelación del sector industrial:

Etapa	Estado
a) Relevamiento de información (energética, ambiental, económica) de las ramas especificadas en los TdR (prediagnósticos)	Completada
b) Primera caracterización del consumo energético industrial por ramas y por fuentes energéticas	Completada
c) Priorización de ramas sobre las cuales se realizará un análisis detallado y modelado de medidas de eficiencia energética (priorización en base a indicadores derivados de la info de a y b).	Completada
d) Identificación y caracterización de medidas de eficiencia energética prioritarias por rama (tres categorías: baja inversión, media inversión, alta inversión)	En revisión
e) Segunda caracterización del consumo energético industrial por fuentes energéticas, desagregando seis ramas prioritarias, pymes y resto de industrias grandes. Dada la escasa información disponible y el elevado grado de incertidumbre para realizar esta desagregación, se utilizaron dos metodologías, una desde el lado energético y una desde el lado económico de tal forma de poder comparar resultados y elegir el método más adecuado.	Completada
f) Elaboración de matrices por fuentes y usos para las seis ramas prioritarias (en base a información secundaria y el análisis de expertos)	Completada
g) Configuración del año base en el modelo LEAP con la apertura descripta anteriormente	En proceso
h) Configuración de los escenarios de prospectiva en LEAP. Modelación de las medidas de eficiencia energética seleccionadas	Pendiente
i) Obtención de resultados y análisis mediante la comparación de indicadores	Pendiente
j) Debugging del área LEAP y realimentación	Pendiente

## 1. Primera aproximación al consumo energético industrial desagregado por ramas y fuentes<sup>4</sup>

Debido a que no todas las ramas de la industria manufacturera cuentan con la misma relevancia para ser incorporadas en una primera instancia al plan, la Secretaría de Energía solicitó el estudio de las siguientes ramas/productos<sup>5</sup>: **Hierro y Acero, Aluminio, Cemento, Petroquímica, Vidrio, Aceite,**

<sup>3</sup> Excel "Matrices FyU Industria 2017 v2.xls"

<sup>4</sup> Este apartado, a título introductorio, retoma los aspectos más relevantes del documento: PRINCIPALES RAMAS DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA DESDE LA PERSPECTIVA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Aplicación de criterios para priorización en el marco del PlanEEAr, de Abril 2020, puede consultarse en: <https://www.eficienciaenergetica.net.ar/publicaciones.php>

<sup>5</sup> Nótese que se indica que se estudiaron ramas/productos, y es así debido a que en algunos casos se ha podido abordar una rama en su conjunto, y en otros debido a la falta de información sólo se han podido estimar consumos energéticos de los productos predominantes.

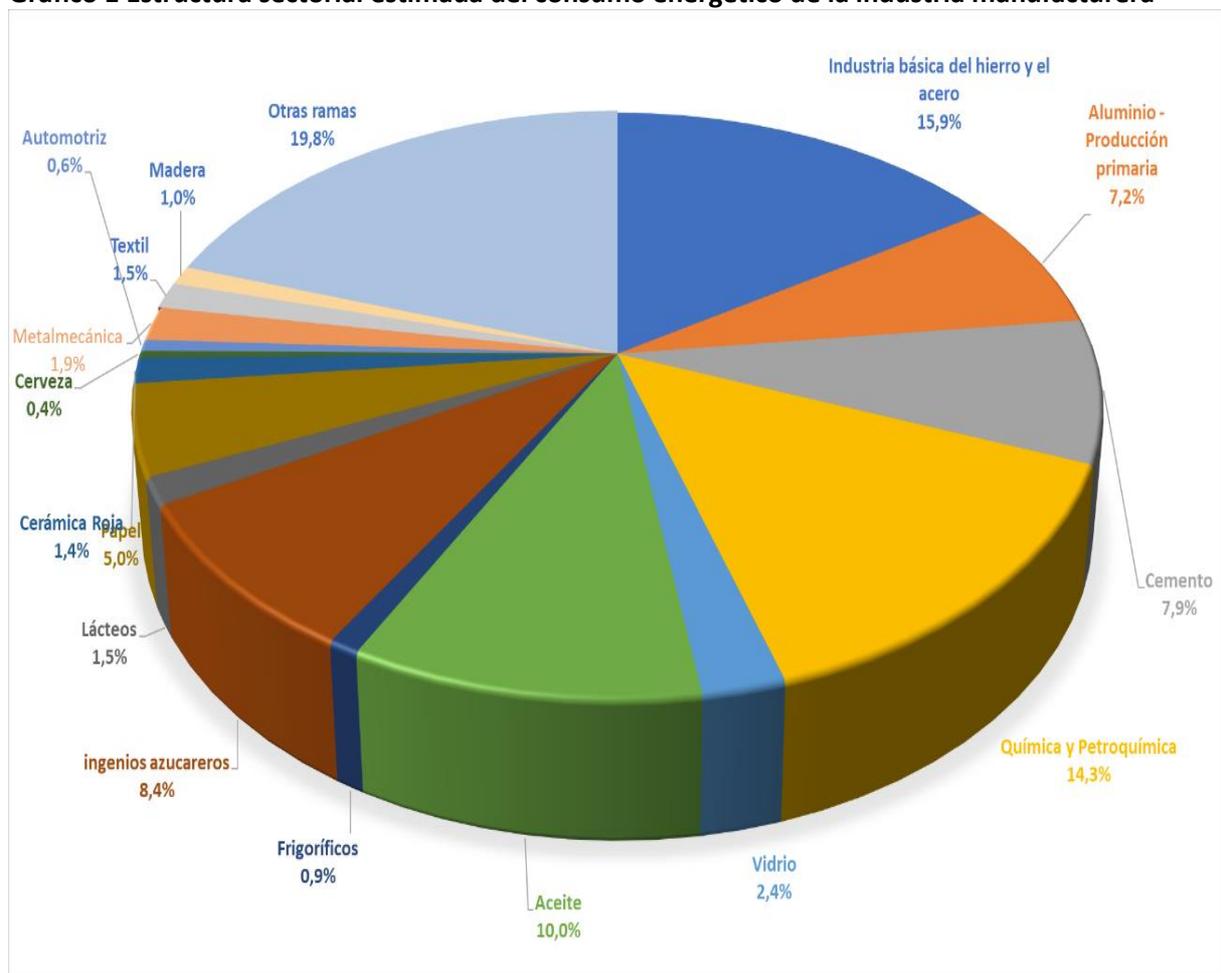


**Frigoríficos, Ingenios, Lácteos, celulosa y Papel, Cerámica Roja, Cerveza, Automotriz, Metalmecánicos, Textil, y Madera.**

Se realizaron los diagnósticos económicos y energéticos<sup>6</sup> de las ramas/productos mencionados, y en base a la limitada información disponible y a diferentes hipótesis propias se estimaron los consumos energéticos por fuentes y por rama/producto.

De esta forma se pudo estimar inicialmente que el consumo de las ramas/productos mencionados anteriormente fue de 10,438 KTep sobre un total de 12,623 KTep correspondiente al consumo final industrial y 3,419 kTep de consumo total para AP reflejados en el BEN 2017 (Hoja "Consumo por fuente"). Debe tenerse en cuenta que el consumo estimado por ramas incluye consumos para AP y no corresponde exclusivamente a consumo final. El gráfico siguiente, ilustra sobre la participación de cada producto/rama en el consumo estimado.

**Gráfico 1 Estructura sectorial estimada del consumo energético de la industria manufacturera**



Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la participación de las distintas fuentes energéticas en cada rama/producto se pudo elaborar una estructura para cada una, según puede observarse en la tabla y gráfico siguiente.

<sup>6</sup> Los Diagnósticos sectoriales, pueden consultarse en: <https://www.eficienciaenergetica.net.ar/publicaciones.php>

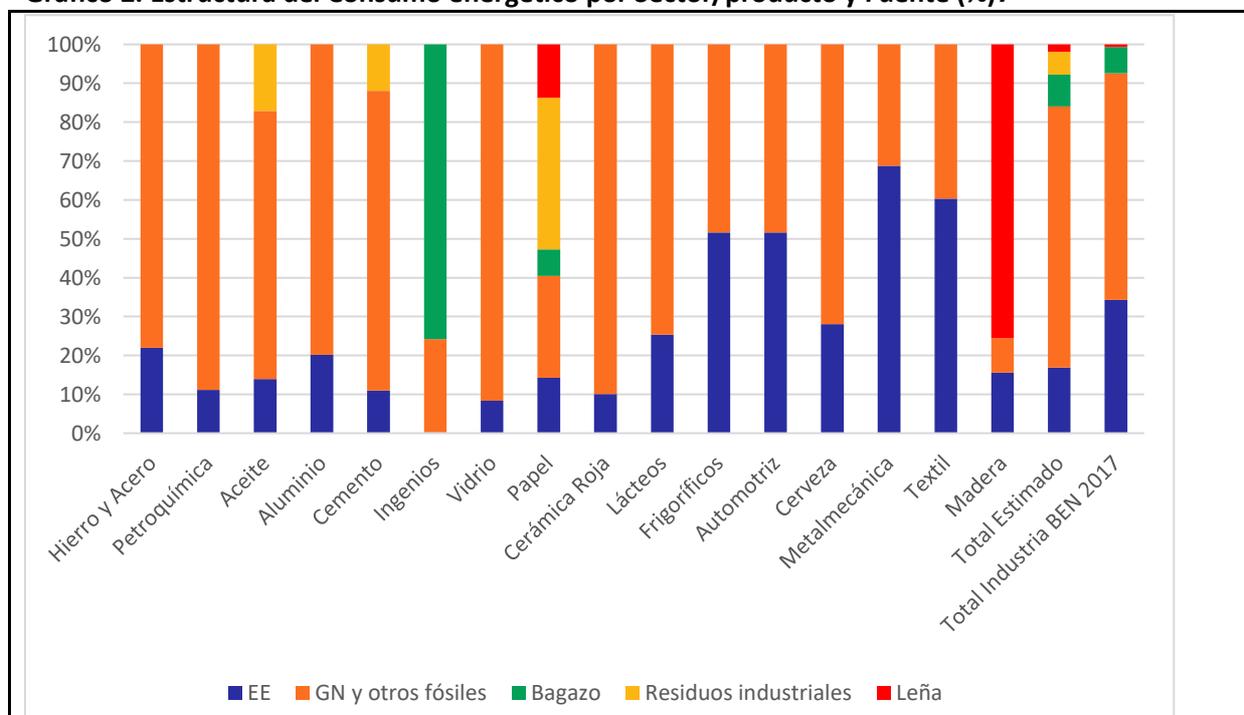


Tabla 1 Estimación del Consumo energético de la industria manufacturera

Rama (17)	Consumo de energía (ktep) 2017					Total	Estructura %
	EE SP	GN y otros fósiles	Bagazo	Residuos industriales	Leña y residuos de madera		
Hierro y Acero	266	1,735				2,001.2	15.9%
Aluminio	183	727				910.3	7.2%
Petroquímica	202	1,604				1,806.2	14.3%
Cemento	109	768		119		995.4	7.9%
Aceite	175	869		215		1,259.0	10.0%
Ingenios	3	254	799			1,055.9	8.4%
Lácteos	47	139				186.2	1.5%
Frigoríficos	58	55				112.8	0.9%
Cerveza	15	38				52.9	0.4%
Vidrio	25	275				300.0	2.4%
Papel	103	188	49	218	73	630.1	5.0%
Cerámica Roja	18	161				179.3	1.4%
Automotriz	41	39				79.7	0.6%
Metalmecánica	164	74				238.1	1.9%
Textil	111	73				183.3	1.5%
Madera	20	12			99	131.0	1.0%
Otras Industrias	2,792	347	-	-	86	2,501.8	19.8%
<b>Total estimado</b>	<b>1,540</b>	<b>7,010</b>	<b>848</b>	<b>552</b>	<b>172</b>	<b>10,121</b>	<b>80.2%</b>
<b>Total Industria (consumo final) BEN 2017</b>	<b>4,332</b>	<b>7,357</b>	<b>848</b>		<b>86</b>	<b>12,623.2</b>	<b>100.0%</b>

Fuente: Elaboración propia, en base a Diagnóstico sectoriales y al BEN 2017

Gráfico 2. Estructura del Consumo energético por Sector/producto y Fuente (%)<sup>7</sup>



Fuente: Elaboración propia en base a Diagnósticos y al BEN 2017

<sup>7</sup> De acuerdo, a los consumos estimados en el diagnóstico sectorial



Se pudo observar, que predominan los consumos de GN, debido a que los usos térmicos son los mayoritariamente presentes en los servicios energéticos de la industria manufacturera, en algunos casos el GN actúa como insumo no energético productivo (e.g. petroquímica, no desagregado en esta primera aproximación). Es necesario aclarar que la información correspondiente a las fuentes distribuidas por redes (EE y GN) posee un menor grado de incertidumbre que el resto de las fuentes (e.g. DO, FO, biomásas, etc.) y que por lo tanto es posible que éstas últimas estén subestimadas en las estimaciones realizadas.

Adicionalmente, se estimaron los consumos específicos por unidad producida, potenciales de ahorro energético en base a la realización de benchmarking con procesos productivos similares estudiados por la UE y USA. Luego, en base a opiniones de expertos, bibliografía internacional, resultados de los talleres de discusión (UIA y CAME<sup>8</sup>) y de las redes de aprendizaje se determinó para cada rama/producto un listado de potenciales medidas de eficiencia energética, clasificadas fundamentalmente según niveles de inversión y de plazos de implementación.

Una vez obtenida la información mencionada, se seleccionó, en base a una serie de indicadores, un número de productos/ramas prioritarias que por su relevancia serán simulados en tres escenarios energéticos con el modelo Leap. Los indicadores utilizados han sido:

- ✓ Importancia/Prioridad
- ✓ Efecto energético
- ✓ Potencial de eficiencia energética
- ✓ Factibilidad de intervención
- ✓ Relevancia económica
- ✓ Costos Energéticos
- ✓ Factibilidad tecnológica
- ✓ Efecto Ambiental

Como resultado del estudio de los indicadores mencionados se ha realizado un análisis conjunto siguiendo dos alternativas metodológicas a fin de obtener la priorización por ramas requerida. Así se arribó al mismo listado de seis ramas/productos relevantes para el PlanEEAr. A su vez se los ha priorizado en tres grupos, ellos son:

- ✓ **Hierro y Acero y Cemento;**
- ✓ **Aluminio y Petroquímica;**
- ✓ **Aceite y Papel.**

El análisis y simulación de medidas de eficiencia a implementar en estas ramas/productos priorizados, permitirá determinar los impactos económicos, energéticos, y ambientales que generan esas decisiones a fin de ser presentadas a los principales actores y validadas.

A continuación, se elaboraron matrices por fuentes y usos a fin de profundizar en el conocimiento de las seis ramas seleccionadas, y posibilitar la programación de medidas de eficiencia a nivel de usos y fuentes. Se elaboraron matrices representativas de los principales usos/equipamientos, y de las diversas fuentes energéticas consumidas en esos usos. En el capítulo siguiente se presentan notas metodológicas para la determinación de las matrices mencionadas y ejemplos de los análisis realizados en cada uno de los sectores.

---

<sup>8</sup> Los resultados principales de los talleres (CAME y UIA), pueden consultarse en: <https://www.eficienciaenergetica.net.ar/publicaciones.php>



## 2. Matrices de Fuentes y Usos

### 2.1. Introducción

En esta etapa del trabajo, se ha realizado una revisión y ajuste de los consumos determinados en la etapa de diagnósticos sectoriales nivel de cada rama/producto (Tabla 1). Utilizando la base de datos completa de Grandes Usuarios de CAMMESA, el Anuario 2017 de ENARGAS, el informe del Sector Eléctrico del Año 2016 y páginas WEB de algunas empresas relevantes se ha realizado para cada rama una separación muy aproximada de las Grandes Empresas de las Pymes<sup>9</sup> <sup>10</sup>. También se han desagregado los consumos de Minería y Construcción, y, por ejemplo, se han deducido los consumos no energéticos estimados de gas natural de la rama Petroquímica, los cuales también figurarían en la demanda final de GN del BEN<sup>11</sup>.

Como resultado de esos ajustes se han obtenido los nuevos consumos por fuentes de las grandes empresas por rama, además de Minería, Construcción, Pymes y Otras grandes (Ktep). La Tabla y gráfico siguientes ilustran sobre los resultados obtenidos (Hoja “Pymes”).

Tabla 2 Consumos estimados por fuentes de Grandes Industrias por rama (incluyendo Minería y Construcción), Pymes y Otras grandes (Ktep).

Resumen Tabla 2	EE AP	EE SP	GN	Otros fósiles (GO, DO, FO, GLP, CM)	Bagazo	Residuos industriales	Leña y residuos de madera	Subtotal
Minería	32	96	21	119	-	-	-	268
Aceite	15	95	748	3	-	-	215	1,077
Ingenios	33	3	254	-	908	-	-	1,198
Lácteos	3	41	89	-	-	-	-	133
Resto alimentos y bebidas	61	374	379	-	-	-	-	814
Textil	2	57	55	-	-	-	-	113
Madera	15	19	12	-	-	-	49	96
Celulósica - papelera	23	103	165	25	54	255	80	705
Química y petroquímica	74	175	888	-	-	-	-	1,137
Fabricación de productos de caucho y plástico	1	91	36	-	-	-	-	128
Cemento	3	109	772	0	-	119	-	1,003
Vidrio	8	25	211	-	-	-	-	244
Cerámica	6	18	161	-	-	-	-	185
Aluminio (primario y semielaborados)	369	183	818	-	-	-	-	1,371
Hierro y Acero (primario y semielaborados)	14	235	1,203	4	-	-	-	1,456
Otros Metales, fundiciones, metalúrgicas, prod. de metal	0	115	9	-	-	-	-	124
Construcción	14	6	-	185	-	-	-	206
Otras industrias grandes	2	68	52	-	-	-	-	122
Industrias pequeñas y medianas	105	1,736	2,534	131	-	12	49	4,568
Total	783	3,549	8,408	468	962	386	394	14,950

Fuente: Elaboración propia

Nota1: dentro del total se incluyen los consumos para AP industrial

<sup>9</sup> Para separar los consumos de las Pymes, se ha recurrido a dos metodologías de trabajo partiendo de datos energéticos que son excluyentes. En el punto 3.3.1. Pymes, se presenta la metodología adoptada. En Anexo 1 se presenta la metodología complementaria, que permitió chequear la consistencia de los consumos energéticos. Esta última metodología ha realizado una estimación partiendo de datos económicos (matriz insumo producto), y ofrece además una primera aproximación a la apertura del consumo pyme por rama.

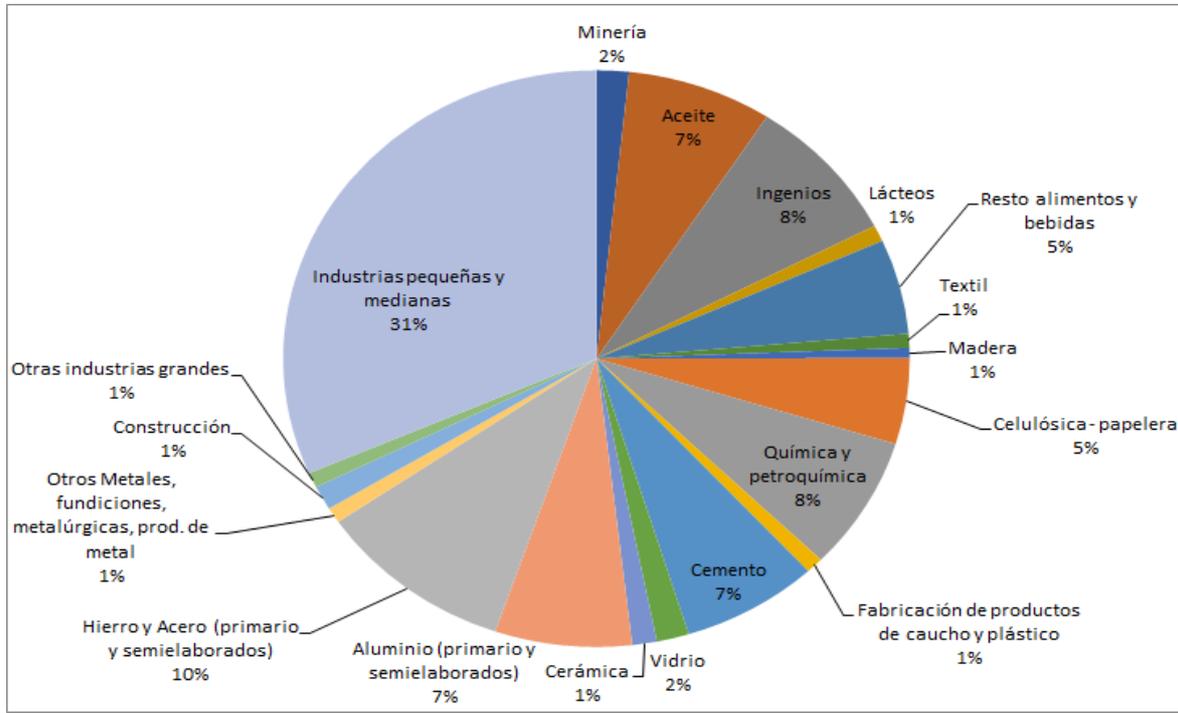
<sup>10</sup> Vale mencionarse que también analizó el documento de Beljansky M; Afranchi A; Lecca Natalia; y Boero Gabriel. 2015. Estudio de Potencial de Mitigación. Eficiencia Energética en Pequeñas y Medianas Empresas Industriales, realizado en el marco de la 3CNCC para la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación

<sup>11</sup> Para más detalle, ver los puntos siguientes con las Notas Metodológicas que explican los resultados presentados en esta Introducción.



Nota2: se excluye el consumo de gas natural para petroquímica

**Gráfico 3. Consumos de energía neta estimados de Grandes Industrias por rama (incluyendo Minería y Construcción), Pymes y Otras grandes (Ktep).**

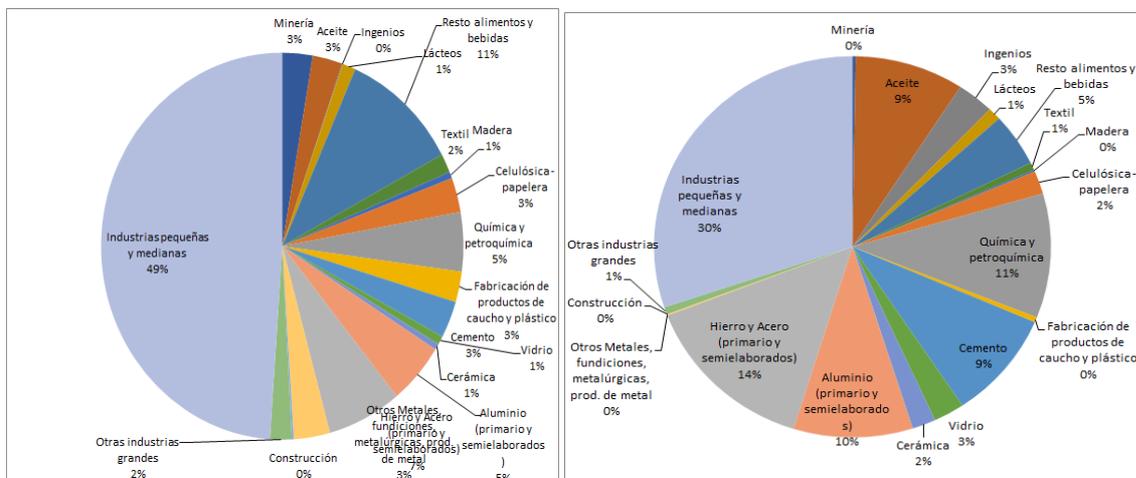


Fuente: Elaboración propia en base a Diagnósticos y al BEN 2017

**Gráfico 4. Consumos estimados por fuente de Grandes Industrias por rama (incluyendo Minería y Construcción), Pymes y Otras grandes (Ktep).**

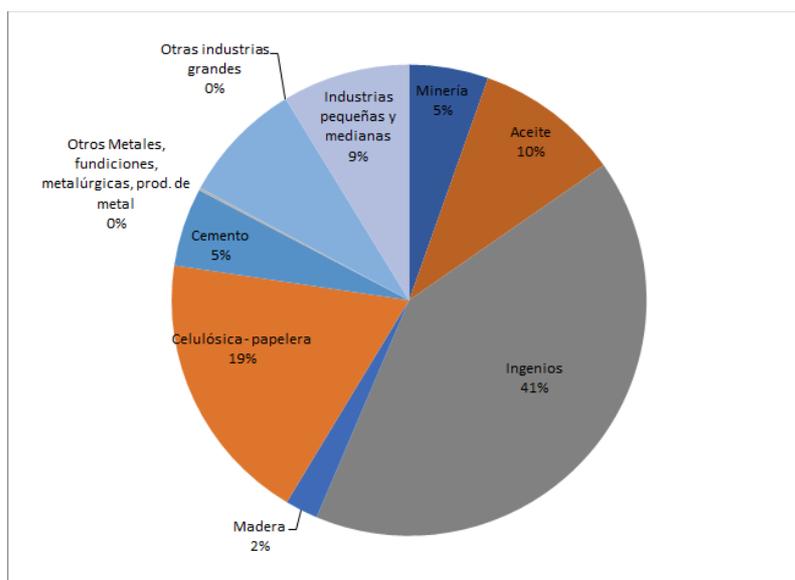
SP Eléctrico

Gas Natural





### Resto de Fuentes



Fuente: Elaboración propia en base a Diagnósticos y al BEN 2017

Nótese que las Pymes, consumen aproximadamente el 31% de la energía total industrial incluyendo AP (49% de la EE, 30% del GN, y el 9% del resto de las fuentes).

Una vez obtenidos los nuevos consumos por rama del sector industrial (Tabla 2), se han agrupado en 8 ramas para el tratamiento sectorial en el Modelo LEAP. Ellas son: 6 ramas correspondientes a los sectores seleccionados como prioritarios en la etapa anterior (Hierro y Acero, Cemento, Aluminio, Petroquímica, Aceite y Pulpa y Papel), una rama correspondiente al agrupado de Pymes, y otra rama correspondiente al resto de industrias grandes (incluyendo Minería, Construcción, Ingenios y otras).

Luego se han desarrollado 6 matrices de fuentes y usos asociadas a las empresas grandes y muy grandes de las ramas prioritarias mencionadas. Vale aclarar que debido a la gran heterogeneidad en términos de productos y procesos, los consumos correspondientes a las ramas Pymes y Resto de grandes industrias sólo se han abierto por fuentes y no por usos.

Las matrices por fuentes y usos de las seis ramas prioritarias toman los totales de los consumos nuevos ajustados estimados en esta etapa y le aplican la estructura por fuentes y usos típica de cada uno de los respectivos procesos productivos o promedio de procesos. Dicha estructura se basa en la desarrollada para proyectos previos y es una adaptación de matrices por fuentes y usos del DoE de Estados Unidos (<https://www.energy.gov/eere/amo/manufacturing-energy-and-carbon-footprints-2014-mecs><sup>12</sup>, las que han sido testeadas con el experto en Eficiencia Energética Sectorial José Luis Larrégola.

A continuación, se presentan notas metodológicas relacionadas con la estimación de la Autoproducción Eléctrica de industria y con los ajustes necesarios a nivel de cada una de las 8 ramas para su modelización del año base del sector industrial.

<sup>12</sup> Poner referencias de los primeros estudios



## 2.2. Notas metodológicas del tratamiento de la autoproducción

Para la estimación de la AP por fuente y por rama se ha trabajado fundamentalmente con el Anuario Estadístico de la Energía Eléctrica de 2016, que es el último disponible públicamente (WEB de la Secretaría de Energía). Para estimar la AP al año 2017 en general se aplica un factor de ajuste (cociente de consumo para AP de cada fuente entre BEN2017 y BEN2016) y también se apela a información publicada por CAMMESA sobre empresas con Autoproducción. El Anuario Estadístico 2016 brinda el detalle de AP (Hoja A5) por grandes ramas industriales y por tecnología de generación, y el consumo para AP (Hoja A6) por grandes ramas y por fuente. Así se ha estimado que la AP de 2017 ronda los 783 Ktep y está basada principalmente en gas distribuido y en menor medida en diversos residuos, leña, bagazo y otros combustibles fósiles. Idealmente, esta cifra debería ser revisada una vez que se cuente con datos de AP específicos del año 2017. Una parte de la AP corresponde a tecnologías de cogeneración de electricidad y calor, en tanto la otra corresponde exclusivamente a la generación de electricidad.

La fila autoproducción (AP) de las matrices por fuentes y usos (Hoja “Matrices FyU Grandes” del Excel) identifica las fuentes que se utilizan para generar EE en la propia rama y la cantidad de EE producida en base a dichas fuentes. Cabe destacar que la suma de EE AP + SP no necesariamente coincidirá con la suma de las demandas de EE por uso ya que puede haber excedentes exportables a la red, como en el caso de Ingenios.

El dato de prediagnóstico de consumo de EE por rama se refiere en general a EE SP (Energía Eléctrica de Servicio Público) ya que proviene de la base de datos de CAMMESA. En cambio, el dato de consumo de GN por rama incluye el gas usado para AP ya que en principio la base de datos de ENARGAS registra la demanda total de GN del establecimiento industrial. Para cerrar contra el BEN, se **compara el consumo final de industria del BEN contra la fila “no AP” y una parte de la columna AP del BEN con la fila AP**. La fila “no AP” registra la demanda de EE SP y todas las demandas de otras fuentes que no están destinadas a AP (en general todos los usos salvo vapor cogeneración). La fila vapor cogeneración suele ser una fracción de la fila AP.

La Tabla 3 presenta las estimaciones realizadas para el total de las ramas estudiadas, para el consumo Industrial y la AP en el BEN (2017), y para el resto de la industria, obtenido como diferencia de ambos.



Tabla 3. Consumos de 6 Ramas prioritarias, Pymes y Resto Grandes, y BEN2017

(AP y consumo Industrial en Ktep)

Total de las ramas prioritarias (excluye ingenios) (ktep)	Fuente								
	EE	GD	GLP	DO+GO	FO	CM	LE	Bagazo	Otros residuos
AP	452	916	-	0	29	-	80	54	386
no AP (SP)	901	3.679	-	0	-	4	-	-	203
Total 6 ramas	1.353	4.595	-	0	29	4	80	54	589

Resto de industria (ktep)	Fuente								
	EE	GD	GLP	DO+GO	FO	CM	LE	Bagazo	Otros residuos
Consumo pymes (incluye AP)	1.841	2.534	77	46	8	-	61	-	
Consumo final resto grandes (excluye AP)	912	45	119	71	13	22	24	848	0
AP resto grandes	226	1.234	-	32	44	5	119	60	0
Total Pymes + Resto	2.979	3.813	196	148	65	27	204	908	0

Totales por fuente BEN 2017 (ktep)	Fuente								
	EE	GD	GLP	DO+GO	FO	CM	LE	Bagazo	Otros residuos
AP (industria)	783	2.150		32	72	5	199	114	386,2
Consumo final Industria (excluye AP)	3.549	6.258	196	116	21	26	86	848	203
Total BEN	4.332	8.408	196	148	93	31	284	962	589

Fuente: Elaboración propia

Cabe aclarar que la cifra de consumo final de gas natural correspondiente al BEN2017 excluye el gas usado como materia prima en petroquímica, el cual fue identificado por un experto en el sector (740 ktep).

## 2.3. Notas metodológicas del tratamiento de las Pymes, las ramas seleccionadas, y del Resto Grandes Industrias.

En este capítulo se presentan los caminos recorridos a fin de obtener las Matrices de Fuentes y Usos, necesarias para la caracterización del año base y la simulación de las medidas de eficiencia en el modelo LEAP.

### 3.3.1 Pymes <sup>13</sup>

La estimación de la demanda energética de las pymes requeriría información que vincule la definición de pyme (basada en el número de empleados y el nivel de facturación) con la demanda energética a

<sup>13</sup> En Anexo 1 se presenta la metodología complementaria de estimación de los consumos energéticos de las Pymes, utilizada para chequear la consistencia de los consumos de Pymes aquí obtenidos, así como para avanzar en una propuesta de separación del consumo de las PyMes por rama industrial.



nivel de empresa. Al carecer de dicha información se procede a estimar la demanda energética de las pymes en base a la información energética disponible. La estimación se basa principalmente en un análisis de las bases de datos de ENARGAS y CAMMESA para la demanda energética del sector industrial.

Una primera aproximación al consumo de energía de las pymes se presenta en la Tabla 2, Hoja “Pymes” del archivo excell y se establece separando los consumos, empresa por empresa, de las empresas que casi indiscutiblemente no pueden considerarse pymes, y que figuran en la base de datos de grandes usuarios de CAMMESA. Se considera que este método brinda una primera aproximación al consumo pyme ya que en varias ramas industriales energointensivas la concentración empresaria según los diagnósticos es entre media y alta, con lo cual no resulta demasiado complejo separar los consumos de las muy grandes y grandes empresas. Para las ramas donde la cantidad de empresas es demasiado numerosa como para realizar un análisis una a una se adopta un nivel de corte igual a 10 veces el consumo que separa los pequeños usuarios industriales según CAMMESA. Dicho nivel de corte se establece en 2600 MWh/año (300 kW de potencia).

Se realiza primero una identificación de los consumos de electricidad de las empresas grandes y muy grandes en base a la base de datos de CAMMESA (que posee clasificación por código CIU y razón social) y luego se rastrean los consumos de gas natural de esas mismas empresas en la base de datos de ENARGAS (por nombre, ya que no trae código CIU).

Una vez establecidos los consumos de las empresas grandes y muy grandes por rama y por fuente, el resto respecto del total presente en el BEN2017 correspondería a las pymes. Ello requiere también realizar una estimación de la AP industrial por fuente, la cual es una fracción del dato que figura en BEN, que incluye también la AP que no pertenece a la industria manufacturera.

Las limitaciones de este método son: 1) el nivel de corte adoptado es arbitrario y no se basa en la definición cuantitativa de pyme sino en el consumo energético; 2) en algunos casos el análisis se hace a nivel de plantas industriales individuales (establecimiento), y no de empresas; 3) las bases de datos de CAMMESA y ENARGAS no cubren las mismas empresas, con lo cual pueden faltar algunos consumos de GN (particularmente en metalmecánica y fabricación de equipamiento donde el principal consumo tiende a ser eléctrico); 4) la AP industrial es estimada en base a cifras del 2016 (Anuario del Sector Eléctrico) ya que el BEN presenta la AP total. Esta estimación ubica el consumo pyme cerca del 31% de la demanda total para industria manufacturera + construcción + minería, incluyendo AP (ver Tabla 2 y Gráfico 3 de este documento).

A continuación, se presenta un resumen de la metodología para el cierre fuente por fuente pymes + grandes industrias por rama respecto del BEN2017.

En el caso de la Electricidad, la demanda de las pymes surge de la diferencia entre el valor del BEN2017 y la demanda de grandes usuarios industriales (obtenida de la base de datos de CAMMESA como se indicó anteriormente), para lo cual previamente también se estimó la AP por rama. Esta última estimación es muy preliminar y se basa en el Anuario Estadístico del año 2016 ya mencionado.

En el caso del gas natural, para chequear la consistencia entre los datos de ENARGAS y del BEN2017, se toman los datos del informe anual de ENARGAS por rama industrial y se comparan contra el consumo de gas industrial del BEN 2017 (consumo final + estimación AP). En este caso se tomó en cuenta que los datos de ENARGAS incluyen las compras a las distribuidoras, así como los by-pass. Para el cierre contra el BEN se excluyen algunas demandas correspondientes a industrias de la energía (Planta Cerri, destilerías, y consumos incluidos en la categoría otras industrias que corresponden mayormente a extracción de petróleo y gas). Dentro de estas cifras debería estar contenida la demanda para AP. La excepción parece ser el caso de Aluar, ya que en la rama correspondiente del



informe anual el consumo de gas es claramente inferior al dato de consumo de gas de esta empresa obtenido de otras fuentes (base de datos de ENARGAS por empresa). Probablemente se lo considere como un generador y no como una demanda industrial. Por lo tanto, se agrega el consumo de gas de Aluar a la rama 27 (fabricación de metales). Una vez obtenido el total del consumo de gas natural del sector industrial la demanda de pymes surge de la diferencia entre el valor del BEN2017 y la demanda de grandes usuarios industriales (mismas empresas que fueron identificadas en la base de datos de CAMMESA).

En el caso de Bagazo, se considera que toda la demanda corresponde a grandes empresas (ingenios y papeleras). Para leña, licor negro y cáscara de girasol sucede algo similar (papeleras e industria alimenticia). La industria cementera consigna un consumo de residuos industriales que no figura en el BEN2017 y que corresponde a grandes empresas.

En relación al GO, la asignación entre grandes industrias y pymes no es clara. En este caso el GO en construcción constituye la mayor parte de esta demanda. Se asigna por partes iguales a pymes y grandes empresas.

**Como resultado de este análisis las pymes son la principal demanda individual de energía, seguida por alimentos y bebidas, fabricación de metales, química y petroquímica y cemento, según se pudo ver en la Tabla 2 y Gráfico 3 de este documento.**

**Ello implica la necesidad de otorgarles a las PYMES un tratamiento especial, en particular considerando la posibilidad de implementar medidas de eficiencia en un sector tan relevante por su participación en el consumo total, pero muy atomizado a nivel de establecimientos. Básicamente, nos estamos refiriendo a la Factibilidad de intervención, y a la necesidad de encarar políticas de eficiencia de una manera diferente, que necesariamente deberá discutirse con los principales referentes sectoriales públicos y privados.**

### 3.3.2 Hierro y Acero

A continuación, se describen los principales pasos realizados hasta obtener la matriz correspondiente a las grandes empresas de esta rama, la cual solamente incluye la elaboración primaria de hierro y acero y pre-elaborados. Se excluyen empresas de metalmecánica así como fundiciones medianas y pequeñas.

Se parte del total de referencia para el consumo de la rama indicado en la Tabla 2<sup>14</sup> de la Hoja Pymes del Excel, el cual excluye las pymes. Se le aplica a este total la estructura por usos utilizada en el área LEAP BID modelos (LEAP BID modelos v43) y la estructura por fuentes dentro de cada uso. Esto da una primera versión de la matriz que debió ser ajustada ya que los totales por fuente no coincidían con los estimados en la Tabla 2. La diferencia inicial era poco significativa para GD y EE. Se reparte la diferencia usando la estructura por usos dentro de cada fuente de tal forma que el total por fuente cierre contra el de referencia.

En este análisis se agregaron las fuentes que en el prediagnóstico no pudieron ser identificadas. En el caso de Hierro y acero se agrega un consumo menor de CM. El valor del consumo de la rama asciende a 1456 Ktep, y representa cerca del 10% del total consumido en Industria (ver Tabla 2 y gráfico 3 de este documento).

---

<sup>14</sup> Ver también Tabla 2 de este documento.



La Autoproducción se estima en base a la Hoja “AP” (Siderar) ya que la fila correspondiente a “Fabricación de metales comunes” del informe eléctrico agrupa hierro y acero, aluminio, y otros metales (existe AP en Altos Hornos y Coquería que se asigna a esos centros de transformación).

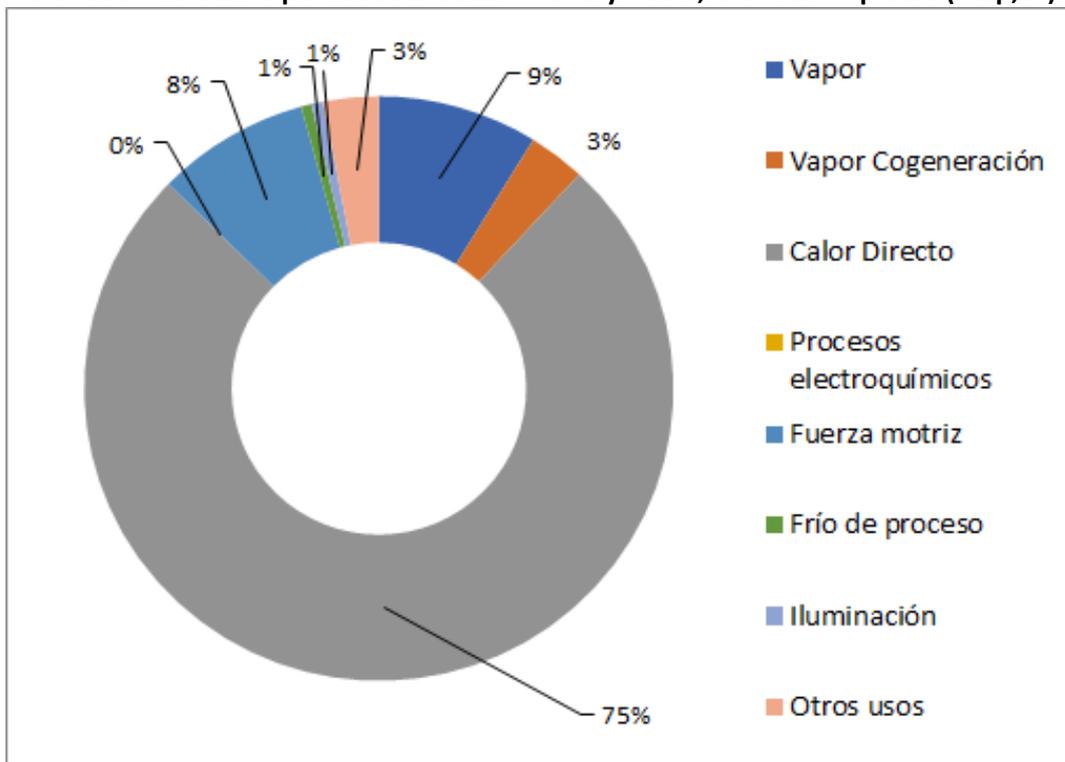
Se destaca la participación del Calor Directo con un 75% del total del consumo, casi un 83% del consumo de GD.

Tabla 4. Matriz de Fuentes y Usos del Sector Hierro y Acero – Grandes Empresas (Ktep)

Uso	Fuente									Total	Total por uso (%)
	EE	GD	GLP	DO+GO	FO	CM	LE	Bagazo	Otros residuos		
Vapor	1,2	123,0				3,9				128,0	8,8%
Vapor Cogeneración	-	45,5								45,5	3,1%
Calor Directo	102,5	996,0								1.098,6	75,4%
Procesos electroquímicos	-	-								-	0,0%
Fuerza motriz	115,1	7,5								122,5	8,4%
Frío de proceso	8,4	-								8,4	0,6%
Iluminación	9,3	-								9,3	0,6%
Otros usos	12,8	31,4								44,2	3,0%
<b>Total consumo final</b>	<b>249,3</b>	<b>1.203,35</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>3,9</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1.456,5</b>	<b>100,0%</b>
<b>Total consumo final por fuente (%)</b>	<b>17,1%</b>	<b>82,6%</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,3%</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,0%</b>		<b>100,0%</b>
<b>Autoproducción (todo cogeneración)</b>	<b>14,0</b>	<b>45,5</b>									
<b>no AP</b>	<b>235,3</b>	<b>1.157,85</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>3,9</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>		
<b>Total (consumo final y AP)</b>	<b>249,3</b>	<b>1.203,35</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>3,9</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>		

Fuente: Elaboración propia en base a Diagnósticos, BEN 2017, CAMMESA y ENARGAS

Gráfico 5. Estructura por usos del Sector Hierro y Acero, Grandes Empresas (Ktep, %)



Fuente: Elaboración propia en base a Diagnósticos, BEN 2017, CAMMESA y ENARGAS



### 3.3.3 Aluminio

A continuación, se describen los principales pasos realizados hasta obtener la matriz correspondiente a la producción de aluminio primario y semielaborados de ALUAR, y secundario de Metal Veneta. Se excluyen **empresas** de mecanizado de Aluminio.

En este caso no se cuenta con una matriz de base del proyecto BID modelos, por lo que se utilizó la información del prediagnóstico para realizar la apertura (Consumo energético aluminio v2 con GJ.xls)<sup>15</sup>. En el Excel del prediagnóstico se indica el total de consumo de EE, desagregado en SP (183 ktep) y AP en base a termoeléctricas (369 ktep). La AP estimada en el prediagnóstico en base a los datos de la empresa ALUAR es consistente con la suma de las tecnologías TG y CC de la Hoja A5 del archivo del informe eléctrico 2016 (388 ktep)<sup>16</sup>. La generación correspondiente a la tecnología TV se asume que corresponde a la producción de otros metales. El consumo de GN en autoproducción para el año 2016 fue de 905 ktep (informe eléctrico), en tanto que el consumo de gas de ALUAR para el año 2017 fue de 727 ktep (para AP) y cerca de 91 ktep para semielaborados y aluminio secundario (hornos para semielaborados y Metal Veneta, base de datos de ENARGAS). La diferencia entre el informe eléctrico y ENARGAS puede deberse a una baja de producción o a otras ramas incluidas dentro del grupo “Fabricación de metales comunes” (hierro y acero).

La apertura por uso del consumo de EE se realiza utilizando los datos de Aluar (prediagnóstico). Allí se indica que 520 ktep de los 553 de demanda total corresponden al proceso de electroquímico y 33 ktep al resto de los procesos. De este resto se asume que el 90% corresponde a fuerza motriz, el 6% a iluminación y el 4% a otros usos.

Para GN, se asume que la mayor parte del consumo identificado en el prediagnóstico se utiliza para la AP del CC de ALUAR. El resto se emplea en el uso calor directo.

Finalmente, el valor del consumo de la rama asciende a 1371 Ktep (incluyendo AP), y representa el 9.2 % del total consumido en Industria (ver Tabla 2 y gráfico 3 de este documento)

Se asume que no hay consumo de vapor significativo por partirse de la alúmina para la producción de aluminio y no de la bauxita, que sí requiere vapor para su procesamiento.

No se identifica la utilización de otras fuentes. En base a las consideraciones realizadas se ha elaborado la siguiente matriz de fuentes y usos para el Aluminio.

Tabla 5. Matriz de Fuentes y Usos del Sector Aluminio – Grandes Empresas (Ktep)

<sup>15</sup> Ver también en Tabla 1 de este documento

<sup>16</sup> La generación correspondiente a la tecnología TV, que aparece en la hoja A5, se asume que corresponde a la producción de otros metales (GAH y GC asociados a Hierro y acero).

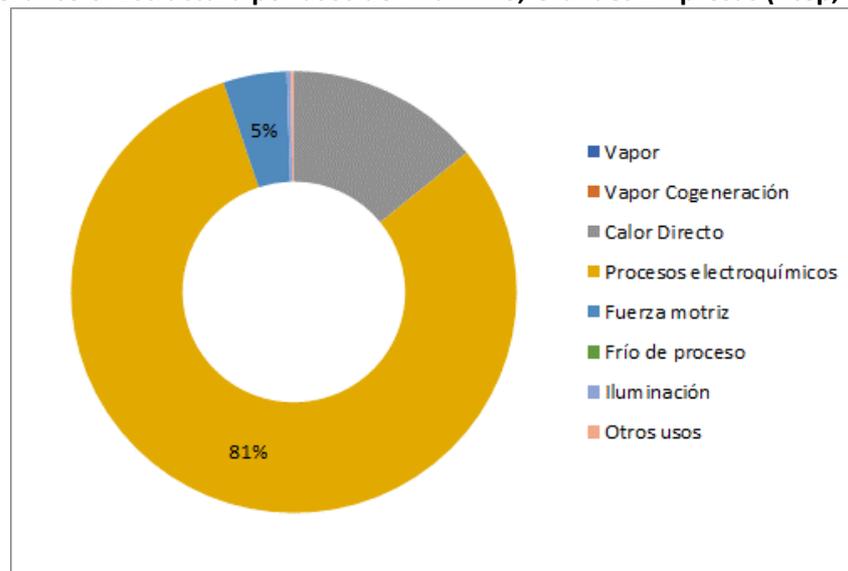


Consumo final (ktep)	Fuente									Total	Total por uso (%)
	EE	GD	GLP	DO+GO	FO	CM	LE	Bagazo	Otros residuos		
Vapor										-	0,0%
Vapor Cogeneración										-	0,0%
Calor Directo		91,0								91,0	14,1%
Procesos electroquímicos	520,0									520,0	80,7%
Fuerza motriz	29,7									29,7	4,6%
Frío de proceso										-	0,0%
Iluminación	2,0									2,0	0,3%
Otros usos	1,3									1,3	0,2%
<b>Total consumo final</b>	<b>553,0</b>	<b>91,0</b>	<b>-</b>	<b>644,1</b>	<b>100,0%</b>						
<b>Total consumo final por fuente (%)</b>	<b>85,9%</b>	<b>14,1%</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,0%</b>	<b>100,0%</b>						
<b>Autoproducción (no hay cogeneración)</b>	<b>369,5</b>	<b>726,8</b>									
<b>no AP</b>	<b>183,5</b>	<b>91,0</b>									
<b>Total (consumo final y AP)</b>	<b>553,0</b>	<b>817,8</b>									

Fuente: Elaboración propia en base a Diagnósticos, BEN 2017, CAMMESA y ENARGAS

El Gráfico siguiente ilustra claramente que el uso preponderante es el asociado a los procesos electroquímicos con el 81% del consumo total y el 94% del consumo eléctrico total.

**Gráfico 6. Estructura por usos del Aluminio, Grandes Empresas (Ktep, %)**



Fuente: Elaboración propia en base a Diagnósticos, BEN 2017, CAMMESA y ENARGAS

### 3.3.4 Cemento

A continuación, se describe el camino abordado hasta obtener la matriz correspondiente a la producción de cemento en **empresas grandes y muy grandes**. Se parte del total de referencia para el consumo de la rama indicado en la Tabla 2 de la hoja "Pyme". Se le aplica al total de referencia la estructura por usos utilizada en el área BID modelos (LEAP BID modelos v43) y la estructura por fuentes dentro de cada uso<sup>17</sup>. Esto da una primera versión de la matriz que debe ser ajustada ya que los totales por fuente no necesariamente coincidirán con los estimados en la hoja "Consumo por fuente". La

<sup>17</sup> Ver también en Tabla 1 de este documento



diferencia inicial es inferior al 15% y 9% para GD y EE. En el caso del GN la diferencia se debe principalmente al uso de residuos industriales como sustitutos del GN. La Autoproducción se estima en base a la fila correspondiente a Fabricación de productos minerales no metálicos. Se asume que corresponde a cemento y productos afines. Se corrige al año 2017 usando el cociente entre la demanda de GN para AP de los BEN 2017 y 2016. Se vuelve a ajustar la demanda de EE por uso teniendo en cuenta el nuevo total (AP+SP). Se vuelve a ajustar la demanda de GN por uso teniendo en cuenta el nuevo total (demanda inicial de GN – demanda para AP).

Por último, se agregan las fuentes que en el análisis de prediagnóstico no pudieron ser identificadas (consumo menor de GO para AP). Se corrige al año 2017 de igual forma que se hizo con el GN.

El valor del consumo de la rama asciende a 1003 Ktep (incluyendo AP), y representa el 7% del total consumido en Industria (ver Tabla 2 y gráfico 3 de este documento).

Como resultado de las hipótesis asumidas, se ha obtenido la matriz de fuentes y usos que se presenta a en la tabla siguiente.

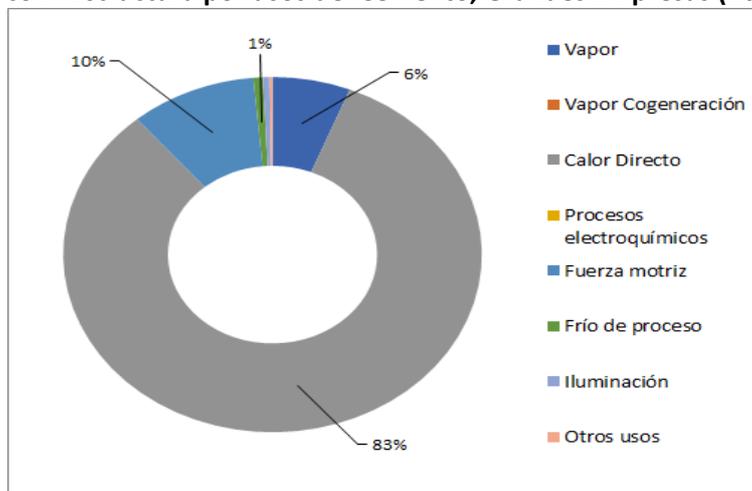
Tabla 6. Matriz de Fuentes y Usos del Sector Cemento – Grandes Empresas (Ktep)

Consumo final (ktep)	Fuente									Total	Total por uso (%)	
	EE	GD	GLP	DO+GO	FO	CM	LE	Bagazo	Otros residuos			
Vapor		59,6								59,6	6,0%	
Vapor Cogeneración										-	0,0%	
Calor Directo	10,0	689,3							118,7	818,0	82,8%	
Procesos electroquímicos										-	0,0%	
Fuerza motriz	89,1	6,9								96,0	9,7%	
Frío de proceso	7,4									7,4	0,7%	
Iluminación	4,9									4,9	0,5%	
Otros usos	0,8	1,5								2,3	0,2%	
<b>Total consumo final</b>	<b>112,2</b>	<b>757,2</b>	<b>-</b>	<b>118,7</b>	<b>988,2</b>	<b>100,0%</b>						
<b>Total consumo final por fuente (%)</b>	<b>11,4%</b>	<b>76,6%</b>	<b>0,0%</b>	<b>12,0%</b>	<b>100,0%</b>							
<b>Autoproducción (no hay cogeneración)</b>	<b>3,1</b>	<b>15,0</b>		<b>0,2</b>								
<b>no AP</b>	<b>109,1</b>	<b>757,2</b>	<b>-</b>	<b>118,7</b>								
<b>Total (consumo final y AP)</b>	<b>112,2</b>	<b>772,3</b>	<b>-</b>	<b>0,2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>118,7</b>		

Fuente: Elaboración propia en base a Diagnósticos, BEN 2017, CAMMESA y ENARGAS

El Gráfico siguiente ilustra claramente que el uso preponderante es el Calor con el 83% del consumo total y el 91% del consumo total del GN.

Gráfico 7. Estructura por usos del Cemento, Grandes Empresas (Ktep, %)



Fuente: Elaboración propia en base a Diagnósticos, BEN 2017, CAMMESA y ENARGAS



### 3.3.5 Pulpa y papel

A continuación, se describe el camino abordado hasta obtener la matriz correspondiente a la producción de Pulpa y papel en grandes empresas.

Se parte del total de referencia para el consumo de la rama indicado en la Tabla 2 de la hoja “Pyme”.<sup>18</sup> Para cada fuente se le aplica al total de referencia la estructura por usos utilizada en el área México (Hoja ruta industria Mx v34 enviada.leap).

La Autoproducción de EE se estima en base a la fila correspondiente a Pulpa y papel de la Hoja A5 (23 ktep, mayormente TV). Las fuentes utilizadas se indican en la hoja A6 (GD, GO, FO, Leña, Bagazo, Licor Negro. Se asume que estas cantidades corresponden también al uso vapor cogeneración y en el caso del GD la diferencia con el total de GD demandado sirve para estimar el uso vapor.

Se ajustan los consumos para AP al año 2017 usando el cociente AP entre el BEN 2017 y BEN 2016. Finalmente, el valor del consumo de la rama asciende a 705 Ktep (incluyendo AP), y representa el 5% del total consumido en Industria (ver Tabla 2 y gráfico 3 de este documento).

Como resultado de las hipótesis asumidas, se ha obtenido la matriz de fuentes y usos que se presenta a en la tabla siguiente.

Tabla 7. Matriz de Fuentes y Usos del Sector Pulpa y Papel – Grandes Empresas (Ktep)

Consumo final (ktep)	Fuente									Total	Total por uso (%)
	EE	GD	GLP	DO+GO	FO	CM	LE	Bagazo	Otros residuos		
Vapor	-	55,4								55,4	7,9%
Vapor Cogeneración	-	87,0			25,2		80,2	53,8	255,4	501,6	71,1%
Calor Directo	5,9	22,6								28,5	4,0%
Procesos electroquímicos	-	-								-	0,0%
Fuerza motriz	99,6	-								99,6	14,1%
Frío de proceso	1,9	-								1,9	0,3%
Iluminación	7,0	-								7,0	1,0%
Otros usos	11,3	-								11,3	1,6%
<b>Total consumo final</b>	<b>125,8</b>	<b>165,1</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>25,2</b>	<b>-</b>	<b>80,2</b>	<b>53,8</b>	<b>255,4</b>	<b>705,4</b>	<b>100,0%</b>
<b>Total consumo final por fuente (%)</b>	<b>17,8%</b>	<b>23,4%</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,0%</b>	<b>3,6%</b>	<b>0,0%</b>	<b>11,4%</b>	<b>7,6%</b>	<b>36,2%</b>		<b>100,0%</b>
<b>Autoproducción (todo cogeneración)</b>	<b>23,3</b>	<b>87,0</b>		<b>0,0</b>	<b>25,2</b>		<b>80,2</b>	<b>53,8</b>	<b>255,4</b>		
<b>no AP</b>	<b>102,5</b>	<b>78,0</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0,0</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>		
<b>Total (consumo final y AP)</b>	<b>125,8</b>	<b>165,1</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>25,2</b>	<b>-</b>	<b>80,2</b>	<b>53,8</b>	<b>255,4</b>		

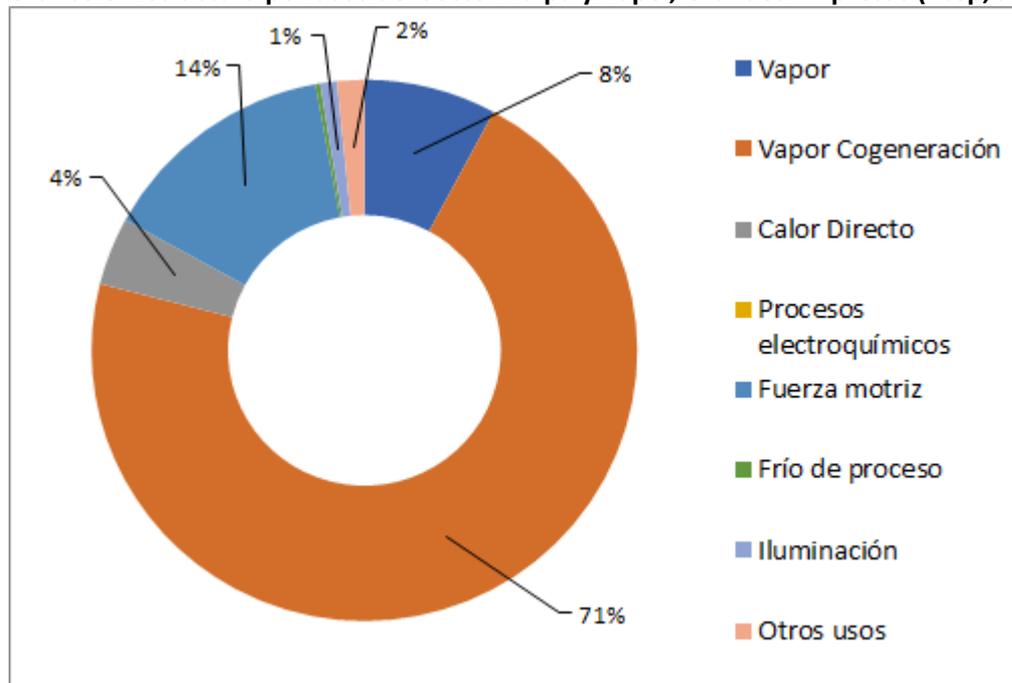
Fuente: Elaboración propia en base a Diagnósticos, BEN 2017, CAMMESA y ENARGAS

El Gráfico siguiente ilustra claramente que el uso preponderante es el Vapor-Cogeneración con el 71% del consumo total y con una estructura en la que predominan los residuos y otros residuos con 66,9 % del consumo total de ese uso.

<sup>18</sup> Ver Tabla 2 de este documento.



**Gráfico 8. Estructura por usos del Sector Pulpa y Papel, Grandes Empresas (Ktep, %)**



Fuente: Elaboración propia en base a Diagnósticos, BEN 2017, CAMMESA y ENARGAS

### 3.3.6 Aceites varios (y Harina de soja)

A continuación, se describe el camino abordado hasta obtener la matriz correspondiente a la producción de Aceites varios y harina de soja en grandes empresas. Para ello se tuvo en cuenta que el sector contiene entre 400 a 500 empresas, con una capacidad diaria de procesamiento de 25 a 200 ton.

Vale la pena recordar que se estimó el consumo pyme como el producto del consumo específico promedio de las plantas GU por un factor para dar cuenta de la menor productividad, por el volumen de producción de aceite pyme. Ver excell "consumos energéticos aceites con molinos con GJv2".

Para las grandes empresas se tomó el dato de EE SP del prediagnóstico (base de datos de CAMMESA). La AP se obtiene del listado de empresas que tienen AP (alternativamente se podría estimar en base al informe eléctrico del 2016, daría un poco más) y se basa en residuos agroindustriales (mayormente cáscara de girasol) que se complementan con fuel oil. La diferencia entre el total de residuos utilizados (prediagnóstico) y lo empleado para AP se asigna a la producción de vapor. El total usado para AP se asigna a vapor cogeneración (vapor y EE para el proceso de extracción de aceite). Finalmente, el valor del consumo de la rama (grandes empresas) asciende a 1077,1 Ktep (incluyendo AP), y representa el 7% del total consumido en Industria (ver Tabla 2 y gráfico 3 de este documento).

El consumo de GN se asigna en su totalidad a la producción de vapor, aunque podría haber algo de calor directo, pero se desconoce la proporción. Se realiza una apertura tentativa por usos de la demanda de EE.

Como resultado de las hipótesis asumidas, se ha obtenido la matriz de fuentes y usos que se presenta a en la tabla siguiente.



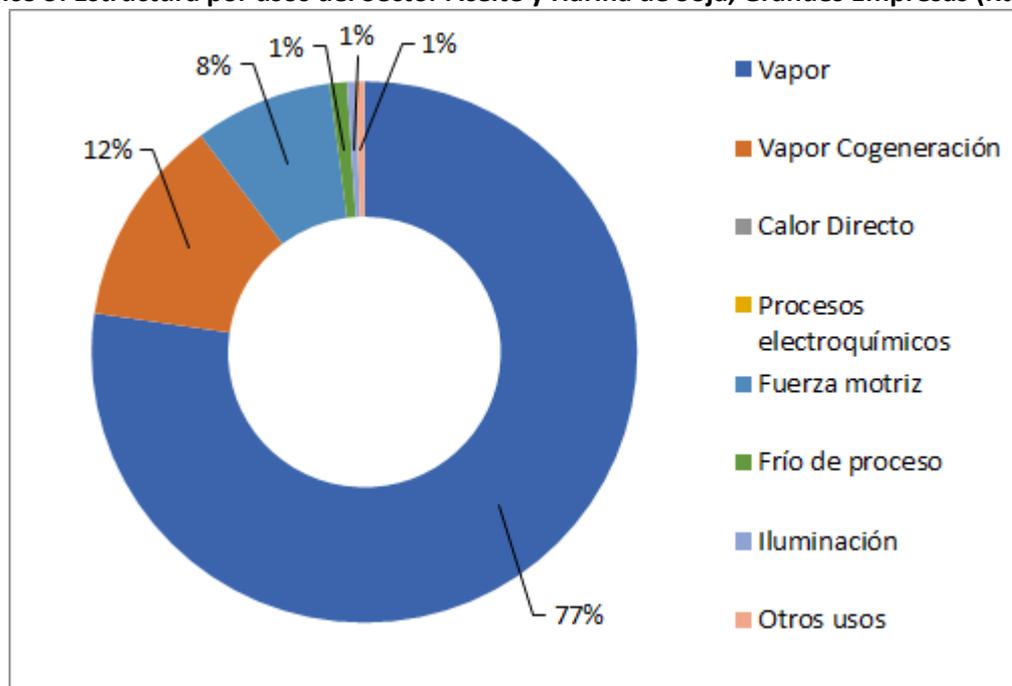
Tabla 8. Matriz de Fuentes y Usos del Sector Aceites y harina de soja – Grandes Empresas (Ktep)

Consumo final (ktep)	Fuente									Total	Total por uso (%)
	EE	GD	GLP	DO+GO	FO	CM	LE	Bagazo	Otros residuos		
Vapor		748,3							84,2	832,5	77,3%
Vapor Cogeneración					3,5				130,8	134,3	12,5%
Calor Directo										-	0,0%
Procesos electroquímicos										-	0,0%
Fuerza motriz	88,2									88,2	8,2%
Frío de proceso	11,0									11,0	1,0%
Iluminación	5,5									5,5	0,5%
Otros usos	5,5									5,5	0,5%
<b>Total consumo final</b>	<b>110,3</b>	<b>748,3</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>3,5</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>215,0</b>	<b>1.077,1</b>	<b>100,0%</b>
<b>Total consumo final por fuente (%)</b>	<b>10,2%</b>	<b>69,5%</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,3%</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,0%</b>	<b>20,0%</b>		<b>100,0%</b>
<b>Autoproducción (no hay cogeneración)</b>	<b>15,4</b>				<b>3,5</b>				<b>130,8</b>		
<b>no AP</b>	<b>94,9</b>	<b>748,3</b>							<b>84,2</b>		
<b>Total</b>	<b>110,3</b>	<b>748,3</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>3,5</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>215,0</b>		

Fuente: Elaboración propia en base a Diagnósticos, BEN 2017, CAMMESA y ENARGAS

El Gráfico siguiente ilustra que el uso preponderante es el Vapor con el 77% del consumo total y con una estructura en la que predomina el GN con el 100 % del consumo total de esa fuente.

Gráfico 9. Estructura por usos del Sector Aceite y Harina de Soja, Grandes Empresas (Ktep, %)



Fuente: Elaboración propia en base a Diagnósticos, BEN 2017, CAMMESA y ENARGAS

### 3.3.7 Petroquímica



A continuación, se describe el camino seguido hasta obtener la matriz correspondiente a la producción de productos petroquímicos.

Las demandas de energía se detallan en la hoja “Petroquímica” fila 64 (fuente: Occtinger). Allí, se indica un consumo total de gas cercano a los 1800 ktep. Este total incluye materia prima y consumo energético, pero difiere tanto con la cifra informada por ENARGAS como la cifra informada por Occtinger durante el prediagnóstico (ambas cercanas a los 1600 ktep). Para que el total de consumo de gas cierre contra BEN se debe tomar la cifra de 1600 ktep ya que de lo contrario no alcanza el gas de AP. El cierre de la parte energética se realiza restando la materia prima de los 1600 ktep informados por ENARGAS y comparando contra el total del BEN menos el consumo para materia prima (Pablo Ronco informó que el consumo de gas del BEN incluye el consumo para materia prima). Por otra parte en el Excel de emisiones enviado por Occtinger para el prediagnóstico se indica la EE de servicio público, la EE de AP sin cogeneración y la EE de cogeneración. En base a este último dato y asumiendo una eficiencia en la producción de EE del sistema de CG del 25% se obtiene el gas natural para el uso vapor cogeneración. El gas natural para el uso vapor se calcula como la diferencia entre el total y los usos calor directo y vapor CG.

Con respecto a los usos de la EE, se asume una estructura similar a la propuesta por León para 2006 para la rama química, pero asignando el consumo para calor directo a fuerza motriz.

En resumen, el valor del consumo total de la rama asciende a 1137 Ktep (incluyendo AP), y representa el 8% del total consumido en Industria (ver Tabla 2 y gráfico 3 de este documento).

Como resultado de las hipótesis asumidas, se ha obtenido la matriz de fuentes y usos que se presenta a en la tabla siguiente.

Tabla 9. Matriz de Fuentes y Usos del Sector Petroquímico – Grandes Empresas (Ktep)

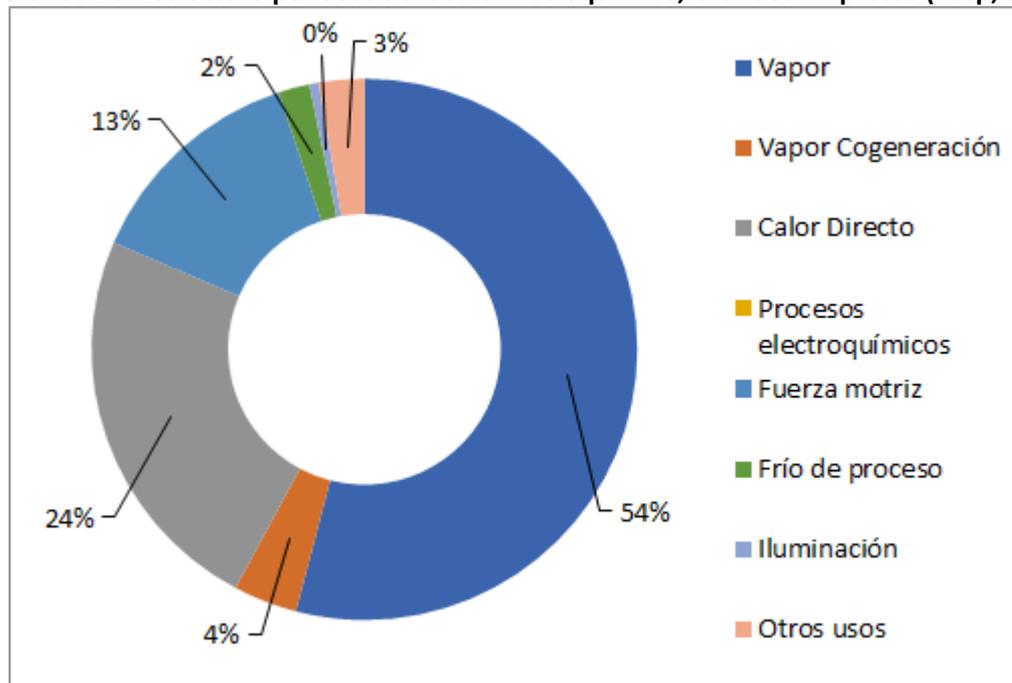
Consumo final (ktep)	Fuente									Total	Total por uso (%)
	EE	GD	GLP	DO+GO	FO	CM	LE	Bagazo	Otros residuos		
Vapor		589,1								589,1	54,0%
Vapor Cogeneración		41,3								41,3	3,8%
Calor Directo		257,4								257,4	23,6%
Procesos electroquímicos										-	0,0%
Fuerza motriz	146,5									146,5	13,4%
Frío de proceso	20,2									20,2	1,9%
Iluminación	6,1									6,1	0,6%
Otros usos	29,3									29,3	2,7%
<b>Total consumo final</b>	<b>202,1</b>	<b>887,8</b>	<b>-</b>	<b>1.089,9</b>	<b>100,0%</b>						
<b>Total consumo final por fuente (%)</b>	<b>18,5%</b>	<b>81,5%</b>	<b>0,0%</b>		<b>100,0%</b>						
<b>Autoproducción (todo cogeneración)</b>	<b>26,7</b>	<b>41,3</b>									
<b>no AP</b>	<b>175,4</b>	<b>846,5</b>	<b>-</b>								
<b>Total</b>	<b>202,1</b>	<b>887,8</b>	<b>-</b>								
Referencia	202,1	887,8									

Fuente: Elaboración propia en base a Diagnósticos, BEN 2017, CAMMESA y ENARGAS

El Gráfico siguiente ilustra que el uso preponderante es el Vapor con el 54% del consumo total y le sigue el calor directo con el 24%. Entre ambos usos predomina el GN, que totaliza el 95,3 % del consumo total de esa fuente.



**Gráfico 10. Estructura por usos del Sector Petroquímico, Grandes Empresas (Ktep, %)**



Fuente: Elaboración propia en base a Diagnósticos, BEN 2017, CAMMESA y ENARGAS

### 3.3.8 Matrices fuentes y usos (Muy Grandes y Grandes)

Como paso final se da coherencia a las matrices de fuentes y usos con la estimación que se realizó para pymes. Para ello se verifica que los totales de cada matriz coincidan con los consumos de las empresas grandes y muy grandes de la Tabla 2. De esta forma se cuenta con 6 matrices de fuentes y usos correspondientes a las empresas grandes y muy grandes, y un resto industria respecto del BEN 2017.

En el caso de AP se estimó la generación eléctrica de industria manufacturera en base a los consumos de diversos combustibles y eficiencias típicas de equipos de AP por tipo de combustible (para separarla del total que figura en BEN). El resto de industria se separa a su vez en resto grandes y pymes. De esta forma en el LEAP se configurarán 8 ramas:

1. Hierro y Acero primario y semielaborados (grandes y muy grandes). Por FyU
2. Aluminio primario y semielaborados (grandes y muy grandes). Por FyU
3. Cemento (grandes y muy grandes). Por FyU
4. Pulpa y papel (grandes y muy grandes). Por FyU
5. Petroquímica (grandes y muy grandes). Por FyU
6. Aceite (grandes y muy grandes). Por FyU
7. Resto grandes y muy grandes. Por fuente
8. Pymes. Por fuente



## Anexo 1. Análisis de Pymes y Estimación de sus consumos energéticos

### Introducción

En este Anexo, se presenta la metodología complementaria, que permitió chequear la veracidad de los consumos de Pymes obtenidos a partir de las estimaciones realizadas con los Prediagnósticos sectoriales. También se ha podido avanzar en una propuesta de separación del consumo energéticos de las PyMes, por rama industrial.

En esta metodología, el punto de partida es diferente ya que proviene fundamentalmente de información oficial económica, de documentación secundaria especializada, Información estadística procesada y analizada, y de datos provistos por cámaras e instituciones de investigación de la industria. Con esta información se propone la actualización del "Estudio sobre los consumos energéticos del sector industrial"<sup>19</sup>, realizado en 2004, en función de la evolución del empleo en los diferentes sectores.

Finalmente, el objetivo es realizar un análisis de la evolución del consumo energético del sector industrial en la Argentina para los años recientes, con especial énfasis en la participación de las Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs) y las Grandes Empresas (GE) sobre el consumo energético total de la industria. Esto constituye información valiosa al momento de establecer medidas de eficiencia en función de la categoría de empresa y, a su vez, permite realizar una prospectiva más minuciosa para el sector de la industria argentina.

Para ello se consideró al conjunto de la industria y sus principales ramas, de acuerdo a los criterios de nomenclación utilizados comúnmente, el Clasificador Nacional de Actividades Económicas (CNAE) y el Clasificador Industrial Internacional Uniforme (CIIU).

Este análisis cubre en total los siguientes 22 sectores que se desempeñan en actividades industriales:

- Alimentos y Bebidas
- Productos de Tabaco
- Productos Textiles
- Confección de Prendas de Vestir, Terminación y Teñido de Pieles
- Curtido y Terminación de Cueros, Fabricación de Productos de Cuero
- Producción de Madera y de Productos de Madera y Corcho
- Papel y Productos de Papel
- Edición e Impresión, Reproducción de Grabaciones
- Fabricación de Coque, Producto de la Refinación de Petróleo
- Sustancias y Productos Químicos
- Productos de Caucho y Plástico
- Productos Minerales No Metálicos
- Metales Comunes
- Metal Excepto Maquinaria y Equipo
- Maquinaria y Equipo NCP
- Máquina de Oficina, Contabilidad e Informática

---

<sup>19</sup> Fundación Bariloche, Lestard & Franke. 2004. *Estudio sobre los consumos energéticos del sector industrial*. Contrato de Locación de Servicios N° 28.03, Agencia Alemana de Cooperación Técnica SRL.



- Maquinaria y Aparatos Eléctricos NCP
- Equipos y Aparatos de Radio, Televisión y Comunicaciones
- Instrumentos Médicos y de Precisión
- Vehículos Automotores, Remolque y Semiremolque
- Equipo de Transporte NCP
- De Muebles y Colchones, Ind. Manufactureras NCP

A continuación y a los fines de cumplir con los objetivos mencionados, el trabajo se estructura en los siguientes cuatro capítulos;

- **Contexto económico.** Este capítulo aborda la evolución reciente del sector industrial nacional y sus características salientes en los últimos años; considerando el sector, en su conjunto así como las diferentes ramas y categorías –PyMEs y GEs– que lo componen.
- **Análisis del Consumo Energético Industrial total y a nivel de grandes actividades (a dos dígitos del ClaNAE-04).** Este capítulo presenta los resultados obtenidos de las diferentes fuentes de información reeavadas: Balance Energético de la Secretaría de Energía (SE), Consumo Eléctrico de Grandes Usuarios Industriales a nivel de actividad (CAMMESA), Encuesta de Autoproductores de la SE y Consumo de gas natural por Código CIU del ENARGAS. Adicionalmente, se presenta la metodología utilizada para actualizar los valores de intensidad energética en el sector por PyMEs y GEs.
- **Análisis Comparativo al 2017 de los resultados obtenidos en este Anexo con la Tabla 2 del presente documento.**

Es importante destacar, que si bien esta metodología alcanza valores similares a la estructura de consumo (PyMES y Grandes), exhibida en el documento principal (Tabla 2), presenta debilidades que son importantes enumerar y resaltar: A grandes rasgos se pueden destacar tres (3) aspectos relevantes a considerar: 1) la existencia de posibles cambios en la composición del empleo según sea registrado o no, 2) la evolución heterogénea del nivel de productividad en cada uno de los sectores; y 3) y la existencia de posibles cambios tecnológicos que hubieren afectado la intensidad energética en determinado sector o categoría de establecimiento. Estas dificultades, al presente, no pueden ser remediadas con la información al alcance, motivo por el cual la metodología recién expuesta puede presentar faltas de exactitud.

## **Análisis de la estructura de Pymes por ramas al año 2017.**

### **A.2 Contexto Económico**

A continuación, se presentan los resultados del análisis del contexto macroeconómico del país en los años recientes, así como la evolución del sector industrial, contemplando especialmente su participación sobre la economía nacional tanto en términos de producción como de empleo.

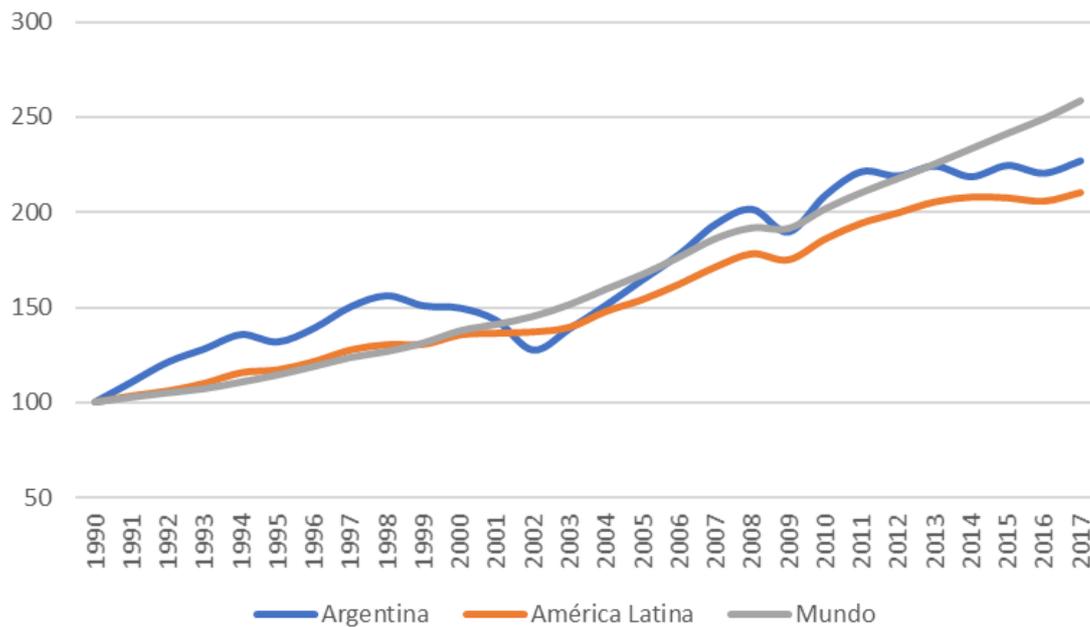
#### **A.2.1 Contexto macroeconómico**

La economía argentina, ha exhibido un crecimiento volátil en el período de análisis. El PBI ha crecido a una tasa anual acumulada cercana al 6% para el período comprendido entre el año 2003 y el año 2011 antes de luego presentar un crecimiento casi nulo en torno al 0,7% para los años 2012 a 2017. En estos mismos períodos el desempeño en cuanto a crecimiento económico ha sido mayor que los promedios



regionales y globales para el primer período y significativamente inferior en los últimos años. A su vez, la evolución del PBI argentino ha exhibido una evolución volátil. Si bien la tendencia de largo plazo es creciente, la evolución del PIB mundial ha sido más estable y ha crecido a una tasa mayor que la del país. Por el contrario, la tasa de crecimiento registrada en América Latina ha sido, en promedio, menor que la de Argentina, pero relativamente más estable. El gráfico 1 ilustra estas tendencias recién mencionadas.

**Gráfico A1: Evolución PBI Argentina, América Latina y Mundo. 1990-2017. Base 100=1990.**

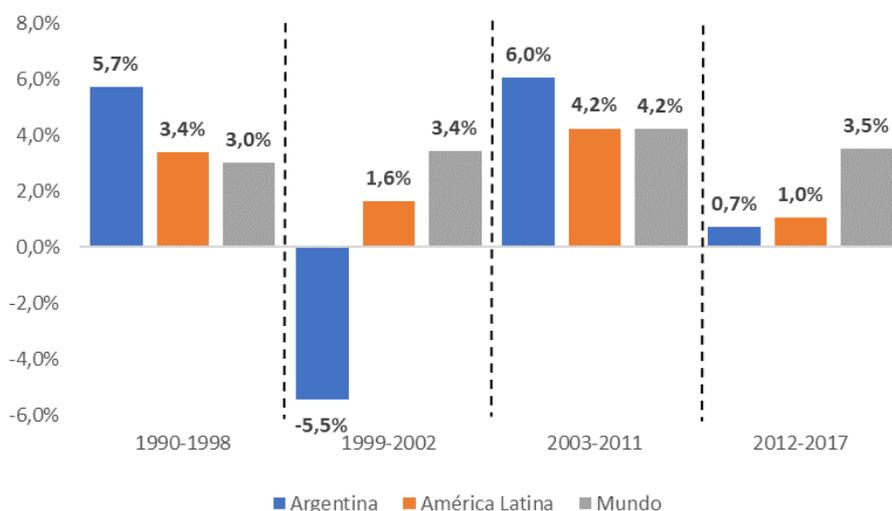


Fuente: elaboración propia en base a datos de INDEC, CEPAL y FMI

De la misma manera, al analizar las tasas de crecimiento del PIB por período se percibe la volatilidad del crecimiento económico argentino durante las últimas décadas. Mientras en América Latina y el Mundo se han registrado tasas de crecimiento de la actividad económica relativamente volátiles, en el caso de Argentina, la volatilidad ha sido mayor y desacoplada del ritmo observado en el resto de las economías. Se destaca que a partir del año 2012 en adelante la Argentina ha tenido un crecimiento magro.



**Gráfico A2: Tasa de crecimiento real del PIB. Promedio del período**



Fuente: elaboración propia en base a datos de INDEC, CEPAL y FMI

### A.2.2 Componentes del PIB

De acuerdo con la información proveniente de las cuentas nacionales, tanto el *consumo privado* como la *formación bruta de capital fijo* (FBCF) han sido los principales impulsores del crecimiento del PIB y tanto en años de crecimiento como de caída de la actividad económica. La contribución<sup>20</sup> de sendos componentes ha registrado el mismo signo. En general, desde 2005, la contribución del *consumo privado* ha sido mayor que la de la FBCF. Recién en 2017 (último dato de la serie) ambos componentes parecen igualarse en términos de contribución al crecimiento del PIB. La contribución del componente de *exportaciones netas* (exportaciones de bienes y servicios *menos* importaciones de bienes y servicios) ha sido irregular en este período y registró tanto signos negativos como positivos. En general, dada la composición de la estructura productiva nacional, en años de tasa de crecimiento del PIB elevado (2005, 2008, 2010-2011) la contribución de las *exportaciones netas* es negativa dada el impulso de las importaciones (en años de crecimiento económico elevado, la

<sup>20</sup> La contribución al crecimiento del PIB de cada componente se calcula de la siguiente manera:

$$cx_{i,t} = \Delta x_{i,t} * \frac{x_{i,t-1}}{y_{t-1}}$$

En donde:

$x_t$ : valor del componente  $x_i$  en el período  $t$

$cx_t$ : contribución del componente  $x_i$  al crecimiento del PIB en el período  $t$

$\Delta x_t$ : variación del componente  $x_i$  en el período  $t$

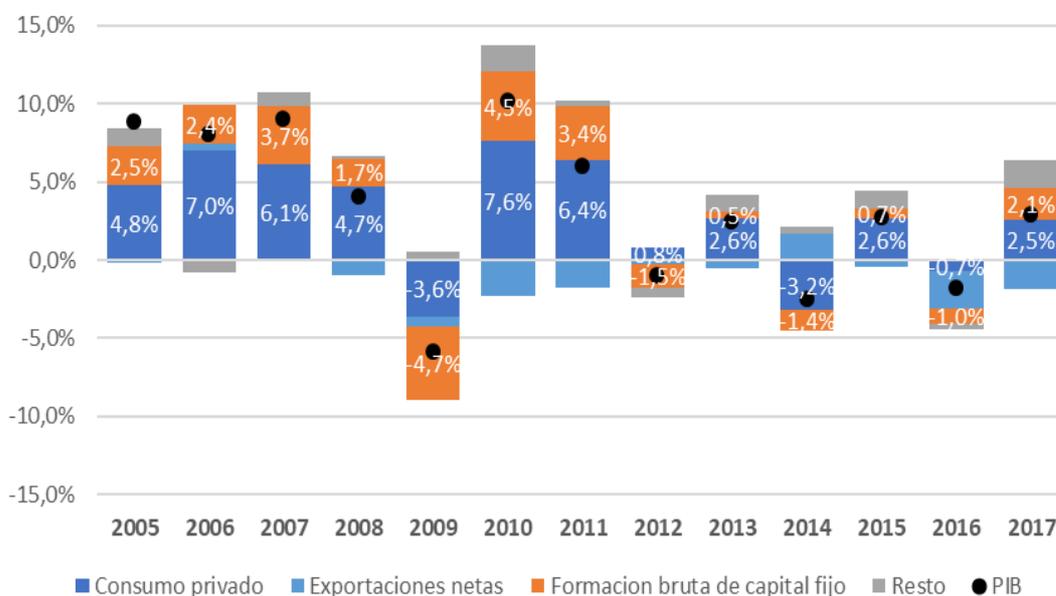
$y_{t-1}$ : PIB en el período  $t-1$

$$\sum_i^n x_{i,t} = y_{i,t}$$



demanda de importaciones *sobre-reacciona* al crecimiento del PIB, superando al crecimiento de las exportaciones del mismo año). Por el contrario, en años de tasa de crecimiento negativa del PIB (2014) el componente de *exportaciones netas* ha sido positivo.

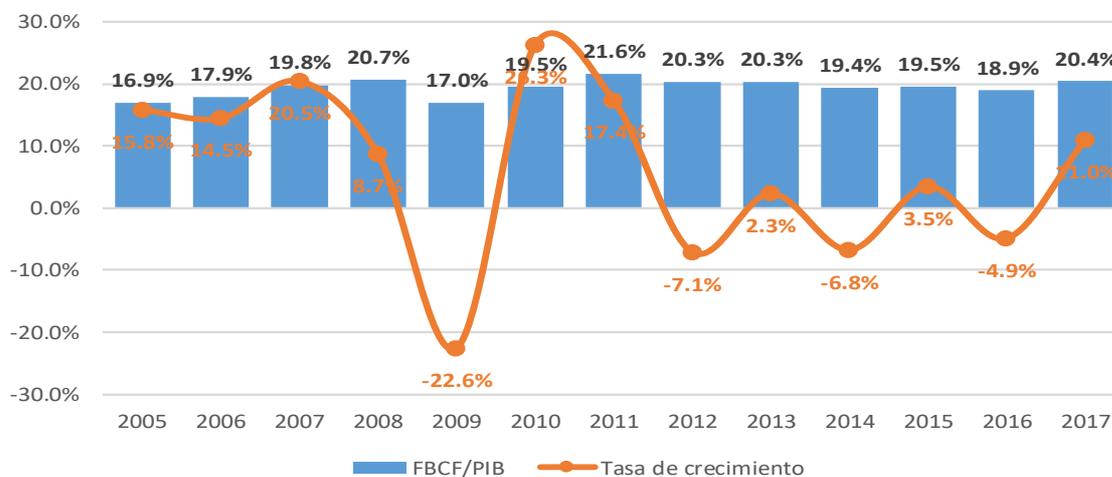
**Gráfico A3: Contribución al crecimiento de los componentes del PIB**



Fuente: elaboración propia en base a INDEC

Al detenerse específicamente en la FBCF se puede notar que, más allá de la volatilidad que registra la tasa de crecimiento, la tasa de inversión (FBCF/PIB) se ha mantenido por más de una década en un valor cercano al 20% del PIB, independientemente de años de crecimiento o de recesión. Esta rigidez en la tasa de inversión debe ser tenida en cuenta a la hora de considerar cuánto puede llegar a aportar la fabricación y/o importación de tecnología a ser incorporada en las políticas propuestas por el PlanEEAr.

**Gráfico A4: Formación Bruta de Capital Fijo. Tasa de variación y tasa de inversión (valores constantes)**





Fuente: elaboración propia en base a INDEC

### A.2.3 Evolución del sector industrial

El valor agregado del sector industrial muestra para el período de análisis un crecimiento medio anual acumulado del 2,16%, y a su vez registra una participación sobre tanto el Valor Agregado Bruto como el Valor Bruto de Producción que decrece, especialmente luego del año 2012. Lo mismo sucede con el empleo industrial que en el año 2004 todavía superaba un 20% del empleo total registrado en la economía local y para el año 2017 se sitúa en torno al 19%.

**Gráfico A5: La industria en la economía - Principales variables. Años 2004-2017**

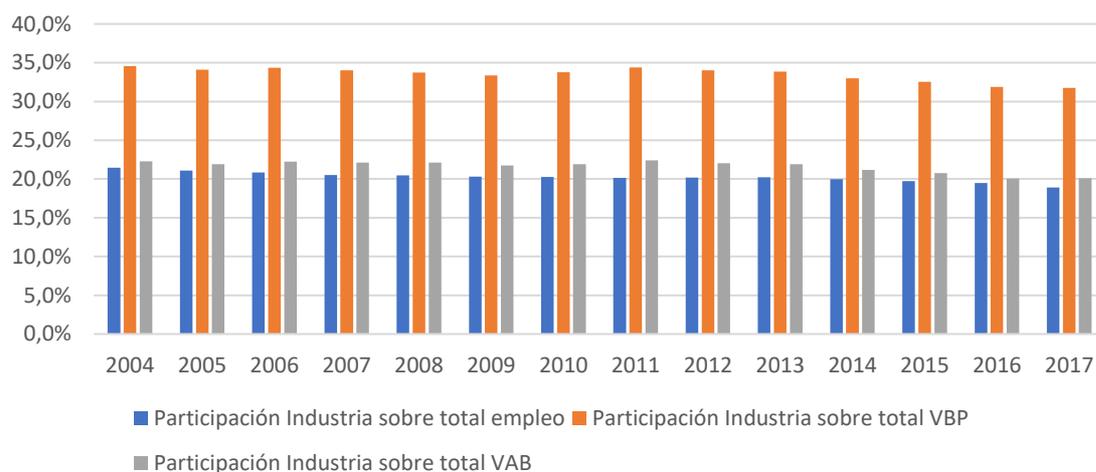


Tabla A1: Participación de la industria sobre empleo, VBP y VAB. Años 2005, 2010, 2015 y 2017.

	2005	2010	2015	2017
Participación Industria sobre total empleo	21,1%	20,3%	19,7%	18,9%
Participación Industria sobre total VBP	34,1%	33,8%	32,5%	31,8%
Participación Industria sobre total VAB	21,9%	21,9%	20,8%	20,1%

Fuente: Elaboración propia en base a INDEC y OEDE-MTSS

En cuanto a los sectores más preponderantes de la industria, podemos destacar, en términos de su participación sobre el Valor Agregado Industrial, al sector de Elaboración de Alimentos y Bebidas con una participación del 25%, así como la Petroquímica con un 13,13% y la Metalmecánica con un 7,77%. Le siguen con participaciones cercanas al 5% las actividades de fabricación de maquinaria y equipo, vehículos automotores y remolques, la industria textil, así como productos elaborados de metal. En cuanto al dinamismo, los sectores más dinámicos han sido la industria alimenticia y la industria automotriz, explicando un 19% y un 14% del crecimiento del VAI, respectivamente.

Tabla A2: Industria Manufacturera, TMAA, Participación promedio sobre VAI y sobre crecimiento del VAI. Años 2000-2017.

Industria manufacturera	TMA A	Participación promedio	Participación promedio sobre crecimiento industria
Elaboración de productos alimenticios y bebidas	2,49 %	25,03%	19,10%



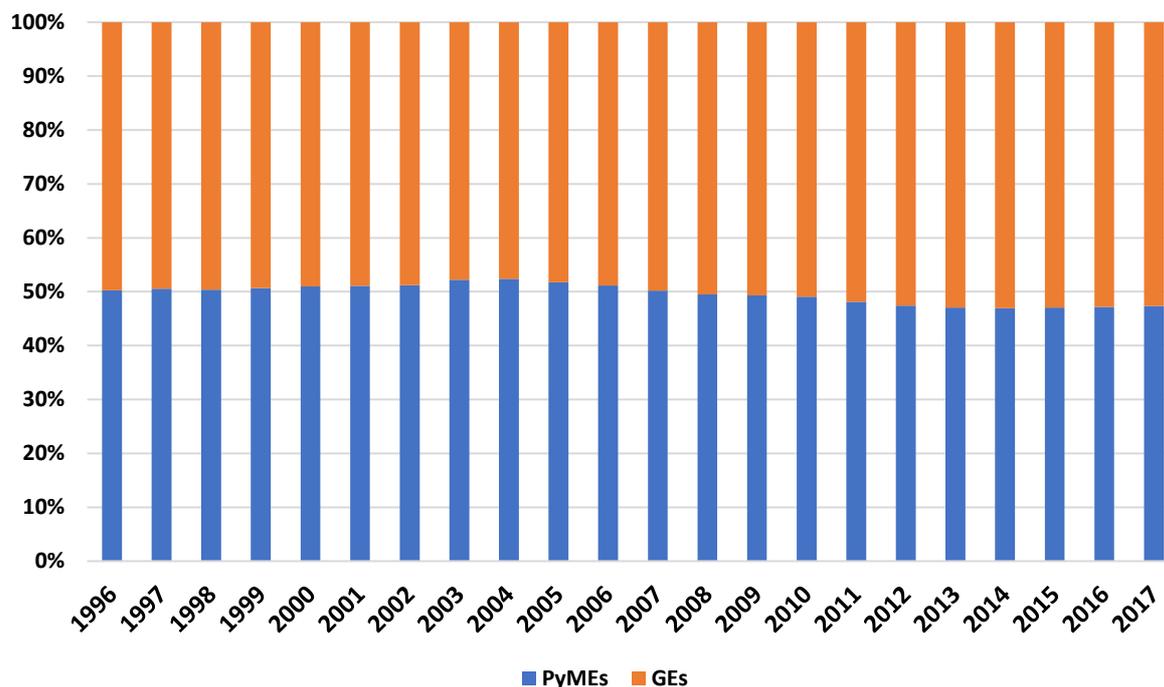
Industria manufacturera	TMA A	Participación promedio	Participación promedio sobre crecimiento industria
Elaboración de productos de tabaco	- 1,15 %	0,55%	-0,26%
Fabricación de productos textiles	0,32 %	2,77%	0,44%
Fabricación de prendas de vestir; terminación y teñido de pieles	0,86 %	4,33%	6,24%
Curtido y terminación de cueros; fabricación de artículos de marroquinería, talabartería y calzado y de sus partes	0,20 %	1,98%	0,22%
Producción de madera y fabricación de productos de madera y corcho, excepto muebles; fabricación de artículos de paja y de materiales trenzables	- 1,76 %	1,73%	1,76%
Fabricación de papel y de productos de papel	1,30 %	3,35%	0,24%
Edición e impresión; reproducción de grabaciones	1,09 %	3,73%	1,63%
Fabricación de coque, productos de la refinación del petróleo y combustible nuclear	0,60 %	3,45%	1,68%
Fabricación de sustancias y productos químicos	3,24 %	13,13%	7,15%
Fabricación de productos de caucho y plástico	1,53 %	4,62%	5,68%
Fabricación de productos minerales no metálicos	4,14 %	4,37%	8,50%
Fabricación de metales comunes	0,64 %	7,77%	2,61%
Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo	0,88 %	4,82%	7,64%
Fabricación de maquinaria y equipo n.c.p.	5,54 %	5,88%	14,07%
Fabricación de maquinaria de oficina, contabilidad e informática	0,67 %	0,41%	0,99%
Fabricación de maquinaria y aparatos eléctricos n.c.p.	0,48 %	1,68%	2,79%
Fabricación de equipos y aparatos de radio, televisión y comunicaciones	15,1 4%	1,10%	2,31%
Fabricación de instrumentos médicos, ópticos y de precisión; fabricación de relojes	1,39 %	0,89%	1,55%
Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques	2,31 %	4,74%	7,44%
Fabricación de equipo de transporte n.c.p.	- 1,69 %	0,45%	1,95%
Fabricación de muebles y colchones; industrias manufactureras n.c.p.	2,30 %	3,22%	6,26%

Fuente: Elaboración propia en base a INDEC

En cuanto a la composición del empleo según categoría de empresa, se puede observar que ha habido un proceso de concentración de empleo entre las denominadas Grandes Empresas del sector industrial, reduciéndose la participación del empleo en PyMEs de un 50,28% en el año 1996 a un 47,35% en el año 2017, estabilizándose dicho valor para los últimos 7 años de análisis.



**Gráfico A6: Composición del empleo industrial según categoría de empresa**



Fuente: Elaboración propia en base a OEDE-MTSS

### A.3. Análisis Del Consumo Energético

#### A.3.1 Consumo Energético del Sector Industrial

Del trabajo "Estudio sobre los consumos energéticos del sector industrial" se dispone de los consumos energéticos y el VBP para PyMEs y Grandes Empresas del sector industrial a 2D del ClaNAE 97 y de sus correspondientes indicadores de intensidad energética para los años 1997 a 2000.

El trabajo calcula los consumos energéticos de las PyMEs como parte de los costos de producción (Consumo Intermedio sobre VBP), de acuerdo a un factor de expansión que resulta de la correlación entre el coeficiente de consumo energético en la MIP-97 y su correlación con el consumo energético según figura en la Encuesta Industrial Anual.

La Encuesta Industrial Anual del INDEC, en aquel entonces contenía un capítulo de consumo energético de las GE y PyMEs en la Argentina.

Se dispone de una encuesta realizada a empresas de la industria en el año 2017. No obstante, las categorías sectoriales difieren significativamente con aquellas del trabajo que se busca actualizar.

A los fines de realizar una actualización del trabajo mencionado siguiendo las mismas categorías, se procedió a actualizar la información expuesta en dicho trabajo estimando los valores desde el año 2004 en adelante en función de la evolución del empleo en los diferentes sectores. Así, se calculó el consumo energético por empleado para el año 2000, expuesto en el trabajo de base, y se lo ajustó por el aumento en el volumen de empleo (manteniendo fija la proporción de consumo energético por empleado registrado) para calcular los consumos energéticos al presente. Adicionalmente, se ajustó la serie resultante por el valor agregado industrial por empleado por rama, como aproximación a la



evolución de la productividad en el período. Esto se hizo tomando la evolución del VAB de cada rama industrial (según es informado por el INDEC) por cada empleado registrado en esa rama industrial. El resultado de esto es un consumo energético proporcionalmente mayor ante una mayor productividad por empleado registrado. Este ajuste se ha podido realizar únicamente a nivel de rama y no a nivel de categoría, de forma que la evolución en la productividad por empleado fue aplicada tanto a Grandes Empresas como PyMEs por igual. Para los sectores de "Productos de Tabaco" y "Maquina de Oficina, Contabilidad e Informática" no se registran empleados en el OEDE-MTSS para la categoría de Grandes Empresas, motivo por el cual no se pueden aproximar consumos energéticos para ese sector siguiendo la metodología descrita.

A continuación, se tomaron los valores de consumo energético del sector industrial, de acuerdo, a la información contenida en el BEN 2017 para compararla con los datos actualizados. Para ello se dedujo del BEN 2017 la estimación del consumo energético del sector producción y del sector minería (ambos incluidos en el BEN 2017 en el sector industrial pero no incluidos en el trabajo de base), y se agregó la Autoproducción de Energía en el sector industrial. De acuerdo, a esto, el BEN 2017 arroja para el sector industrial un consumo de 14.866 miles de TEP; mientras que la actualización del trabajo de base realizada da un consumo de 14.301 miles de TEP. Esto representa una diferencia de -565 miles de TEP o -3,8%.

### **A.3.2 Codificación de las Ramas Industriales**

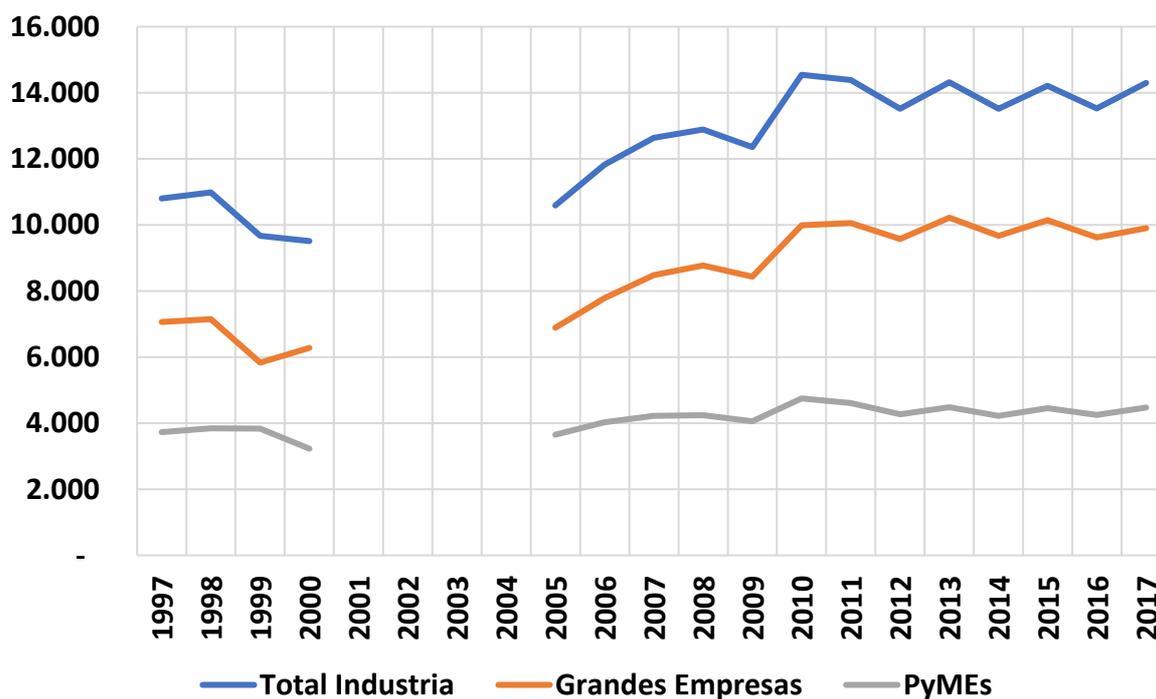
Para el siguiente análisis se tuvieron nuevamente en cuenta los 22 sectores enumerados en el apartado A.2.2 del presente informe.

### **A.3.3 Consumo Energético Industrial según Código CIU**

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para las estimaciones descritas anteriormente, haciendo especial énfasis en el consumo energético tanto por categoría de empresa como por sector de actividad y su comportamiento a lo largo del período de análisis. Finalmente, se compara el valor obtenido para el año 2017 con el valor que surge del Balance Energético Nacional de dicho año, ajustado por las diferencias entre los criterios de medición de la actividad industrial en el BEN y en este trabajo a los fines de dar cuenta del grado de precisión de esta metodología de estimación del consumo energético.



**Gráfico A.7: Consumo energético del sector industrial en miles de TEP ajustados por productividad para los años 1997-2000 y 2005-2017**

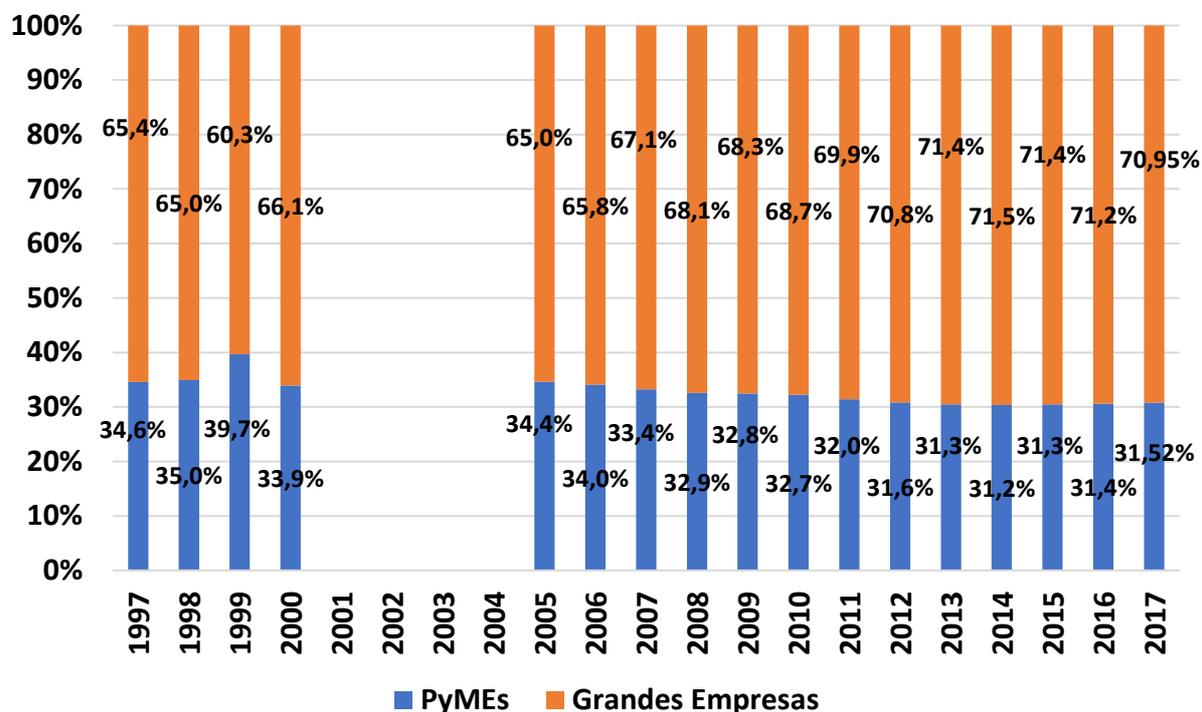


Fuente: Estimación propia en base a información de INDEC, OEDE-MTSS, Estudio sobre los consumos energéticos del sector industrial (2004)

El consumo energético del sector industrial muestra, desde un valor 10.800 miles de TEP en el año 1997, un descenso hasta los 9.512 miles de TEP en el año 2000. A continuación, a partir del año 2005 y hasta el año 2010, el consumo energético crece a una tasa anual acumulada media de 6,55% hasta un valor de 14.544 miles de TEP en el año 2010. A continuación, y hasta el año 2017, el consumo energético fluctúa en torno a un promedio de 14.040 miles de TEP cerrando el período de análisis en 14.301 miles de TEP para el año 2017. A su vez, se destaca que la participación del consumo energético por parte de las PyMEs muestra un descenso continuo desde el año 2009 hasta el año 2017, cerrando allí con una participación del 31,5% sobre el consumo energético total del sector industrial. También pueden observarse comportamientos de consumo energético propios según categoría de empresa durante el período de análisis. Así, el consumo energético de las Grandes Empresas creció entre los años 2005 y 2017 a una tasa media anual acumulada de 3,28% mientras las PyMEs registraron un crecimiento de 1,78% medio anual acumulado en dicho período. Finalmente, se observa que el consumo energético de las PyMEs es más estable a lo largo del tiempo.



**Gráfico A.8: Composición del consumo energético según categoría de empresa, ajustados por productividad, para los años 1997-2000 y 2005-2017**



Fuente: Estimación propia en base a información de INDEC, OEDE-MTSS, Estudio sobre los consumos energéticos del sector industrial (2004).

El Balance Energético Nacional incluye en las actividades industriales las actividades de la construcción, de la minería y de la autoproducción de la actividad minera. Estas no están siendo contempladas en este informe, motivo por el cual se procedió a ajustar el BEN estimando el consumo de estos dos sectores de actividad para arribar a un consumo energético que pueda ser comparable. El consumo energético del sector industrial según BEN ajustado para el año 2017 es de 14.866 miles de TEP. Esto presenta una diferencia del 4% respecto del valor estimado para dicho año de 14.301 miles de TEP.

A continuación, las Tablas 3 a 5 resumen el consumo energético por rama de actividad industrial a nivel total industrial, a nivel de Grandes Empresas, así como a nivel de PyMEs, teniendo en cuenta, como se ha mencionado previamente, la ausencia de información para algunas de estas ramas y categorías.



Tabla A.3: Consumo energético del sector industrial por sector de actividad para los años 1997-2000 y 2005-2017 (en miles de TEP)

	1997	1998	1999	2000	2001-2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Total Industria	10.800	10.986	9.672	9.512		10.594	11.828	12.629	12.881	12.360	14.543	14.377	13.518	14.321	13.518	14.216	13.525	14.301
Alimentos y Bebidas	2.569	2.719	2.428	2.379		2.727	2.890	2.967	3.063	3.208	2.984	3.557	3.511	3.618	3.690	3.718	3.828	3.693
Productos de Tabaco	21	24	26	31		39	46	44	46	44	40	44	48	44	46	41	39	43
Productos Textiles	384	381	361	335		423	437	506	454	488	538	536	487	536	586	517	503	501
Confección de Prendas de Vestir, Terminación y Teñido de Pielés	34	30	28	26		33	32	37	41	41	41	46	40	44	37	41	38	36
Curtido y Terminación de Cueros, Fabricación de Productos de Cuero	126	91	109	119		119	146	155	141	149	182	167	167	175	166	149	161	146
Producción de Madera y de Productos de Madera y Corcho	264	202	265	268		282	372	381	384	374	394	433	385	427	330	365	355	390
Papel y Productos de Papel	464	445	565	527		635	691	726	715	701	753	812	779	784	797	717	765	778
Edición e Impresión, Reproducción de Grabaciones	39	45	47	46		44	51	54	56	51	52	61	51	55	45	44	48	47
Fabricación de Coque, Producto de la Refinación de Petróleo	1.367	1.263	1.091	1.175		1.354	1.507	1.615	1.518	1.511	1.452	1.430	1.474	1.410	1.451	1.500	1.505	1.436
Sustancias y Productos Químicos	1.299	1.159	935	899		940	1.098	1.130	1.275	1.269	1.204	1.376	1.425	1.496	1.511	1.476	1.528	1.459
Productos de Caucho y Plástico	293	259	272	292		331	385	427	392	450	468	494	497	505	484	516	462	506
Productos Minerales No Metálicos	1.481	1.468	1.235	1.019		1.097	1.295	1.272	1.335	1.295	1.433	1.573	1.509	1.657	1.445	1.531	1.537	1.596
Metales Comunes	1.673	2.205	1.672	1.799		1.919	2.219	2.225	2.646	2.072	2.628	2.583	2.467	2.630	2.427	2.081	2.281	2.579



	1997	1998	1999	2000	2001-2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Metal Excepto Maquinaria y Equipo	204	159	163	147		171	205	225	245	213	245	266	252	255	227	264	259	275
Maquinaria y Equipo NCP	138	146	122	112		142	182	193	190	153	225	230	188	218	186	211	224	235
Maquina de Oficina, Contabilidad e Informática	1	1	-	1		1	1	2	3	3	2	3	3	3	5	5	3	3
Maquinaria y Aparatos Eléctricos NCP	54	59	60	66		68	78	101	97	89	96	112	101	119	119	114	103	109
Equipos y Aparatos de Radio, Televisión y Comunicaciones	8	9	6	6		7	9	8	7	6	32	21	18	17	16	18	17	16
Instrumentos Médicos y de Precisión	8	8	6	13		18	19	23	22	21	20	20	24	21	21	25	19	24
Vehículos Automotores, Remolque y Semiremolque	280	211	165	155		176	213	222	246	218	325	309	281	329	242	257	258	281
Equipo de Transporte NCP	17	15	15	13		17	16	21	23	22	28	25	22	35	20	33	23	31
De Muebles y Colchones, Ind. Manufactureras NCP	76	87	101	84		82	103	113	110	108	113	132	127	128	118	134	118	131

Fuente: Estimación propia en base a información de INDEC, OEDE-MTSS, Estudio sobre los consumos energéticos del sector industrial (2004)

Tabla A.4: Consumo energético de Grandes Empresas del sector industrial por sector de actividad para los años 1997-2000 y 2005-2017 (en miles de TEP)

	1997	1998	1999	2000	2001-2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Total Industria GE	<b>7067</b>	<b>7145</b>	<b>5833</b>	<b>6284</b>		6.890	7.788	8.476	8.768	8.442	9.985	10.053	9.576	10.221	9.671	10.143	9.626	10.147
Alimentos y Bebidas	1.579	1.549	1.354	1.549		1.653	1.831	1.978	2.055	2.076	2.464	2.488	2.400	2.576	2.428	2.588	2.543	2.837



	1997	1998	1999	2000	2001 - 2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Productos de Tabaco	15	14	12	14		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Productos Textiles	87	64	39	40		55	64	71	74	68	83	80	85	92	83	86	83	86
Confección de Prendas de Vestir, Terminación y Teñido de Pieles	2	1	1	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Curtido y Terminación de Cueros, Fabricación de Productos de Cuero	56	49	44	65		61	68	72	76	77	103	101	84	83	77	80	77	75
Producción de Madera y de Productos de Madera y Corcho	70	32	12	16		20	24	26	26	22	24	26	25	24	23	23	24	25
Papel y Productos de Papel	224	215	326	331		400	454	485	502	499	600	599	567	588	536	557	554	593
Edición e Impresión, Reproducción de Grabaciones	12	13	9	12		10	12	12	13	12	14	14	13	14	12	12	12	12
Fabricación de Coque, Producto de la Refinación de Petróleo	1.359	1.255	1.076	1.166		1.446	1.596	1.658	1.588	1.506	1.643	1.552	1.453	1.585	1.515	1.597	1.537	1.263
Sustancias y Productos Químicos	953	719	536	576		618	705	785	818	814	984	993	1.007	1.189	1.139	1.155	1.090	1.190
Productos de Caucho y Plástico	72	75	52	59		83	99	114	126	119	146	152	148	160	149	162	158	171
Productos Minerales No Metálicos	897	868	714	620		599	729	845	925	898	1.060	1.130	1.062	1.085	1.051	1.151	1.066	1.174
Metales Comunes	1.472	2.074	1.514	1.681		1.783	2.008	2.183	2.278	2.080	2.530	2.556	2.370	2.443	2.315	2.389	2.159	2.365
Metal Excepto Maquinaria y Equipo	33	22	13	15		17	21	25	29	26	31	34	33	33	31	34	31	35



	1997	1998	1999	2000	2001 - 2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Maquinaria y Equipo NCP	19	17	8	9		14	16	19	20	19	23	25	26	28	26	28	26	29
Maquina de Oficina, Contabilidad e Informática	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Maquinaria y Aparatos Eléctricos NCP	16	14	6	13		13	17	21	23	23	27	28	28	29	26	26	26	28
Equipos y Aparatos de Radio, Televisión y Comunicaciones	4	6	4	3		3	4	5	4	4	7	9	11	13	11	11	10	9
Instrumentos Médicos y de Precisión	-	-	1	1		1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2
Vehículos Automotores, Remolque y Semiremolque	195	154	112	113		112	137	174	206	195	241	261	260	275	245	241	227	249
Equipo de Transporte NCP	2	4	-	1		1	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
De Muebles y Colchones, Ind. Manufactureras NCP	-	-	-	-														

Fuente: Estimación propia en base a información de INDEC, OEDE-MTSS, Estudio sobre los consumos energéticos del sector industrial (2004).



Tabla A.5: Consumo energético de PyMEs del sector industrial por sector de actividad para los años 1997-2000 y 2005-2017 (en miles de TEP)

	1997	1998	1999	2000	2001-2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Total Industria PyME	3733	3841	3839	3228		3.649	4.027	4.220	4.244	4.058	4.749	4.605	4.269	4.485	4.222	4.453	4.248	4.508
Alimentos y Bebidas	990	1.170	1.074	830		921	994	1.043	1.070	1.069	1.268	1.240	1.166	1.238	1.185	1.258	1.211	1.302
Productos de Tabaco	6	10	14	17		23	24	24	23	23	25	25	23	24	23	23	22	22
Productos Textiles	297	317	322	295		333	371	391	374	356	421	415	380	396	372	392	376	392
Confección de Prendas de Vestir, Terminación y Teñido de Pieles	32	29	27	26		31	36	38	38	35	41	40	37	38	36	38	37	37
Curtido y Terminación de Cueros, Fabricación de Productos de Cuero	70	42	65	54		68	76	81	81	76	90	90	85	91	83	87	83	81
Producción de Madera y de Productos de Madera y Corcho	194	170	253	252		311	361	377	378	347	399	382	347	358	328	342	317	332
Papel y Productos de Papel	240	230	239	196		209	228	241	240	231	261	243	231	244	233	245	238	254
Edición e Impresión, Reproducción de Grabaciones	27	32	38	34		35	39	41	41	39	45	42	39	40	37	38	35	36
Fabricación de Coque, Producto de la Refinación de Petróleo	8	8	15	9		7	8	9	8	9	10	9	9	10	9	10	9	9
Sustancias y Productos Químicos	346	440	399	323		370	395	406	399	382	447	427	397	413	383	414	400	427
Productos de Caucho y Plástico	221	184	220	233		257	280	289	282	268	316	307	289	304	285	295	284	303
Productos Minerales No Metálicos	584	600	521	399		422	465	485	501	480	555	533	482	515	487	513	482	515
Metales Comunes	201	131	158	118		144	163	168	168	154	177	174	158	161	147	152	144	152
Metal Excepto Maquinaria y Equipo	171	137	150	132		164	190	206	212	193	227	225	211	221	207	219	207	219
Maquinaria y Equipo NCP	119	129	114	103		122	137	142	143	132	155	152	140	145	137	142	135	145



Maquina de Oficina, Contabilidad e Informática	1	1	-	1		1	2	2	2	2	3	3	3	4	4	4	4	3
Maquinaria y Aparatos Eléctricos NCP	38	45	54	53		61	67	71	74	68	82	79	74	78	74	78	74	78
Equipos y Aparatos de Radio, Televisión y Comunicaciones	4	3	2	3		3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Instrumentos Médicos y de Precisión	8	8	5	12		16	19	19	20	19	22	22	20	21	21	22	21	23
Vehículos Automotores, Remolque y Semiremolque	85	57	53	42		52	56	58	59	54	63	60	54	55	51	53	50	52
Equipo de Transporte NCP	15	11	15	12		14	18	19	20	19	22	21	19	19	18	19	17	18
De Muebles y Colchones, Ind. Manufactureras NCP	76	87	101	84		82	94	104	105	98	115	111	103	106	98	104	98	105

Fuente: Estimación propia en base a información de INDEC, OEDE-MTSS, Estudio sobre los consumos energéticos del sector industrial (2004).



La siguiente, ilustra, sobre la participación de cada categoría (GE y PyME) en el consumo total de cada actividad industrial, aproximando así la concentración del consumo energético por categoría de establecimiento productivo. Se puede observar, que solamente tres, de los veintidós, sectores de actividad presentan un consumo energético distribuido en forma relativamente pareja según categoría de establecimiento, mientras que seis sectores tienen un consumo energético relativamente concentrado según categoría y trece un consumo energético altamente concentrado según categoría.

Tabla A.6: Participación en el consumo energético de categoría de empresa por sector de actividad. Años 2000, 2005, 2010 y 2017.

	2000		2005		2010		2017	
	GE	PyMEs	GE	PyMEs	GE	PyMEs	GE	PyMEs
<b>Total</b>	66%	34%	65%	34%	69%	33%	71%	32%
<b>Alimentos y Bebidas</b>	65%	35%	65%	35%	64%	36%	65%	35%
<b>Productos de Tabaco</b>	45%	55%	#VALUE!	55%	#VALUE!	55%	#VALUE!	55%
<b>Productos Textiles</b>	12%	88%	14%	81%	14%	78%	14%	77%
<b>Confección de Prendas de Vestir, Terminación y Teñido de Pieles</b>	0%	100%	0%	102%	0%	93%	0%	95%
<b>Curtido y Terminación de Cueros, Fabricación de Productos de Cuero</b>	55%	45%	48%	53%	51%	49%	45%	56%
<b>Producción de Madera y de Productos de Madera y Corcho</b>	6%	94%	6%	93%	5%	96%	6%	94%
<b>Papel y Productos de Papel</b>	63%	37%	66%	34%	68%	32%	67%	33%
<b>Edición e Impresión, Reproducción de Grabaciones</b>	26%	74%	24%	80%	24%	80%	23%	82%
<b>Fabricación de Coque, Producto de la Refinación de Petróleo</b>	99%	1%	103%	1%	101%	1%	99%	1%
<b>Sustancias y Productos Químicos</b>	64%	36%	63%	37%	67%	33%	71%	30%
<b>Productos de Caucho y Plástico</b>	20%	80%	24%	73%	28%	65%	30%	62%
<b>Productos Minerales No Metálicos</b>	61%	39%	59%	41%	64%	37%	67%	35%
<b>Metales Comunes</b>	93%	7%	89%	7%	91%	7%	91%	7%



	2000		2005		2010		2017	
	GE	PyMEs	GE	PyMEs	GE	PyMEs	GE	PyMEs
<b>Metal Excepto Maquinaria y Equipo</b>	10%	90%	10%	91%	11%	88%	12%	86%
<b>Maquinaria y Equipo NCP</b>	8%	92%	10%	84%	11%	78%	12%	71%
<b>Maquina de Oficina, Contabilidad e Informática</b>	0%	100%	#VALUE!	100%	#VALUE!	100%	#VALUE!	100%
<b>Maquinaria y Aparatos Eléctricos NCP</b>	20%	80%	19%	83%	22%	72%	22%	73%
<b>Equipos y Aparatos de Radio, Televisión y Comunicaciones</b>	50%	50%	50%	51%	55%	36%	59%	27%
<b>Instrumentos Médicos y de Precisión</b>	8%	92%	7%	96%	7%	96%	7%	97%
<b>Vehículos Automotores, Remolque y Semiremolque</b>	73%	27%	68%	31%	79%	22%	82%	20%
<b>Equipo de Transporte NCP</b>	8%	92%	8%	137%	9%	73%	10%	0%
<b>De Muebles y Colchones, Ind. Manufactureras NCP</b>	0%	100%	#DIV/0!	131%	#DIV/0!	89%	#DIV/0!	0%

Fuente: Estimación propia en base a información de INDEC, OEDE-MTSS, Estudio sobre los consumos energéticos del sector industrial (2004).

Tabla A.7: Consumo energético por empresa, por categoría y sector, en TEP para los años 2000, 2005, 2010 y 2017.

	2000		2005		2010		2017	
	GE	PyMEs	GE	PyMEs	GE	PyMEs	GE	PyMEs
<b>Total</b>	4.856	74	4.371	74	5.286	84	5.332	82
<b>Alimentos y Bebidas</b>	4.543	84	4.603	86	4.765	83	5.276	86
<b>Productos de Tabaco</b>		810		664		771		795
<b>Productos Textiles</b>	597	130	648	136	780	151	762	128
<b>Confección de Prendas de Vestir, Terminación y Teñido de Pieles</b>	-	10	-	11	-	11	-	10
<b>Curtido y Terminación de Cueros, Fabricación de Productos de Cuero</b>	2.097	45	1.332	41	1.846	54	1.630	48
<b>Producción de Madera y de Productos de Madera y Corcho</b>	800	105	730	93	911	133	929	135



	2000		2005		2010		2017	
	GE	PyMEs	GE	PyMEs		PyMEs	GE	PyMEs
<b>Papel y Productos de Papel</b>	5.172	278	5.448	268	5.640	294	6.152	296
<b>Edición e Impresión, Reproducción de Grabaciones</b>	125	10	100	10	109	11	110	10
<b>Fabricación de Coque, Producto de la Refinación de Petróleo</b>	97.167	148	92.872	121	95.540	160	122.151	168
<b>Sustancias y Productos Químicos</b>	3.840	168	3.390	158	4.197	183	4.359	187
<b>Productos de Caucho y Plástico</b>	663	93	635	88	843	106	845	99
<b>Productos Minerales No Metálicos</b>	11.071	252	9.309	275	11.611	291	11.286	291
<b>Metales Comunes</b>	50.939	125	44.865	128	57.911	168	55.637	168
<b>Metal Excepto Maquinaria y Equipo</b>	214	22	199	22	258	28	227	28
<b>Maquinaria y Equipo NCP</b>	143	41	143	42	215	58	205	53
<b>Maquina de Oficina, Contabilidad e Informática</b>		9		9		13		20
<b>Maquinaria y Aparatos Eléctricos NCP</b>	342	65	257	65	352	72	321	75
<b>Equipos y Aparatos de Radio, Televisión y Comunicaciones</b>	250	26	254	29	1.103	94	568	29
<b>Instrumentos Médicos y de Precisión</b>	125	30	104	35	93	35	88	39
<b>Vehículos Automotores, Remolque y Semiremolque</b>	1.284	33	1.124	37	1.995	50	1.672	39
<b>Equipo de Transporte NCP</b>	91	34	54	54	73	41	81	43
<b>De Muebles y Colchones, Ind. Manufactureras NCP</b>	-	29		36		31		33

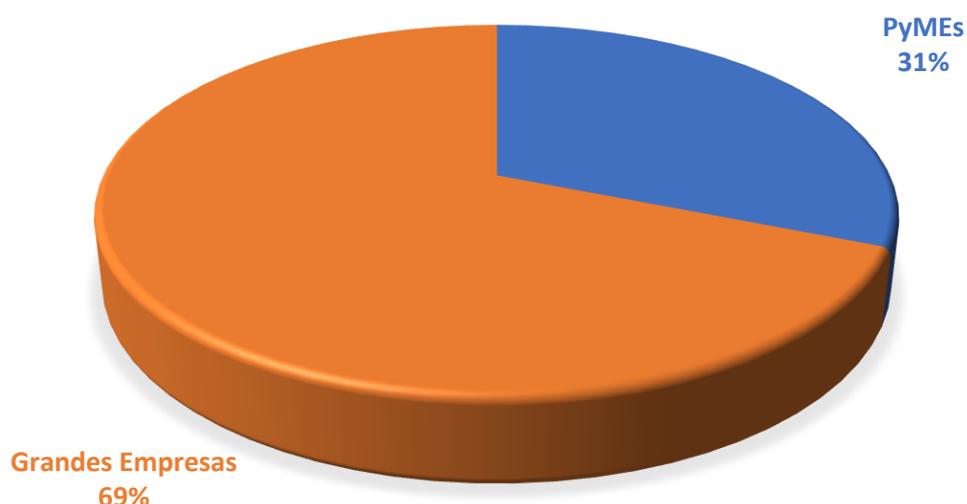
Fuente: Estimación propia en base a información de INDEC, OEDE-MTSS, Estudio sobre los consumos energéticos del sector industrial (2004).



En función de este análisis se puede ver la composición del consumo energético según la categoría de empresa por rama de actividad, facilitando identificar aquellos sectores donde el consumo energético se concentra mayoritariamente en una categoría. A ese fin, fueron resaltados en color naranja aquellos sectores para los cuales una categoría explica entre el 60% y 75% del consumo energético de esa actividad y en rojo aquellos sectores donde una categoría concentra 75% o más del consumo energético del sector.

A continuación, se expone una serie de análisis con mayor grado de detalle para el año 2017.

**Gráfico A.9 Participación en el consumo energético industrial total según categoría. Año 2017.**



Para el año 2017, según esta metodología, el consumo energético industrial se distribuye en un 31% consumido por el sector PyME y un 69% consumido por el sector Grandes Empresas. Estos valores indican que ha sido posible obtener la misma estructura de consumo por tipo de empresa que la metodología adoptada en el documento principal.

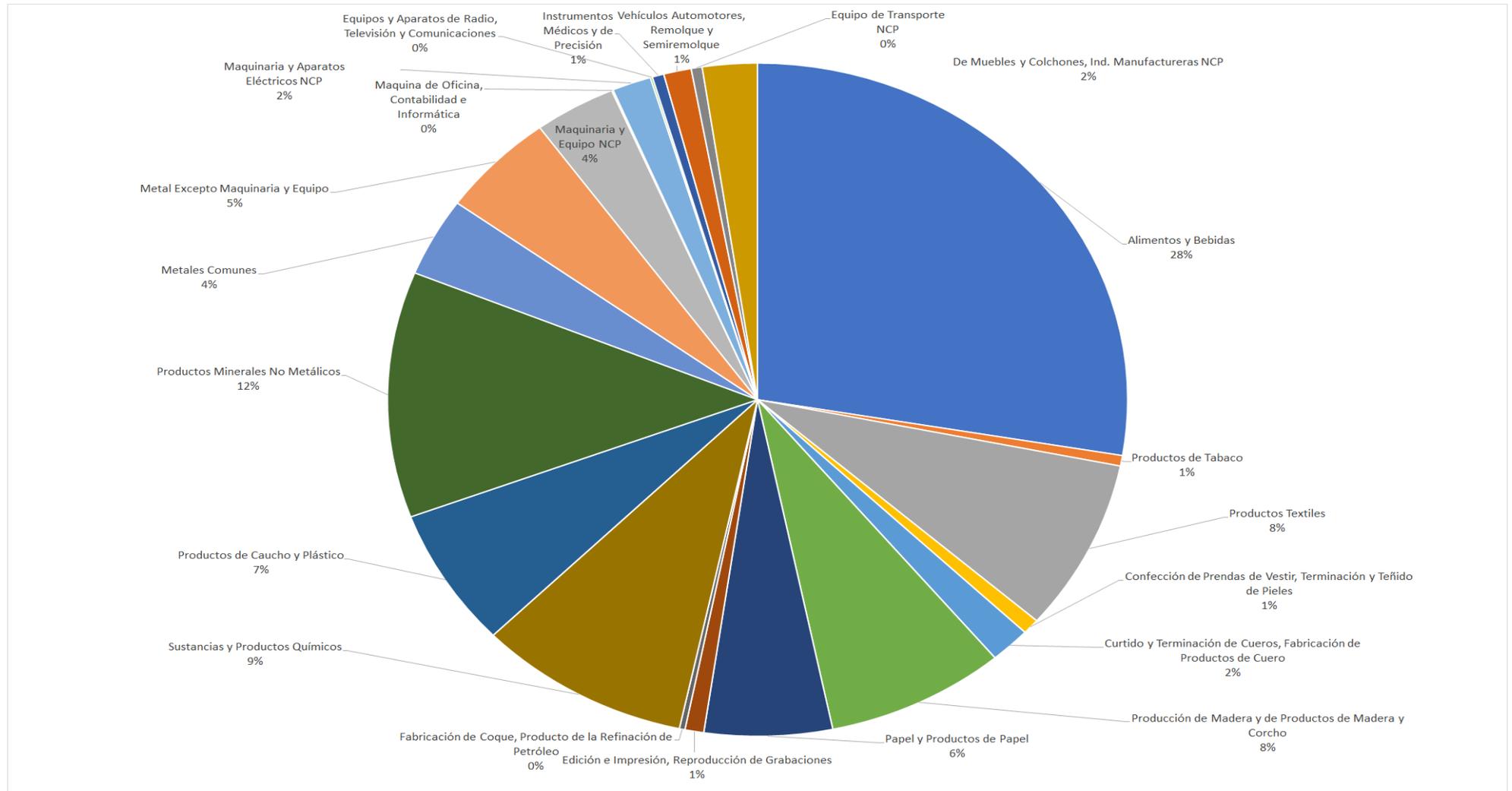
#### **Limitaciones de la metodología empleada**

**Si bien esta metodología alcanza valores similares a la estructura de consumo (PyMES y Grandes), presentada en el documento principal, es importante destacar que presenta debilidades que son importantes enumerar y resaltar. A grandes rasgos se pueden destacar tres (3) aspectos relevantes a considerar: 1) la existencia de posibles cambios en la composición del empleo según sea registrado o no, 2) la evolución heterogénea del nivel de productividad en cada uno de los sectores; y 3) y la existencia de posibles cambios tecnológicos que hubieren afectado la intensidad energética en determinado sector o categoría de establecimiento. Estas dificultades, al presente, no pueden ser remediadas con la información al alcance, motivo por el cual la metodología recién expuesta puede presentar faltas de exactitud.**

Finalmente, y solamente a título ilustrativo, se presenta la estructura del consumo energético de las PyMES por rama. Esta desagregación no será utilizada en las simulaciones que se realizarán en el modelo LEAP para el sector Manufacturero, debido a que las PyMES serán abordadas en su conjunto como una única rama.



**Gráfico A.10: Composición del consumo energético por sector de actividad industrial en PyMES . 2017.**





## Anexo 2. Ingenios

Si bien, esta rama no ha sido seleccionada dentro de las seis a estudiar, se ha decidió incluir su análisis debido a su complejidad, a la baja disponibilidad de información, y al hecho que existe AP de EE para la venta a la red, principalmente en base a GN.

Adicionalmente, existe un ingenio importante en términos de producción (Ledesma) que está integrado energéticamente dentro de un complejo industrial con otras actividades productivas distintas de la producción de azúcar.

Se identificaron tres ingenios que usaban GN para producir EE para la red en 2017 (Ledesma, San Martín del Tabacal y Santa Bárbara). Por lo tanto, el consumo total de GN no es sólo para operaciones del ingenio.

En autoproducción EE se pone el total generado, que será inferior a la suma de los usos de la EE. La diferencia es la venta a la red.

Hay unos 20 ktep de bagazo (128000 ton) que en realidad se usarían como materia prima para la producción de papel (Ledesma). Este ingenio reemplaza ese bagazo con maloja de caña y algo de leña. En la matriz de FyU se consigna esa maloja como bagazo (cuando en realidad debería estar en la columna "otros"), de tal forma de respetar el total indicado en el BEN (848 ktep). Otro aspecto es que el total del BEN está estimado en base a la caña molida (30% de bagazo) pero no hay certeza de que todo el bagazo producido esté siendo utilizado ya que por diversas razones hay varios ingenios que usan una importante proporción de GN.

El bagazo que no es usado para AP se asume que es usado para la generación de vapor, de tal forma que el total cierre contra el BEN.

Como se desconoce el total de electricidad generado a partir del bagazo se realizará una estimación a partir de los requerimientos típicos de electricidad de un ingenio, situados en torno a los 28 kWh por tonelada de caña molida. Eso da un requerimiento total de 36 ktep de electricidad para los procesos de los ingenios durante el año 2017. Por otra parte, de la base de datos de CAMMESA se sabe que los ingenios compraron 2,6 ktep y el archivo de AP indica que la rama alimentos y bebidas generó un máximo de 35 ktep con GN y 44,5 ktep de EE con bagazo (TV+TG, 80 ktep). La AP con GN de alimentos y bebidas debe ser repartida entre diversas actividades (ver archivo de programación estacional de CAMMESA). Por el momento se asume que corresponde toda a ingenios.

(<https://www.CAMMESA.com/lprogest.nsf/MPROGEST?OpenFrameSet>)- La de bagazo corresponde a ingenios.

Con respecto a la distribución del bagazo entre los usos vapor y vapor cogeneración, se dispone del BEN el total de consumo de bagazo. Para estimar el consumo en ingenios se le resta el consumo en la rama pulpa y papel (cerca de 50 ktep). Del archivo de AP se conoce el consumo de bagazo para AP (225 ktep, que luego se ajustan al año 2017) una parte del cual es para las operaciones del ingenio y otra para exportar EE a la red. La fracción correspondiente al consumo del ingenio se estima aplicando al total de AP el cociente entre el requerimiento estimado de EE de los ingenios (36 ktep) y la AP total (80 ktep, ver arriba). Eso da 102 ktep de bagazo usados en vapor cogeneración para procesos del ingenio y 123 ktep de bagazo para generación para la red, que luego se ajustan al año 2017. La diferencia entre el total de bagazo usado y lo empleado para vapor cogeneración (procesos ingenio + red) da el bagazo usado para generación de vapor.



En el caso del gas natural se utiliza la misma metodología que para el bagazo. Del prediagnóstico se conoce el total de GN consumido por los ingenios. Del archivo de AP se conoce el total utilizado para AP, el cual ajustado al año 2017 es prácticamente el mismo que el estimado en el prediagnóstico. Por lo tanto se toma el valor del prediagnóstico para AP.

La distribución entre vapor cogeneración para procesos del ingenio y para la red se realiza aplicando al total de GN para AP el cociente entre el requerimiento estimado de EE de los procesos del ingenio (36ktep) y la AP total de EE (80 ktep).

Por otra parte, del prediagnóstico se sabe que cinco de los 22 ingenios en operación en la Argentina (Ledesma, San Martín del Tabacal, Santa Bárbara, La Florida y La Providencia) se autoabastecen de energía en base a bagazo. Por lo tanto, la mayor parte del gas que consumen estos ingenios se destinaría, en principio a generar EE para exportar a la red (eso puede incluir industrias anexas como en el caso de Ledesma). Dicho gas natural equivale a 198 ktep del total de 254 ktep que consumieron los ingenios en el año 2017. La diferencia con la estimación de 139 ktep para AP para la red puede deberse a la necesidad de realizar co-combustión del bagazo con GN por cuestiones de humedad del primero o a que se está sobrestimando el consumo interno de EE los ingenios (36ktep debería bajar a la mitad para que el GN de AP para la red cierre contra 198ktep). Esta cifra es coherente con el consumo de 177 ktep en el año 2016 para AP en base a GN en alimentos y bebidas.

Como resultado de las hipótesis asumidas, se ha obtenido la matriz de fuentes y usos que se presenta a en la tabla siguiente.

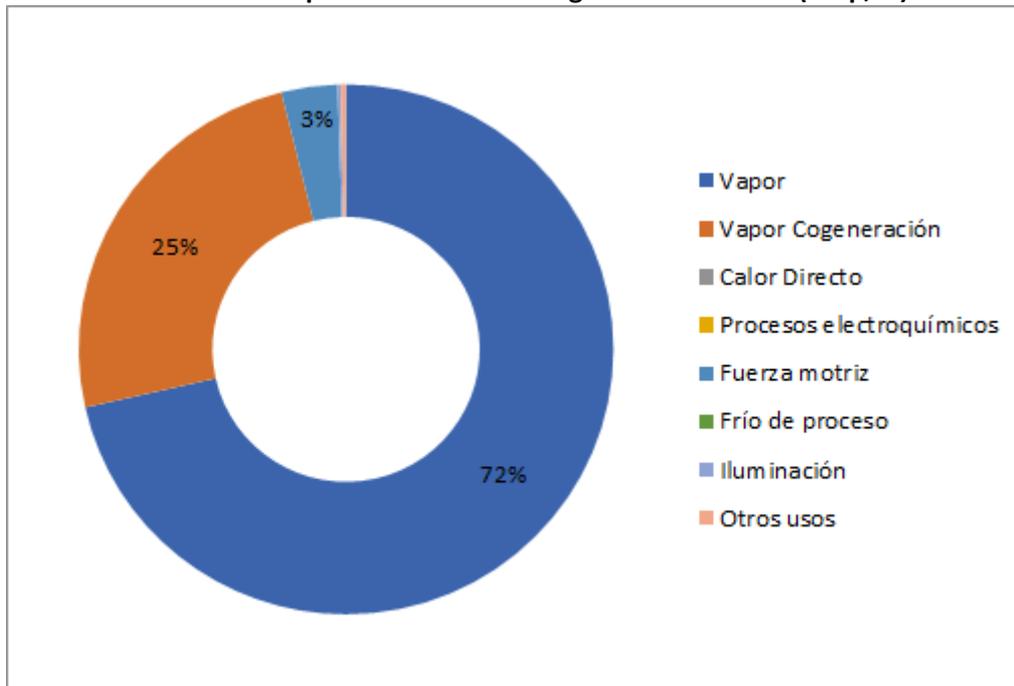
Tabla A.8. Matriz de Fuentes y Usos de los Ingenios azucareros (2017)

Consumo final (ktep)	Fuente									Total	Total por uso (%)
	EE	GD	GLP	DO+GO	FO	CM	LE	Bagazo	Otros residuos		
Vapor	-							660,1		660,1	71,5%
Vapor Cogeneración	-	115,1						112,3		227,3	24,6%
Calor Directo	-	0,0								0,0	0,0%
Procesos electroquímicos	-									-	0,0%
Fuerza motriz	31,2									31,2	3,4%
Frío de proceso	0,0									0,0	0,0%
Iluminación	1,8									1,8	0,2%
Otros usos	2,9									2,9	0,3%
<b>Total consumo final</b>	<b>36,0</b>	<b>115,1</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>772,4</b>	<b>-</b>	<b>923,4</b>	<b>100,0%</b>
<b>Total consumo final por fuente (%)</b>	<b>3,9%</b>	<b>12,5%</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,0%</b>	<b>83,6%</b>	<b>0,0%</b>		<b>100,0%</b>
<b>Autoproducción</b>	<b>79,5</b>	<b>254,2</b>						<b>248,1</b>			
<b>no AP</b>	<b>2,6</b>							<b>660,1</b>			
<b>Total</b>	<b>82,1</b>	<b>254,2</b>						<b>908,2</b>			
<b>Total procesos ingenios</b>	<b>36,0</b>	<b>115,1</b>						<b>772,4</b>			
<b>A la red</b>	<b>46,1</b>	<b>139,2</b>						<b>135,8</b>			

Fuente: Elaboración propia en base a Diagnósticos, BEN 2017, CAMMESA y ENARGAS



**Gráfico A.11. Estructura por usos del Sector Ingenios Azucareros (Ktep, %)**



Fuente: Elaboración propia en base a Diagnósticos, BEN 2017, CAMMESA y ENARGAS



**EFICIENCIA  
ENERGÉTICA**  
EN ARGENTINA

[eficienciaenergetica.net.ar](http://eficienciaenergetica.net.ar)

[info@eficienciaenergetica.net.ar](mailto:info@eficienciaenergetica.net.ar)

Proyecto financiado por  
la Unión Europea

