

# **Desarrollo de Vaca Muerta: Impacto económico agregado y sectorial**



Ministerio de Energía  
Presidencia de la Nación



Ministerio de Producción  
Presidencia de la Nación

## AUTORIDADES



Ministerio de Energía  
Presidencia de la Nación

---

### Ministro de Energía y Minería

Ing. Juan José Aranguren

### Secretario de Coordinación de Planeamiento Energético

Ing. Daniel Redondo

### Director Nacional de Escenarios y Evaluación de Proyectos Energéticos

Lic. Sebastián Sánchez

### Director de Escenarios Energéticos

Lic. Anibal Fernández Folatti



Ministerio de Producción  
Presidencia de la Nación

---

### Ministro de Producción de la Nación

Ing. Francisco Adolfo Cabrera

### Secretario de la Transformación Productiva

Lic. Lucio Castro

### Director de Estudios para el Desarrollo Productivo

Lic. Gabriel Michelena

## AUTORES

Carlos A. Romero

Secretaría de Transformación Productiva, Ministerio de Producción

Leonardo J. Mastronardi

Dirección Nacional de Escenarios y Evaluación de Proyectos Energéticos, Secretaría de Coordinación de Planeamiento Energético, Ministerio de Energía y Minería de la Nación.

Juan Pablo Vila Martínez

Dirección Nacional de Escenarios y Evaluación de Proyectos Energéticos, Secretaría de Coordinación de Planeamiento Energético, Ministerio de Energía y Minería de la Nación.

# ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>4.</b>
<b>2.</b>	<b>EVOLUCIÓN DE PRODUCCIÓN E INVERSIÓN DE HIDROCARBUROS NO CONVENCIONALES</b>	<b>5.</b>
2.1	Hidrocarburos no convencionales en Argentina	5.
2.2	Desarrollo de hidrocarburos no convencionales en la cuenca neuquina	7.
2.3	Proyecciones de producción de hidrocarburos no convencionales	8.
<b>3.</b>	<b>ESTRUCTURAS DE COSTOS</b>	<b>11.</b>
3.1	Servicios y extracción de gas y petróleo	11.
3.2	Estructura de costos en insumo producto	13.
<b>4.</b>	<b>MATRIZ DE CONTABILIDAD SOCIAL REGIONAL: NEUQUÉN-RESTO DE ARGENTINA</b>	<b>15.</b>
4.1	Diseño y determinación de la desagregación de las MCS locales	15.
4.2	Identificación, recopilación y ajuste de los datos	15.
4.3	Especificación de sectores para el estudio y estimación de las cuentas regionales	16.
<b>5.</b>	<b>DESCRIPCIÓN BÁSICA DE LOS MODELOS DE SIMULACIÓN</b>	<b>20.</b>
5.1	Modelo de multiplicadores de Insumo producto (MMIP)	20.
5.1.1	Modelos MMIP utilizados: abiertos y cerrados	21.
5.2	Modelo de equilibrio general computado multi-regional (MEGA)	22.
<b>6.</b>	<b>RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES</b>	<b>25.</b>
6.1	Impacto sobre el PIB, variables macro y empleo	26.
6.2	Impacto sectorial	29.
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>31.</b>
<b>8.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>32.</b>
<b>9.</b>	<b>ANEXO 1: ESTRUCTURA DEL MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL</b>	<b>34.</b>
<b>10.</b>	<b>ANEXO 2: MULTIPLICADORES DE PRODUCCIÓN Y EMPLEO EN MMIP</b>	<b>37.</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

Nuestro país cuenta con importantes recursos de gas y petróleo. El reservorio no convencional que conforma la formación Vaca Muerta se encuentra ubicado en la Cuenca Neuquina y tiene una superficie aproximada de 30 mil km<sup>2</sup>.

Hasta el momento existen pocas evaluaciones del impacto económico global que tendría el desarrollo de Vaca Muerta.<sup>1</sup> Dada la importancia del desarrollo resulta necesario realizar diversos ejercicios de simulación, para tener conocimiento de la magnitud del impacto económico e identificar los principales sectores que se verán afectados, analizando políticas que eviten cuellos de botella en los requerimientos de insumos de producción y equipos de perforación, por ejemplo, fomentando el crecimiento de proveedores nacionales; alcanzando un desarrollo urbano planificado; y permitiendo anticipar necesidades de inversión en infraestructura para obtener mejores condiciones de financiamiento.

Para conocer las consecuencias que tendría el desarrollo de Vaca Muerta en la economía de Neuquén y en la de Argentina, se utilizan un conjunto de modelos regionales multisectoriales (modelos insumo producto y de equilibrio general aplicado) que identifican flujos económicos captando efectos diferenciados sobre cada región, tanto a nivel agregado como sectorial.

El objetivo del presente informe es ofrecer una primera medida del potencial impacto del desarrollo de Vaca Muerta sobre las economías de Neuquén y de la Argentina, considerando los sectores productivos, el bienestar de las familias y las variables macroeconómicas. Para ello, se utilizó como insumo la evolución de la producción de hidrocarburos de los Escenarios Energéticos 2030, elaborados por el Ministerio de Energía y Minería (MINEM).

La siguiente sección expone las principales características de la producción de hidrocarburos y las proyecciones tanto de la producción como de las inversiones necesarias para el desarrollo, teniendo en cuenta los Escenarios Energéticos 2030 del MINEM. Luego se presentan los supuestos adoptados para el armado de las estructuras de costos, tanto de los hidrocarburos convencionales como no convencionales. En la cuarta sección se exponen los supuestos adoptados para el armado de la Matriz de Contabilidad Social para Neuquén y el resto de la Argentina. La quinta sección describe las principales

---

<sup>1</sup> Ha sido relevado un estudio que estima el impacto para la Provincia de Neuquén, utilizando la matriz de insumo –producto provincial de 2004 (IAPG, 2014), y otro que mediante un ejercicio de evaluación de proyectos intenta valorizar los recursos del reservorio de Vaca Muerta (Coremberg, 2017).

características de los modelos mientras que la sexta sección exhibe los resultados. Por último, se ofrecen las principales conclusiones del trabajo.

## 2. EVOLUCIÓN DE PRODUCCIÓN E INVERSIÓN DE HIDROCARBUROS NO CONVENCIONALES

En la presente sección se analiza la importancia de los reservorios no convencionales y cómo ha sido la evolución de los niveles de producción e inversión de este recurso. Asimismo, se hace hincapié en el desarrollo de la cuenca neuquina en los últimos años, donde actualmente se concentran los mayores volúmenes de producción de este tipo de recurso.

### 2.1 Hidrocarburos no convencionales en Argentina

Durante los últimos años, tanto las reservas como la producción de hidrocarburos convencionales vienen disminuyendo de forma constante. Frente a este escenario, y con una demanda creciente, los “Recursos No Convencionales” surgen como una alternativa a esta situación, dada su disponibilidad y gracias a una evolución tecnológica y económica favorables.

De acuerdo a *US Energy Information Administration* (EIA), actualmente existen únicamente cuatro países con volúmenes de producción comercial de *shale gas* y *shale oil*. Éstos son Estados Unidos, Canadá, Argentina y China. En cuanto a la disponibilidad de recursos no convencionales, Argentina se ubica en el segundo y cuarto puesto mundial de países con mayores recursos de *shale gas* y *shale oil*, respectivamente.

Argentina tiene 24 cuencas sedimentarias, de las cuales 5 registran presencia de recursos de *shale gas*: Noroeste, Neuquina, Golfo San Jorge, Austral y Chaco-Paranaense. Algunos de los recursos no convencionales ya han sido transformados en reservas y producción de gas natural y petróleo.

Argentina produce tanto *shale oil* como *shale gas* y volúmenes significativos de *tight gas*. Luego de una década de constante disminución en la producción de hidrocarburos convencionales, el descubrimiento e interés por la producción no convencional compensa esta tendencia. Para visualizar mejor esto, a continuación, se presenta la Tabla 2-1 donde se muestran los volúmenes de producción de gas natural y la Tabla 2-2 para la producción de petróleo, desagregado en convencional y no convencional.

Como es posible observar en la Tabla 2-1, la producción de gas natural convencional ha ido disminuyendo a lo largo de los últimos años. En contrapartida, los volúmenes producidos a partir de reservorios no convencionales han ido en aumento y es así como, en 2016, el 21,34% de la producción se explica gracias a la producción de *shale gas* y *tight gas*. Siguiendo

la información proveniente de la base de datos del Capítulo IV del MINEM, en 2016, la producción de *tight gas* fue 5 veces mayor a la de *shale gas*, y hasta septiembre 2017 la relación era en ese año de 4 a 1.

**Tabla 2-1. Niveles de producción de gas natural (2009-2016).**

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Total (Mm³)	48.419.249	47.107.584	45.527.554	44.123.694	41.708.289	41.484.025	42.905.533	44.987.754
Convencional	47.993.317	46.561.736	44.747.261	42.863.888	39.634.989	37.224.897	36.157.398	35.386.549
No convencional	425.932	545.848	780.293	1.259.806	2.073.300	4.259.128	6.748.135	9.601.205
Convencional (%)	99,12%	98,84%	98,29%	97,14%	95,03%	89,73%	84,27%	78,66%
No convencional (%)	0,88%	1,16%	1,71%	2,86%	4,97%	10,27%	15,73%	21,34%

Fuente: Elaboración propia con datos del MINEM.

**Tabla 2-2. Niveles de producción de petróleo (2009-2016)**

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Total (m3)	35.032.035	34.199.238	32.115.877	31.968.601	31.332.936	30.881.026	30.897.618	29.707.626
Convencional	35.014.470	34.170.570	32.025.383	31.766.406	30.864.096	29.811.671	29.389.693	27.692.893
No convencional	17.565	28.668	90.494	202.195	468.840	1.069.355	1.507.925	2.014.733
Convencional (%)	99,95%	99,92%	99,72%	99,37%	98,50%	96,54%	95,12%	93,22%
No convencional (%)	0,05%	0,08%	0,28%	0,63%	1,50%	3,46%	4,88%	6,78%

Fuente: Elaboración propia con datos del MINEM.

En el caso del petróleo, su evolución fue en menor dimensión. Por lo tanto, también es posible distinguir una tendencia decreciente en la producción de petróleo convencional y creciente para el no convencional, haciendo que su proporción sobre el total de producción haya aumentado en los últimos años, dependiendo un poco más el desarrollo de este tipo de hidrocarburos de los precios internacionales del crudo.

Gran parte de los avances en la producción no convencional se debe al aumento en los niveles de inversión para este sector. A continuación, la Tabla 2-3 presenta la inversión en exploración y explotación de hidrocarburos, tanto convencional como no convencional.

**Tabla 2-3. Niveles de inversión de exploración y explotación (2012-2016).**

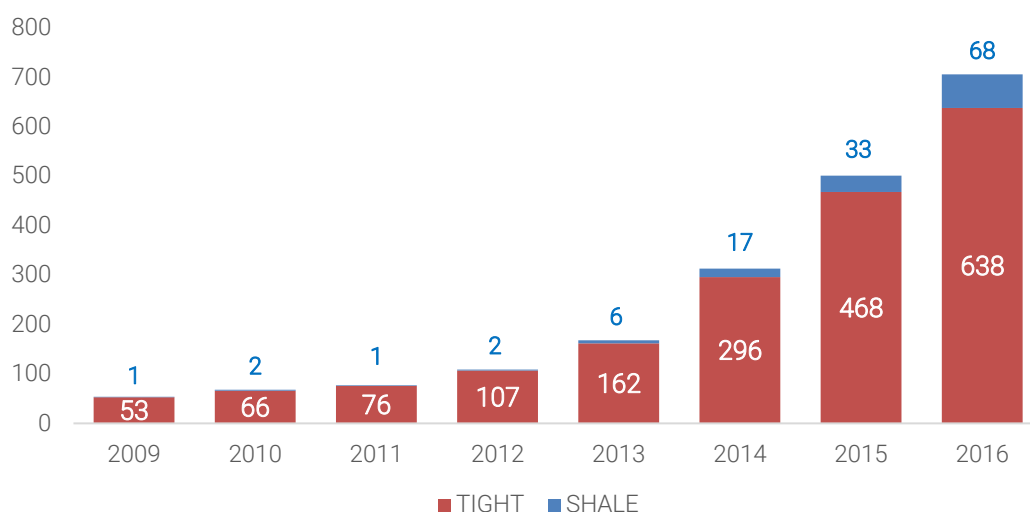
	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016
Total (Mill. u\$s)	793,6	972,4	682,0	1.019,8	546,9	4.816,9	6.695,0	7.948,3	9.755,2	6.149,4
Convencional (Mill. u\$s)	477,6	345,0	263,2	452,4	378,8	4.113,8	5.300,2	5.510,9	6.890,1	3.437,8
No Convencional (Mill. u\$s)	316,0	627,3	418,8	567,4	168,1	703,0	1.394,7	2.437,4	2.865,1	2.711,6
No Convencional (%)	39,8%	64,5%	61,4%	55,6%	30,7%	14,6%	20,8%	30,7%	29,4%	44,1%

Fuente: Elaboración propia con datos de MINEM.

Tal como es posible observar hubo un importante aumento de las inversiones entre 2012 y 2015, mermando un poco en 2016 de acuerdo a las declaraciones de las empresas, la tendencia en las inversiones de explotación no convencional (especialmente en gas en la información más desagregada) es creciente.

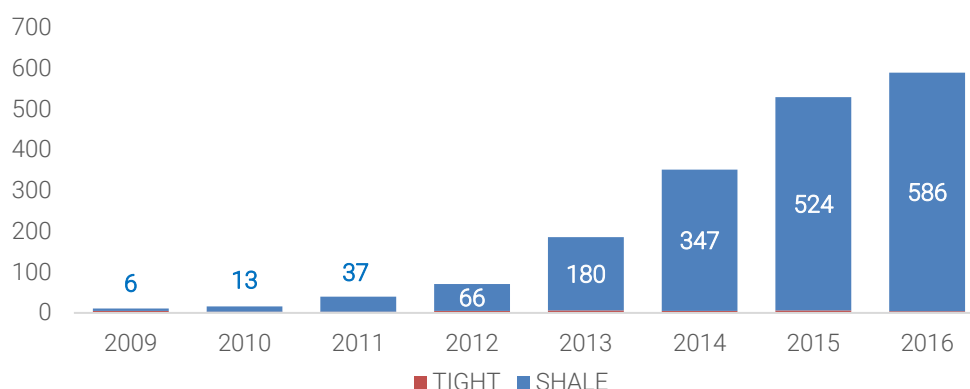
El aumento en los niveles de inversión se puede ver reflejado en el incremento de la cantidad de pozos productivos no convencionales, tanto en gas como en petróleo. En el Gráfico 2-1 y en el Gráfico 2-2, se muestran estos valores para el sector gasífero y petrolero, respectivamente. Los gráficos permiten visualizar este crecimiento y desarrollo a mayor escala del sector no convencional.

**Gráfico 2-1. Cantidad acumulada de pozos gasíferos en extracción efectiva no convencionales (2009-2016)**



Fuente: Elaboración propia con datos de MINEM

**Gráfico 2-2. Cantidad acumulada de pozos petrolíferos en extracción efectiva no convencionales. (2009-2016)**



Fuente: Elaboración propia con datos de MINEM.

## 2.2 Desarrollo de hidrocarburos no convencionales en la cuenca neuquina

La cuenca neuquina es el epicentro de la producción de *shale gas* y *tight gas*. Gran parte de la producción de gas natural no convencional en Argentina proviene de esta cuenta, y una pequeña proporción de Golfo San Jorge. La

Tabla 2-4 muestra los porcentajes de gas natural no convencional producido por cuenca.

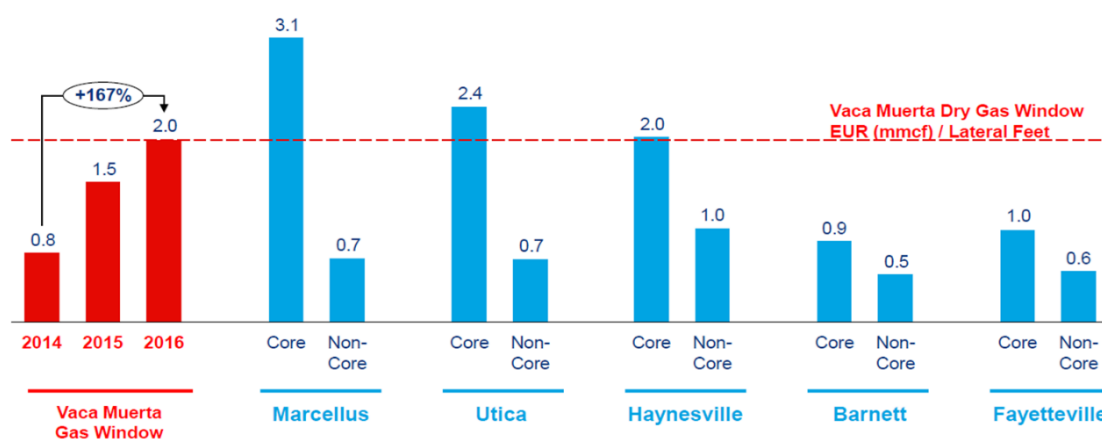
**Tabla 2-4. Producción de gas no convencional por cuenca (%).**

Año	Golfo San Jorge	Neuquina
2011	0,00%	100,00%
2012	2,02%	97,98%
2013	1,00%	99,00%
2014	0,37%	99,63%
2015	0,20%	99,80%
2016	0,16%	99,84%

Fuente: Elaboración propia con datos de MINEM.

La productividad de los proyectos en Vaca Muerta ha ido en aumento durante los últimos años, alcanzando los niveles de áreas de Estados Unidos. El Gráfico 2-3, nos muestra su incremento y comparación. Igualmente, todavía se esperan mejoras adicionales en términos de productividad para este reservorio.

**Gráfico 2-3. Productividad de distintas áreas (2014-2016)**



Fuente: WoodMcKenzie (2017); mmcf: millones de pies cúbicos

## 2.3 Proyecciones de producción de hidrocarburos no convencionales

Si bien es notorio el desarrollo que ha tenido este sector en los últimos años en Argentina, es importante tener en cuenta qué es lo que se espera para los próximos años. Con este fin, el Ministerio de Energía y Minería elabora los denominados “Escenarios Energéticos” que han sido publicados en noviembre de 2017 con horizonte al año 2030. En dicho documento se consideran dos escenarios para la evolución de la producción de petróleo y dos para el gas natural. Aquellos relacionados con la producción de petróleo tienen vinculación directa con las hipótesis de precios internacionales y se denominan “Base” y “+ Inversión” relacionándose con los escenarios de precios “Low Case” y “Reference Case” elaborados por la EIA. Por otro lado, los escenarios de gas natural, asumiendo una evolución favorable en la productividad y economía de

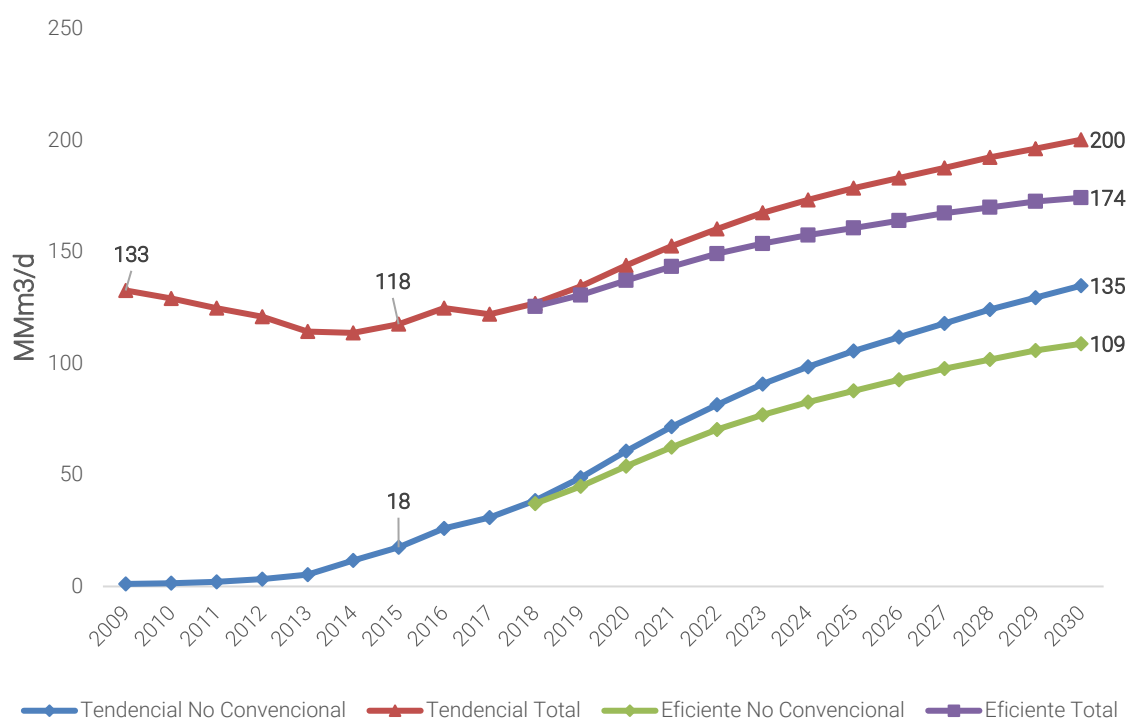


los proyectos, tienen un vínculo directo con la demanda total del sistema y la potencialidad de exportación regional y se denominan “Tendencial” y “Eficiente” siendo este último el que revierte la tendencia anual de la demanda agregada de energía como consecuencia de la aplicación de políticas de ahorro y eficiencia energética.

A continuación, el Gráfico 2-4 y el Gráfico 2-5 muestran los valores de producción actuales más aquellos estimados para los próximos años hasta el 2030, distinguiendo los niveles en las diferentes combinaciones de los Escenarios Energéticos 2030 diferenciando la producción total y la no convencional.

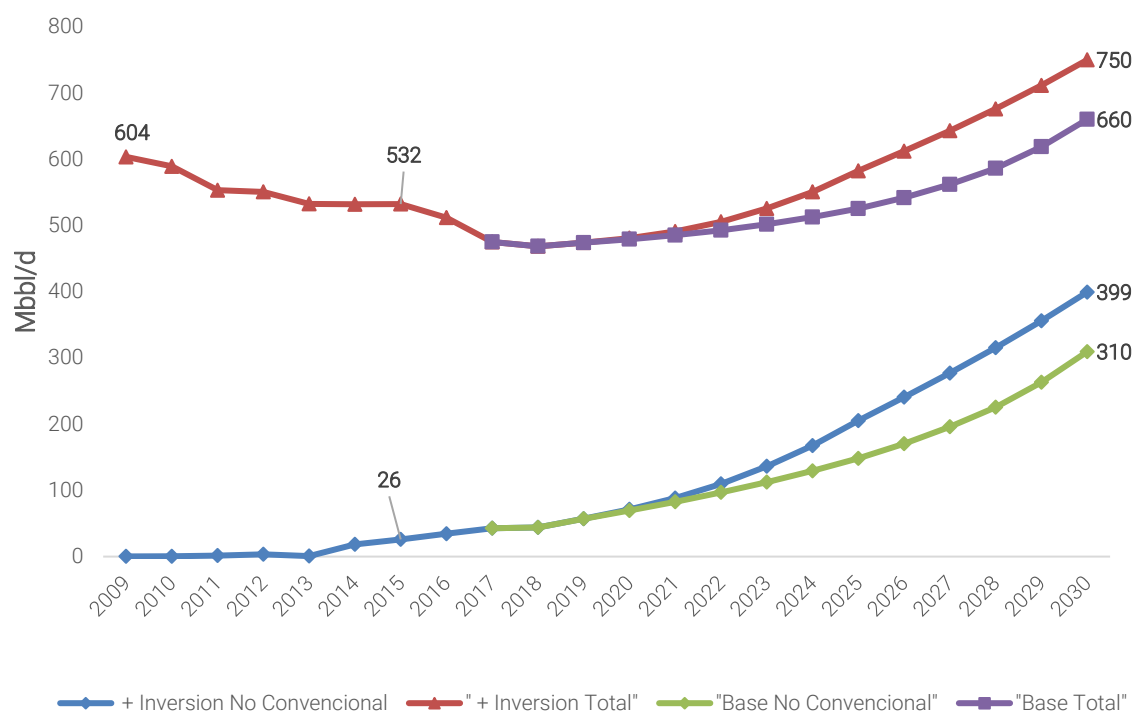
Como se puede observar en los gráficos, en todos los escenarios elaborados por el MINEM se trabaja con la hipótesis de un incremento en la producción tanto de petróleo como de gas natural no convencional. Sin embargo, este efecto del no convencional se ve amortiguado en la producción total, en virtud de la disminución de la producción convencional de estos hidrocarburos, planteada en dichos escenarios.

**Gráfico 2-4. Proyecciones para la producción de gas natural. (2009-2030)**



Fuente: Escenarios Energéticos 2030 MINEM

Gráfico 2-5. Proyecciones para la producción de petróleo. (2009-2030)



Fuente: Escenarios Energéticos 2030 MINEM.

### 3. ESTRUCTURAS DE COSTOS

En esta sección se presentan las estructuras de costos “tipo” utilizadas para los sectores de extracción de petróleo y gas natural convencional y no convencional. Inicialmente se hace una descripción del enfoque utilizado para la desagregación de los sectores y sus costos, diferenciando luego los operativos (OPEX) de los de capital (CAPEX) de cada actividad. Posteriormente se muestran las estructuras finales que se incluyen en la matriz de contabilidad social.

#### 3.1 Servicios y extracción de gas y petróleo

Los cuadros de oferta y utilización de cuentas nacionales contienen dos actividades correspondientes al sector primario de hidrocarburos: “Extracción de petróleo crudo y gas natural” y “Servicios relacionados con la extracción de petróleo y gas”. Los primeros corresponden a los costos de la actividad de producción, mientras que los segundos a costos de inversión relacionados con la perforación de pozos y las *facilities* (que permiten aplicar tratamientos de desulfurización y separación de agua).

En este trabajo se procedió a mantener dicha estructura, separando a su vez las actividades de petróleo y gas natural, y tipos de yacimientos (convencionales o no convencionales).

Para las actividades de servicios, se tomó el costo por pozo (y su estructura) de cada tipo de hidrocarburo y se lo multiplicó por la cantidad de pozos realizados en el 2015. Para los costos de explotación, se utilizaron los valores de venta de petróleo y gas natural como Valor Bruto de Producción (VBP), y estructuras de costos sobre la base de información provista por la EIA y MINEM<sup>2</sup>.

Los costos correspondientes a la realización de pozos no convencionales, “Servicios relacionados con la extracción de petróleo y gas”, comprenden: perforación, terminación de pozos y otras instalaciones. En la Tabla 3-1 se presentan las estructuras de costos de los pozos.

---

<sup>2</sup> Para los perfiles de pozos y el total de OPEX se utilizaron los supuestos descritos en el documento de Escenarios Energéticos 2030 (MINEM). Por otra parte, el OPEX para cada perfil fue separado utilizando las estructuras de costos en el informe “Trends in U.S. Oil and Natural Gas Upstream Costs” de la EIA e información de WoodMackenzie (2015).

**Tabla 3-1. Costos de pozos no convencionales**

Concepto	<i>Shale oil</i>	<i>Shale gas</i>	<i>Tight gas</i>
<b>Perforación</b>	<b>48%</b>	<b>47%</b>	<b>49%</b>
Servicios Perforación	13%	12%	12%
Materiales y otros	10%	11%	13%
Maquinaria Perforación	16%	14%	13%
Otros (tubos, cemento, lodo)	9%	9%	11%
<b>Terminación</b>	<b>47%</b>	<b>48%</b>	<b>43%</b>
Químicos	11%	12%	13%
Presión de bombeo	8%	10%	11%
Proppant	9%	8%	3%
Otros (maq., agua)	19%	19%	15%
<b>Otros equipos</b>	<b>1%</b>	<b>1%</b>	<b>2%</b>
<b>Instalaciones</b>	<b>3%</b>	<b>2%</b>	<b>3%</b>
<b>Conexión de tubería</b>	<b>1%</b>	<b>1%</b>	<b>3%</b>
<b>Total (MM USD)</b>	<b>9,00</b>	<b>10,00</b>	<b>6,50</b>

Fuente: Elaboración propia en base a EIA, Wood Mackenzie (2015) y MINEM.

Como puede observarse en la tabla precedente, agua, equipos de perforación, arenas, servicios de perforación, tubulares y otros accesorios de perforación, químicos para fractura y bombeo a presión comprenden alrededor del 80% del total de los costos de un pozo.

Si bien los costos de los pozos son dispares en las estimaciones e información existente, los utilizados en el presente análisis se encuentran alineados con otros estudios y/o presentaciones actuales. Por ejemplo, YPF en un estudio preparado para la convocatoria a Audiencia Pública Res. ENARGAS N° 3953 y 3957 estima costos de inversión de los pozos de 12 MMUSD para *shale gas* y 6,5 MMUSD para *tight gas*. Gomes y Brandt (2016) informan un CAPEX por pozo, promedio de *tight* y *shale*, de 10 MMUSD para 2016 y también citan costo informados por YPF con bastante discrepancia para 2015 que rondaban los 8 MMUSD para *tight* y 11,5 MMUSD para *shale gas* aunque poniendo el objetivo de este último para el 2016 en 10 MMUSD teniendo en cuenta una disminución en costos por aprendizaje principalmente en cuestiones logísticas.

Para aproximar la estructura de costos del sector de “Extracción de petróleo crudo y gas natural”, se estimó el flujo de fondos de pozos representativos separando los costos de OPEX, impuestos, ganancias y amortizaciones. Los OPEX fueron desagregados siguiendo los costos de pozos del yacimiento Eagle Ford dado que se asemejan a las características técnicas de Vaca Muerta. La Tabla 3-2 presenta los mismos (USD/BOE3).

---

<sup>3</sup> Barril de petróleo equivalente.

**Tabla 3-2. Costos de extracción**

	Concepto	Gas (tight y shale)	Shale oil
OPEX	Tratamiento de agua a desechar	7%	4%
	Mantenimiento lev. Artificial	0%	6%
	Trabajo directo	5%	1%
	Transporte por ductos	4%	3%
	Generales y administrativos	8%	6%
	Otros (bombeo, inyec., agua, compresión)	3%	5%
	Impuestos (ganancias y otros)	28%	29%
	Ganancia	20%	22%
	Amortización	25%	26%
	<b>Costo (USD/BOE)</b>	<b>47,6</b>	<b>55,9</b>

Fuente: Elaboración propia sobre la base de información de MINEM y EIA (2016).

El tratamiento de agua para desecho, levantamiento artificial y bombeo, trabajo y costos administrativos, y el transporte por ductos representan más del 90% de los costos operativos.

### 3.2 Estructura de costos en insumo producto

Los VBP de “Extracción de petróleo crudo y gas natural” surgen de las cantidades producidas y los precios de venta<sup>4</sup> totalizando 7.351 y 13.634 MM pesos para extracción de petróleo y gas natural no convencional respectivamente. Los VBP de “Servicios relacionados con la extracción de petróleo y gas” surgen de multiplicar la cantidad de pozos por el costo de cada pozo y totalizan 17.997 y 5.664 MM pesos para los servicios de petróleo y gas natural no convencionales respectivamente.

Los VBP de los hidrocarburos convencionales surgen por diferencia entre los VBP que se informan en cuentas nacionales y los estimados para los hidrocarburos no convencionales. Las estructuras de costos utilizados para los hidrocarburos convencionales son los presentados en el COU dado que el bajo desarrollo de los no convencionales en el año base (2004) no impacta en dichas estructuras.

La Tabla 3-3 presenta los costos totales y sus estructuras de los sectores convencionales y no convencionales estimados.

<sup>4</sup> En el caso del gas natural, precio que reciben los productores mediante Plan Gas I y Plan Gas II.

**Tabla 3-3. Estructura de costos sectores gas y petróleo no convencional**

Descripción	Extracción petróleo no conv. <sup>1</sup>	Extracción. gas natural no conv. <sup>1</sup>	Servicios petróleo no conv.	Servicios gas no conv.	Share CI NQN
Químicos y plásticos	2,0%	3,5%	11,1%	13,2%	1,6%
Minerales no metálicos	0,0%	0,0%	7,1%	3,9%	3,9%
Metales comunes y prod. del metal	0,2%	1,0%	21,6%	23,3%	9,5%
Motores, bombas, vehículos, resto ind.	9,3%	0,2%	4,0%	4,8%	8,3%
Gener., trans. y distrib. electricidad	2,0%	3,4%	5,5%	6,8%	2,0%
Distribución de Agua Potable	0,0%	0,0%	8,1%	4,4%	5,2%
Hoteles	0,5%	0,6%	0,3%	0,3%	0,0%
Restaurantes	0,6%	0,7%	0,3%	0,4%	0,6%
Transporte por tuberías	2,4%	3,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Intermediación Financiera	0,7%	0,9%	0,4%	0,5%	14,8%
Importaciones Consumo Intermedio	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	
Trabajo	2,9%	6,5%	10,4%	11,1%	
Rentabilidad+Amortizaciones	42,5%	42,3%	13,2%	13,2%	
Imp. Factores	25,1%	25,5%	8,7%	8,9%	
Imp. Productos	0,3%	0,3%	0,9%	0,9%	
<b>Total (Mill. pesos)</b>	<b>7.351</b>	<b>13.634</b>	<b>17.997</b>	<b>5.644</b>	

Nota: <sup>1</sup> En la estructura de costos no se incluye las compras de Servicios como se realiza en la MCS para reflejar las participaciones de los insumos de producción. Dichas compras se incluyen en la matriz para relacionar la producción con la perforación de pozos.

Fuente: Elaboración propia sobre la base de información de MINEM y EIA (2016).

Dentro de los insumos (consumo intermedio) más relevantes en la perforación se encuentran los metales y productores de metal, químicos, minerales no metálicos, agua, electricidad y bombas. Los metales y productos de metal incluyen los equipos de perforación y tubulares. Los químicos y el agua son utilizadas para las fracturas. Los minerales no metálicos representan las arenas para fractura.

Dentro de los costos de producción o extracción, se observa que los insumos tienen un peso bajo dentro del total de costos. En estas actividades prevalecen los pagos de impuestos, la renta y las amortizaciones. Dentro de los insumos con mayor relevancia se encuentran las bombas, la electricidad, los químicos para tratamiento del gas y el petróleo y el agua a ser desechada.

La fila “Importaciones Consumo Intermedio” representa los insumos intermedios importados que son parte de los productos químicos y tubulares.

La última columna “Share CI NQN” representa la participación de las compras del insumo en Neuquén en relación al total de compras del insumo. Estos fueron estimados en base los COU de Argentina y de Neuquén. Se observa que menos del 10% de los gastos en los insumos se dan dentro de la provincia.

## **4. MATRIZ DE CONTABILIDAD SOCIAL REGIONAL: NEUQUÉN-RESTO DE ARGENTINA**

En esta sección se presenta la metodología para la construcción de la matriz de contabilidad social que se utilizará como base para los modelos de medición del impacto de Vaca Muerta en la economía neuquina y del resto de Argentina.

La construcción de una matriz de contabilidad social (MCS) requiere un gran esfuerzo de recopilación y consolidación de la información dispersa. Las principales fuentes de datos utilizadas para la construcción de la MCS regional fueron: La MCS 2015 construida por el MINEM y el MINPROD (Capobianco, Mastronardi, Michelena y Vila Martínez, 2017), el Sistema de Cuentas Nacionales, información de ejecución presupuestaria referida a las cuentas del gobierno provincial, cuentas de producción de Neuquén, base de datos de comercio internacional, encuestas de hogares, y estructuras de costos de la última matriz insumo producto disponible para Neuquén (año 2004).

La MCS está constituida generalmente por 5 tipos de cuentas: de producción, de bienes, de factores, de instituciones (hogares, gobierno) y del sector externo, que explícita o implícitamente deben estar representadas. La desagregación dentro de cada una de estas cuentas es materia de elección, aunque es sabido que no es neutral a los resultados y está condicionada por la información disponible.

### **4.1 Diseño y determinación de la desagregación de las MCS locales**

Para el presente trabajo se construye una importante fuente de información: la estimación de la matriz de contabilidad social para Neuquén y resto de Argentina. Para la inclusión del impacto regional (provincial) del desarrollo de hidrocarburos no convencionales en un lugar particular del país, es necesaria una desagregación provincial de las matrices insumo producto. La desagregación se realiza mediante la utilización de métodos indirectos siguiendo los trabajos de Flegg et. al. (2000, 2016).

### **4.2 Identificación, recopilación y ajuste de los datos**

La utilización de diferentes fuentes de información hace que se requiera una conciliación de los datos, lo cual es estándar en la literatura de MCS. En particular, se seguirán los criterios de calibración resumidos en Romero (2009) y Chisari et al. (2014). Dado que los datos necesarios para construir las MCS provienen de diversas fuentes, a fin de conciliar los datos se utilizarán como técnicas de ajuste el método de entropía y RAS. El método RAS ha sido

ampliamente utilizado en el ajuste de matrices de Insumo-Producto<sup>5</sup> y es uno de los métodos de ajuste de matrices de contabilidad social más difundidos. Desarrollos recientes han aplicado el método de entropía cruzada<sup>6</sup> a fin de resolver el problema de balancear datos en la MCS. La ventaja que presenta el método de entropía es que permite ajustar datos con una menor cantidad de valores ciertos con respecto a RAS y es más flexible para la inclusión de información certera.

Las fuentes de información primaria para la desagregación regional fueron principalmente provenientes de datos de Producto Bruto Geográfico y resultados del Censo Nacional Económico 2004 volcados en la Matriz Insumo Producto de Neuquén 2004 y su compatibilización correspondiente para la respectiva desagregación que permitan realizar estimaciones más precisas de cada una de las submatrices que componen la MCS.

#### **4.3 Especificación de sectores para el estudio y estimación de las cuentas regionales.**

La determinación de la desagregación sectorial es un paso previo para construir la MCS nacional y que luego será utilizada como punto de partida para el problema regional. En la Tabla 4-1 se exhiben los sectores que conforman la MCS.

La Tabla 4-2 muestra para una agregación de 17 sectores las estructuras productivas resultantes de Neuquén y resto de Argentina así como la importancia relativa de Neuquén en términos del resto del país.

Como pudo observarse en la sección anterior, el sector de petróleo y de gas que en la matriz de Argentina 2015 construida en conjunto por el MINEM y el MINPROD fue desagregada en dos sectores, aquí se descompone en 6 sectores diferenciados. Por un lado, están los sectores extractivos y los sectores de servicios que construyen los pozos de petróleo y gas natural convencional como dos sectores, mientras que para los sectores de hidrocarburos no convencionales se armaron las estructuras de costos de los sectores extractivos por un lado y de los servicios (principalmente construcción y reparaciones en los pozos) por otro.

---

<sup>5</sup> Véase Bacharach (1970) para una descripción del método y las condiciones de convergencia.

<sup>6</sup> Para una descripción de los mismos véase Robinson, Cattaneo y El-Said (2001).



**Tabla 4-1: Sectores de la MCS.**

Sector	Descripción	Sector	Descripción
S1	Agropecuario	S19	Gener., trans. y distrib. electricidad
S2	Extracción y serv. Petróleo convencional	S20	Fabricación y distribución de gas
S3	Extracción y serv. Gas convencional	S21	Distribución de Agua Potable
S4	Extracción Petróleo no convencional	S22	Construcción
S5	Extracción Gas no convencional	S23	Comercio
S6	Servicios Petróleo no convencional	S24	Hoteles
S7	Servicios Gas no convencional	S25	Restaurantes
S8	Resto minería y carbón	S26	Transporte por tuberías
S9	Alimentos	S27	Transporte ferroviario
S10	Tabaco	S28	Resto transporte
S11	Textil, cueros	S29	Comunicaciones
S12	Madera, papel, cartón	S30	Intermediación Financiera
S13	Edición e impresión	S31	Serv. empresariales e inmobiliarios
S14	Refinación de petróleo	S32	Administración Pública y Defensa
S15	Químicos y plásticos	S33	Enseñanza
S16	Minerales no metálicos	S34	Salud
S17	Metales comunes y prod. del metal	S35	Serv. sociales, comunitarios y pers.
S18	Motores, bombas, vehículos, resto ind.	S36	Servicio doméstico

Fuente: Elaboración propia sobre la base de INDEC y Dirección Provincial de Estadísticas de la Provincia de Neuquén.

**Tabla 4-2: Cuentas regionales de producción.**

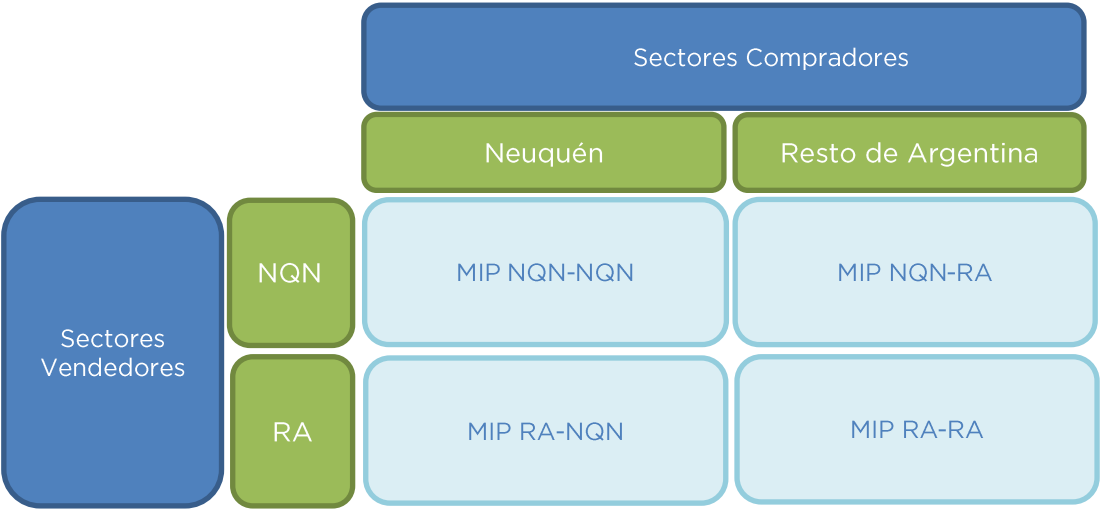
Sectores	PBG NQN	% NQN	PBG Resto Argentina	% Resto de Argentina	NQN/ARG
Primario	810	1%	293.247	6%	0,3%
Petróleo y gas	44.303	37%	109.592	2%	28,8%
Minería	283	0%	37.776	1%	0,7%
Manufacturas	5.962	5%	838.106	18%	0,7%
Electricidad (G, T y D)	3.683	3%	47.093	1%	7,3%
Gas (T y D)	347	0%	2.743	0%	11,2%
Agua	262	0%	9.756	0%	2,6%
Construcción	960	1%	251.174	5%	0,4%
Comercio	8.797	7%	690.820	14%	1,3%
Hoteles	1.026	1%	19.752	0%	4,9%
Restaurantes	1.150	1%	104.747	2%	1,1%
Transporte	3.829	3%	184.994	4%	2,0%
Comunicación	2.069	2%	128.524	3%	1,6%
Serv. Financieros	2.264	2%	203.893	4%	1,1%
Serv. Inmob. Y Alq.	15.305	13%	567.329	12%	2,6%
Adm. Pública	11.420	10%	455.901	10%	2,4%
Otros Serv.	15.865	13%	824.793	17%	1,9%
<b>Total</b>	<b>118.336</b>	<b>100%</b>	<b>4.770.239</b>	<b>100%</b>	<b>2,4%</b>

Fuente: Elaboración propia sobre la base de INDEC y Dirección Provincial de Estadísticas de la Provincia de Neuquén.

Las estimaciones de balance entre oferta y demanda sectoriales se realizaron con la información que había disponible de diversas fuentes actualizando la estructura estimada de ventas en la MIP Neuquén 2004 publicada por la Dirección Provincial de Estadística. Para las estimaciones de la demanda final fueron tenidas en cuenta las exportaciones provinciales de la base de comercio exterior del INDEC; el presupuesto ejecutado del año 2015 del gobierno de Neuquén donde fueron extraídas las series de inversión pública (obras ejecutadas por el gobierno de Neuquén) y se compatibilizó el consumo público provincial; la construcción privada (información de la Dirección Provincial de Estadísticas) e inversión en construcción de pozos de petróleo y gas; vectores de consumo de los hogares proveniente de la ENGHo 2004/05 considerando las importaciones interregionales de consumo final de la MIP de Neuquén del 2004 y la participación de las ventas sectoriales al resto del país en términos del total de la producción de 2004 (MIP Neuquén 2004). Por último, las importaciones fueron calculadas como coeficiente técnico teniendo en cuenta la MCS 2015 de Argentina y la MIP Neuquén 2004.

Una de las mayores dificultades a la hora de armar la matriz de contabilidad social regional es el armado de la matriz insumo producto interregional, cuyo esquema se puede consultar en la Tabla 4-3. Cabe destacar que la matriz insumo producto en términos regionales se caracteriza por tener 4 submatrices, o matrices intrarregionales (compras de los sectores de Neuquén a los propios sectores de Neuquén -MIP NQN-NQN-, y su correspondencia para el resto de Argentina -MIP RA-RA-), y las interregionales (importaciones/exportaciones de los sectores de Neuquén de/hacia el resto de Argentina - MIP RA-NQN y MIP NQN-RA-).

Tabla 4-3: Esquema Matriz insumo producto regional.



Fuente: Elaboración propia.

La estimación de la matriz insumo producto de Neuquén fue estimada siguiendo la metodología de ajuste matricial<sup>7</sup>, con los siguientes puntos de partida:

- a) Submatriz MIP intrarregional Neuquén (MIP NQN-NQN): Coeficientes técnicos iniciales de la MIP Neuquén 2004 para todos los sectores a excepción de hidrocarburos no convencionales (se explicó en la sección anterior).
- b) Submatriz importaciones regionales de Neuquén del resto de Argentina: El coeficiente total de importaciones regionales se tomó sectorialmente de la matriz de Neuquén 2004, estimando la división intersectorial de insumos.
- c) Submatriz exportaciones regionales de Neuquén al resto de Argentina: Se adoptó un criterio de consistencia mediante estimación diferencial del total de exportaciones por sector (a excepción de los hidrocarburos donde con información del MINEM se estimaron las exportaciones al resto de las provincias).
- d) Submatriz MIP intrarregional resto de Argentina: Consistencia intersectorial a nivel nacional partiendo de estructuras de costos estimadas.

La división intersectorial de insumos de las submatrices de importaciones y exportaciones y la conformación de las estructuras de costos de la MIP intrarregional resto de la Argentina se realizaron teniendo en cuenta la metodología propuesta por Miller y Blair (2009) y adoptando la metodología optimal de Flegg et al. (2016).

La MCSR contiene dos gobiernos, uno provincial que contabiliza el gobierno de la provincia de Neuquén, y el otro consolidado que contiene el resto de los gobiernos provinciales y el gobierno nacional. Para ambos se realizó la estimación del déficit/superávit teniendo en cuenta los ingresos tributarios, no tributarios, por regalías, y los gastos en consumo público, inversión y transferencias. El resultado fiscal de ambos gobiernos se exhibe en la siguiente tabla.

---

<sup>7</sup> Ver metodologías de calibración en Romero (2009)

**Tabla 4-4: Cuentas gubernamentales: gobierno de Neuquén y consolidado del resto de Argentina.**

Concepto	Gobierno NQN	Gobierno Resto ARG
Ingresos Tributarios	7.791	1.811.288
Coparticipación	9.436	-9.436
Regalías	5.358	16.072
Otros ingresos no Tributarios	5.164	108.353
<b>Total Ingresos</b>	<b>27.750</b>	<b>1.926.277</b>
Consumo Público	26.061	1.042.153
Inversión	2.585	155.283
Transferencias	4.623	859.277
<b>Total Gastos</b>	<b>33.268</b>	<b>2.056.713</b>
<b>Déficit</b>	<b>5.519</b>	<b>130.436</b>

Fuente: Elaboración propia sobre la base de INDEC, Ministerio de Hacienda de la Nación, Cuenta General de Inversión (CGP, Ministerio de Economía de Neuquén) y Dirección Provincial de Estadísticas de la Provincia del Neuquén.

Una cuestión no menor es el cómputo de la presión tributaria provincial y nacional. Para su estimación se tuvieron en cuenta principalmente dos fuentes de información que fueron consistidas mediante métodos de balanceo matricial. Por un lado, se tomaron las recaudaciones de los gobiernos provinciales y nacional en cada una de las regiones por tipo de tributo, y por el otro, se utilizó como punto de partida la presión tributaria de la MIP 2004 para Neuquén y de la MCS 2015 para el resto de Argentina.

## 5. DESCRIPCIÓN BÁSICA DE LOS MODELOS DE SIMULACIÓN

### 5.1 Modelo de multiplicadores de Insumo producto (MMIP)

La utilización de un modelo de Insumo-Producto permite lograr un análisis más amplio y detallado de los efectos de una política determinada sobre no sólo los sectores a los cuales afecta directamente, sino también sobre aquellos que podrían beneficiarse o perjudicarse de manera indirecta. En nuestro caso, no nos interesan únicamente las interacciones entre los sectores de la región estudiada (Neuquén), sino también las interacciones llevadas a cabo entre estos y aquellos sectores que pertenecen a otras regiones (resto de la Argentina). Es decir, nuestro objetivo es la aplicación de un modelo de insumo producto interregional.

El insumo básico de cualquier modelo de Insumo-Producto Interregional es una matriz que resuma las transacciones realizadas tanto dentro de la región estudiada como entre ésta y el resto de las regiones a analizar. Se puede formular entonces una ecuación que resume el destino de las ventas totales de un sector determinado de una región específica en una ecuación de la forma:

$$(1) \quad x_i^r = z_{ij}^{rr} + z_{ij}^{rn} + f_i^r$$

Donde  $x_i^r$  representa las ventas totales de las firmas del sector  $i$  de la región  $r$ ;  $z_{ij}^{rr}$  y  $z_{ij}^{rn}$  son las ventas totales de las firmas del sector  $i$  a las firmas del sector  $j$  de la región  $r$  y del resto del país ( $n$ ), respectivamente; y  $f_i^r$  el total de las ventas de firmas del sector  $r$  dedicadas a consumo final realizado tanto dentro como fuera de la región  $r$ .

El modelo de insumo-producto puede ser replanteado de forma de considerar el comercio interregional e intrarregional entre y para la región  $r$  y el resto del país ( $n$ ) bajo una misma ecuación:

$$(2) \quad x = (I - A)^{-1}f$$

siendo cada uno de los vectores y matrices que la componen,

$$A = \begin{bmatrix} A^{rr} & A^{rn} \\ A^{nr} & A^{nn} \end{bmatrix}, \quad x = \begin{bmatrix} x^r \\ x^n \end{bmatrix}, \quad f = \begin{bmatrix} f^r \\ f^n \end{bmatrix}, \quad I = \begin{bmatrix} I & 0 \\ 0 & I \end{bmatrix}$$

El Modelo de Multiplicadores Insumo Producto (MMIP) nos permite ver cómo un determinado shock en un sector de una región en particular afecta no sólo a los sectores de esa región, sino también a los del resto de las regiones estudiadas.

### 5.1.1 Modelos MMIP utilizados: abiertos y cerrados

Se consideraron tres modelos:

- MMIP abierto: Modelo abierto de Leontief donde los efectos indirectos son generados por los sectores de producción.
- MMIP cerrado hogares: Modelo donde se hace endógeno el gasto de los hogares.
- MMIP SAM based: Modelo donde también se hace endógeno aparte del gasto público.

La resolución del modelo regional es idéntica al modelo nacional (ver Miller y Blair, 2009). El modelo regional abierto es:

$$(3) \quad x^r = (I - A^{rr})^{-1}f^r = L^{rr}f^r$$

Donde,  $x^r$  es el vector de producción de la región,  $I$  es la matriz identidad,  $A^{rr}$  es la matriz de coeficientes técnicos de la región;  $f^r$  es el vector de demanda final de la región, que incluye las compras de otras regiones del país y  $L^{rr}$  es la matriz de Leontief (de coeficientes directos e indirectos).

El modelo (abierto) considera exógena toda la demanda final: consumo privado, gasto público, inversión y exportaciones. Con este supuesto el aumento de los ingresos de los hogares como consecuencia del aumento de la producción no genera demanda adicional por mayor consumo. Para resolver esto se puede

cerrar el modelo haciendo endógeno el ingreso y el gasto de los hogares. Esto es, incluyendo a los hogares como un sector más del modelo. El modelo se modifica de la siguiente manera.

$$(4) \quad \bar{x}^r = (I - \bar{A}^{rr})^{-1} \bar{f}^r = \bar{L}^{rr} \bar{f}^r$$

Donde,  $\bar{A}^{rr}$  es la matriz de coeficiente técnicos cuya última fila es el ingreso de los hogares y la columna a la derecha el gasto de los hogares;  $\bar{x}^r$  es el vector de producción de la región que incluye en la última fila el ingreso de los hogares;  $\bar{f}^r$  es el vector de la restante demanda final (sin el consumo de los hogares de la región) y  $\bar{L}^{rr}$  es la matriz de Leontief (de coeficientes directos, indirectos e inducidos). En nuestro caso se endogenizaron los gastos e ingresos laborales de los hogares de Neuquén y del Resto de la Argentina.

El modelo basado en la matriz de contabilidad social (SAM based) extiende aún más la cantidad de cuentas que se hacen endógenas al modelo. Es decir, se trata de un modelo cerrado donde además de los hogares se pueden incluir otras cuantas como, por ejemplo, el gasto público. En nuestro caso, se ha incluido el ingreso de capital de los hogares y se asumió que un 50% del gasto público sería endógeno (así, por ejemplo, los servicios de la deuda externa no generarán efectos indirectos).

Para el cómputo de los empleos directos, indirectos e inducido, ver la metodología en el Anexo 2.

## 5.2 Modelo de equilibrio general computado multi-regional (MEGA)

La idea de introducir el análisis multisectorial en el contexto de un MEGA regional es permitir cambios en conjunto tanto del vector de cantidades como del vector de precios relativos. Es por esto, que el modelo de equilibrio general computado regional posee agentes maximizadores de funciones de utilidad o beneficio que se restringen a los respectivos conjuntos presupuestarios. El modelo cuenta con un hogar representativo para la provincia de Neuquén y uno para el resto del país, dos gobiernos (Neuquén, y el consolidado resto de provincias y el gobierno nacional) y el resto del mundo.

Existen sectores productivos en cada región que producen un bien homogéneo, que se produce con insumos intermedios (adquiridos tanto en la región de residencia como en la otra región), con factores provenientes de la región (suponemos que el trabajo y el capital físico no son móviles entre regiones) y con capital móvil regional y sectorialmente.

El modelo es flexible para incluir diferentes tipos de funciones de utilidad y producción sobre la base de cambios en parámetros y elasticidades, así como también es flexible en términos de la movilidad factorial. Una descripción

simplificada del modelo se presenta en el anexo al final del informe. Las características del mismo siguen la experiencia argentina en la materia presente en los trabajos de Chisari, Mastronardi y Romero (2014, 2015).

El MEGA posee todas las propiedades del enfoque walrasiano de equilibrio general.<sup>8</sup> El MEGA tiene como característica la flexibilidad de precios por lo que los efectos pueden representar no linealidades. Así como el MMIP no permite sustitución entre los sectores y las regiones a nivel interregional e intersectorial, esta versión del MEGA considera el caso de movilidad del capital dentro de Argentina (intersectorial e interregional) validado por otros ejercicios de la literatura.<sup>9</sup> Se supone al resto del país como una región separada que comercia con los sectores de la provincia de Neuquén comprando y vendiendo exportaciones e importaciones interregionales.

El MEGA determina de manera endógena los precios y las cantidades de los diferentes bienes que se desprenden de la economía regional y nacional “vaciando” cada uno de los mercados. Cabe destacar la excepción presente en el mercado de trabajo, puesto que los salarios admiten desempleo en el modelo.

Por el lado de la oferta, la función de producción anidada de cada sector fue formada según el modelo de Leontief entre el valor agregado y los insumos intermedios. Asimismo, la función de producción de los insumos intermedios es una función de tipo Leontief entre todos los bienes, que son complementarios perfectos en la producción. Por otro lado, la función de valor agregado se modeló con una función tipo Cobb-Douglas de los factores de producción (trabajo, capital específico y capital móvil). Dicha estructura de producción se puede observar en la Ilustración 1.

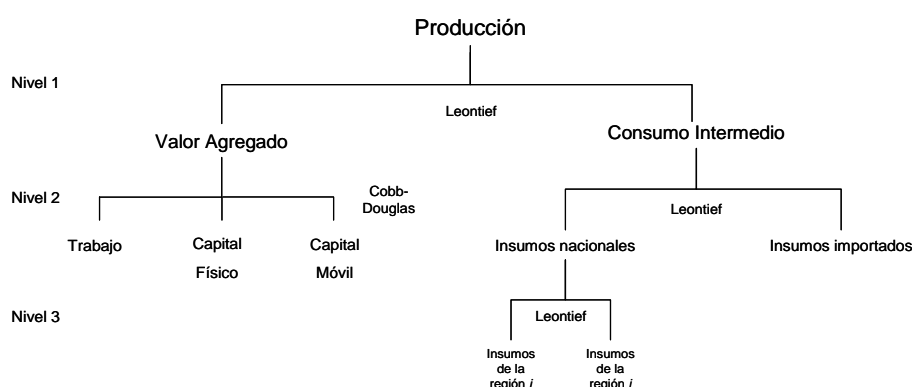
Dicha estructura es general para la mayoría de los insumos con la excepción de los sectores de petróleo y de gas natural. Allí cabe destacar el cambio de modelación en dichos sectores, puesto que se modela sustitución en la función de producción elevada tanto para el petróleo de las diferentes tecnologías para cada región como para el gas natural (ya sea convencional o no convencional provenga de Neuquén o del resto del país). Para estos sectores también se modelan restricciones físicas específicas en términos de límites de exportaciones para petróleo y gas natural (teniendo en cuenta los resultados de los Escenarios Energéticos 2030).

---

<sup>8</sup> Se resuelve numéricamente gracias a la interface MPSGE del programa GAMS (General Algebraic Modeling System). Ver Brooke et al. (1992) y a Rutherford (1999).

<sup>9</sup> Ver Chisari et al. (2010).

### Ilustración 1: Estructura de Producción

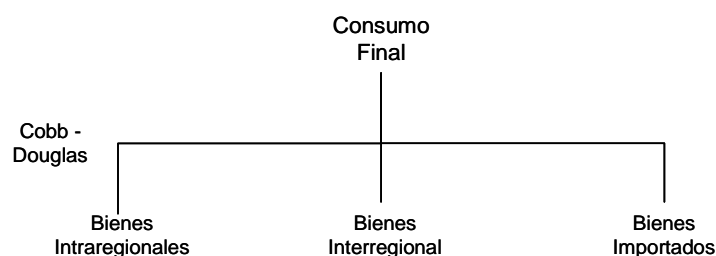


Fuente: Elaboración propia

Por el lado de la demanda se modelan hogares representativos por región para Neuquén y el resto del país, gobierno del resto de Argentina que consolida al gobierno federal y los provinciales y un gobierno que representa al estado de la provincia de Neuquén y el sector externo.

Los hogares poseen funciones de utilidad anidadas de tipo Cobb-Douglas y compran y venden bienes de consumo final de ambas regiones e importados, generando el bien consumo y de inversión de la región de residencia e importados mediante una función de inversión. Los individuos terminan minimizando el costo de la canasta óptima de acuerdo a los ingresos laborales y a las transferencias que reciben de los diferentes gobiernos. La estructura del consumo final puede observarse en la Ilustración 2. La misma muestra la decisión de los hogares respecto a la canasta de bienes que maximiza la función de utilidad. Como se mencionó anteriormente la elasticidad de sustitución entre los bienes de diferentes procedencias es unitaria con la función Cobb-Douglas.

### Ilustración 2: Estructura de consumo final



Fuente: Elaboración propia

Cada gobierno es un agente que participa en los mercados para invertir, consumir y recibir y ofrecer transferencias a los hogares y entre los gobiernos mediante una función de utilidad Cobb-Douglas; y están restringidos en términos presupuestarios a la recaudación percibida y a los fondos



coparticipables que correspondan, así como también realizan transacciones financieras en el mercado de bonos.

El sector externo compra las exportaciones al resto del mundo de ambas regiones y les vende importaciones, tomando dividendos de las inversiones y realizando transacciones en el mercado de bonos. Esto implica como regla de cierre que no existe balanza comercial, sino que la misma se nivela con movimientos financieros compensatorios en el mercado de bonos.

Respecto a las dotaciones factoriales, el capital se utiliza en plena capacidad (ausencia de capacidad ociosa). Existen cinco tipos de dotaciones factoriales (dotación de trabajo y capital de la región  $j$  proveniente del hogar  $h$  y el capital móvil).

## 6. RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES

Se simulan variaciones anuales de la producción de hidrocarburos convencionales y no convencionales. Se considera para ello la variación promedio de las proyecciones de MINEM presentadas anteriormente. Los resultados obtenidos reflejan los cambios en el PIB de la Argentina, el PBG de la provincia del Neuquén y el impacto sobre el empleo directo, indirecto e inducido.

Los dos escenarios básicos simulados con los modelos MMIP y MEGA son los siguientes<sup>10</sup>:

- EFIC+INV: Escenario hidrocarburífero “Eficiente +Inversión”.
- TEND+INV: Escenario hidrocarburífero “Tendencial +Inversión”.

La metodología de simulación surge de realizar shocks de demanda en el MMIP y cambios de productividad en el MEGA, tal que los sectores de hidrocarburos

---

<sup>10</sup> Debe tenerse en cuenta que para el ejercicio de estática comparada solo fueron considerados los cambios en los escenarios hidrocarburíferos de petróleo y gas natural en el upstream siguiendo el gráfico 2-4 y 2-5 de las proyecciones de MINEM. No se contempla en el análisis de manera directa cambios en las demandas de combustibles, diversificación de la matriz eléctrica y de la oferta interna total de energía y otros análisis contenidos en los Escenarios 2030 del MINEM. Es por esto que por ejemplo los resultados en términos de balance comercial energético pueden no coincidir con los Escenarios Energéticos 2030 dado que en el MEGA y MMIP plantean una visión macro del sistema energético inserto en la economía y por ejemplo no se adoptan cambios en el mix de generación eléctrica ni en la necesidad y sustitución de importaciones dado que parte de la tecnología inicial (2015) y teniendo en cuenta cambios anuales en precios relativos reasigna necesidades de insumos bajo diversos supuestos de elasticidades de sustitución para producir un nuevo producto. Es por esto que existe cierta diferencia respecto de los modelos de despacho eléctrico y selección de equipamiento para el sector energético utilizado en los Escenarios Energéticos 2030 donde se hace un análisis exhaustivo del sector energético adoptándose como exógenos los cambios macroeconómicos y micro sectoriales por fuera del sector energético.

convencionales y no convencionales alcancen las tasas anuales acumuladas de crecimiento que surgen de los Escenarios Energéticos 2030 del MINEM.

Adicionalmente, utilizando el MEGA, se simulan variaciones en los precios internacionales del petróleo y gas natural sobre ambos escenarios considerados.

- PINT+10: Aumento de 10% en precios internacionales del petróleo y gas natural en escenarios EFIC+INV y TEND+INV.
- PINT-10: Disminución de 10% en precios internacionales del petróleo y gas natural en escenarios EFIC+INV y TEND+INV.

Es importante recordar que los modelos de insumo-producto asumen capacidad ilimitada de producción y precios fijos. Por su parte, en el MEGA los precios son flexibles y la oferta de capital es fija. Por ello, fue preciso incluir en este último un ingreso de capitales que fue calculado como un retorno a la inversión en los pozos estimados por MINEM en sus proyecciones. El sector de petróleo fue modelado como un sector transable por lo que el traspaso de precios internacionales a locales es automático, mientras que el gas natural fue modelado con cotas al comercio exterior dada la infraestructura para realizar importaciones y exportaciones.

Las simulaciones planteadas tienen las cotas estipuladas de exportación regional anualizada para que el modelo no exporte más gas natural que aquel considerado en los escenarios del MINEM.

## **6.1 Impacto sobre el PIB, variables macro y empleo**

Uno de los principales objetivos del presente informe es estimar el impacto del desarrollo de Vaca Muerta sobre el Producto Interno Bruto (PIB). La Tabla 6-1 muestra estos resultados para los tres modelos MMIP y el modelo MEGA. El primer resultado que surge es que no hay una diferencia sustancial a nivel del impacto agregado entre los escenarios EFIC+INV y TEND+INV.

Se observa que el resultado más extremo corresponde al modelo “MMIP SAM based”. En el escenario TEND+INV el crecimiento anual del PIB es de 0,62% (un 8,4% acumulado al 2030). En el caso del MMIP SAM based además del impacto por el gasto de los hogares (incluido en el MMIP cerrado hogares) se incluye también el efecto multiplicador del incremento del gasto público derivado de la mayor recaudación impositiva. Por lo cual este debe ser considerado como un caso de máxima.

**Tabla 6-1: Impacto de Vaca Muerta sobre el PIB nacional y PBG regional**

Modelo	Neuquén		Argentina	
	$\Delta$ anual	$\Delta$ 2030	$\Delta$ anual	$\Delta$ 2030
<b>Escenario EFIC+INV</b>				
MMIP abierto	4,58%	79,0%	0,34%	4,5%
MMIP cerrado hogares	4,74%	82,7%	0,38%	5,1%
MMIP SAM based	4,77%	83,2%	0,59%	7,9%
MEGA	2,69%	41,2%	0,36%	4,8%
<b>Escenario TEND+INV</b>				
MMIP abierto	4,86%	85,3%	0,36%	4,8%
MMIP cerrado hogares	5,03%	89,2%	0,41%	5,4%
MMIP SAM based	5,06%	89,9%	0,62%	8,4%
MEGA	2,55%	38,7%	0,40%	5,3%

Fuente: Elaboración propia

Los restantes análisis entregan resultados que se encuentran en un rango de 0,3% y 0,4% de crecimiento anual del PIB para la Argentina. En cambio, se observan discrepancias entre los dos tipos de modelos con respecto al PBG de Neuquén. Mientras que los modelos MMIP están en un rango de 4,6%/4,8% de crecimiento anual (escenario EFIC+INV) y de 4,9%/5,1% (escenario TEND+INV), en el MEGA se estima un incremento marcadamente menor: alrededor de 2,6%/2,7% en ambos escenarios. Esto se debe a que el MEGA permite sustitución del capital entre regiones que ante la escasez del recurso se localiza en el resto de los sectores de la economía (en el MMIP las necesidades de ampliación del capital no están restringidas).

Dada la similitud de los escenarios EFIC+INV y TEND+INV, a continuación, se presenta un conjunto de resultados de las proyecciones de máxima correspondientes a TEND+INV. La Tabla 6-2 presenta los principales resultados macroeconómicos de las simulaciones en términos de variaciones del producto (PBG provincial y PIB de la Argentina consolidado), indicadores de recaudación fiscal (provincial y nacional consolidado), de empleo y de déficit comercial energético.

Como puede observarse, en el escenario TEND+INV el PIB de la Argentina aumenta 0,4% siendo mayor el impacto en el PBG (2,6%). Los ingresos del gobierno de Neuquén aumentan en torno al 0,73% como consecuencia de mayor actividad y recaudación vía regalías, mientras que para el gobierno consolidado del resto del país los ingresos totales se incrementan en torno al 0,39%. La tasa de desempleo baja aproximadamente 0,3% (aumento del empleo), con un incremento del empleo en Neuquén de 2,3%. El déficit comercial energético disminuye aproximadamente un tercio (pasa de -0,6% en la base a -0,37% del PIB). Cabe destacar que las importaciones están simuladas de manera inelástica con lo cual no se modela la menor dependencia del GNL ni

cambios en la demanda importada de combustibles líquidos; estando estas cuestiones incluidas en los escenarios oficiales del MINEM.

**Tabla 6-2: Impacto anualizado de Vaca Muerta sobre variables macro. Modelo MEGA, escenario TEND+INV.**

Indicador	Base		PINT+10		PINT-10	
	NQN	ARG	NQN	ARG	NQN	ARG
PIB/PBG	2,55%	0,40%	11,59%	1,07%	0,73%	0,41%
Ingresos tributarios	0,73%	0,39%	6,27%	1,52%	-0,25%	0,36%
Empleo	2,33%	0,30%	6,48%	0,22%	1,59%	0,53%
Déficit comercial energético en % del PIB		-0,37%		0,17%		-0,44%

Nota: El déficit comercial energético en el año base es de -0,60%. El resto de las variables son variaciones anuales con respecto al año base.

Fuente: Elaboración Propia

Los escenarios de aumentos de precios internacionales revierten el signo de la balanza comercial energética e implicarían un crecimiento anual del PIB de la Argentina de aproximadamente 1%. El PBG de Neuquén aumenta por encima del 11% motorizado fuertemente por el aumento en los ingresos de la provincia que superarían el 6% y generando un importante derrame sobre la economía local.

Los escenarios de baja de precios internacionales disminuyen levemente el déficit comercial energético siendo muy similar a la simulación original el efecto final sobre el PIB de Argentina. En Neuquén la baja de precios hace crecer menos la economía como consecuencia de menor derrame en la economía local.

Con respecto al impacto sobre el empleo, se presentan a continuación los resultados obtenidos a partir de los multiplicadores de empleo de tipo I (que surgen del modelo abierto) y de tipo II (que surgen del modelo cerrado con los hogares). Los empleos por sector para la provincia de Neuquén y el resto de Argentina fueron estimados por la Secretaría de Transformación Productiva del Ministerio de la Producción.<sup>11</sup> La Tabla 6-3 muestra el empleo total del desarrollo acumulado de Vaca Muerta, de acuerdo con las proyecciones hasta 2030.

<sup>11</sup> Cabe destacar que la estimación agregada contempla para el total de Argentina un total de 17.151.285 puestos equivalentes en 2015, mientras que la provincia de Neuquén contaba con 261.542 puestos en el mismo año.

**Tabla 6-3: Impacto de Vaca Muerta sobre el empleo. Modelo MMIP, escenario TEND+INV.**

Impacto acumulado	Neuquén		Argentina	
	Empleo	% total	Empleo	% total
MMIP abierto	63.242	24,2%	290,340	1.7%
MMIP cerrado hogares	82.435	31,5%	404,431	2.4%

Fuente: Elaboración propia sobre la base de empleos estimados por la STP-MINPROD.

El MMIP abierto capta el empleo “directo + indirecto”, que asciende a casi 63 mil puestos en la provincia de Neuquén (45 mil aproximadamente provenientes de sectores energéticos en toda la cadena y casi 5 mil provenientes del desarrollo industrial local) y 290 mil a nivel agregado para Argentina (59 mil de los sectores energéticos, unos 100 mil provenientes de la industria). Esta última cifra representa un 1,7% del total de empleos a 2015.

El empleo total del MMIP cerrado hogares agrega al anterior los empleos “inducidos” por el aumento en el consumo de los hogares. Se trata de 19 mil y 115 mil empleos en Neuquén y la Argentina, respectivamente. Elevando los empleos totales a 82 mil en Neuquén y 404 mil en Argentina.<sup>12</sup>

## 6.2 Impacto sectorial

Siguiendo con el escenario TEND+INV, la Tabla 6-4 muestra los efectos sectoriales de las simulaciones en Neuquén y el resto de la Argentina, medidos como el crecimiento acumulado del valor de producción sectorial. Los sectores de metales comunes y productos del metal son los que más se benefician puesto que engloban actividades de servicios de inversión y mantenimiento de los pozos, presentan fuertes eslabonamientos hacia adelante y hacia atrás, lo que implica demanda y oferta de muchos insumos entre sectores.

Como era esperable, los resultados del MMIP cerrado hogares son superiores a los del MEGA. En este caso el escenario de máxima sirve además para cuantificar el mayor crecimiento esperado de cada sector, para luego poder estudiar las condiciones en las que se desenvuelven aquellos con mayor requerimiento por parte del desarrollo de Vaca Muerta. Los resultados del MEGA contemplan los cambios de precios relativos y racionamiento de

---

<sup>12</sup> La información de empleo recolectada muestra que el efecto de empleo directo neto a nivel nacional es negativo. Esto es, la pérdida de empleo directo por la caída en la producción convencional no es compensada por la mayor producción de no convencional. Estas cifras están siendo revisadas con nueva información detallada que está siendo utilizada para analizar los requerimientos de infraestructura urbana en la Provincia del Neuquén.

demanda por posibilidad de sustitución ante cambios de precios relativos por lo que son más razonables en términos de cuantía esperada.

**Tabla 6-4: Impacto de Vaca Muerta sobre niveles de actividad sectorial. Escenario TEND+INV.**

Sector	MMIP cerrado hogares		MEGA Base	
	NQN	ARG	NQN	ARG
Agropecuario	14.9%	1.0%	4.0%	4.2%
Resto minería y carbón	11.3%	5.1%	3.2%	4.2%
Alimentos, bebidas y tabaco	15.1%	1.2%	1.3%	4.2%
Textil, cueros	8.7%	1.8%	4.2%	4.1%
Madera, papel, cartón	4.7%	2.4%	4.1%	4.2%
Edición e impresión	9.1%	1.9%	3.8%	4.2%
Refinación de petróleo	5.5%	4.7%	12.6%	4.8%
Químicos y plásticos	14.9%	8.5%	4.6%	4.2%
Minerales no metálicos	59.0%	16.9%	7.0%	4.2%
Metales comunes y prod. del metal	137.2%	21.6%	47.6%	4.2%
Motores, bombas, vehículos, resto ind.	68.1%	3.7%	22.0%	4.1%
Gener., trans. y distrib. electricidad	19.9%	40.8%	7.8%	12.8%
Fabricación y distribución de gas	4.9%	2.1%	4.0%	3.4%
Construcción	6.5%	0.5%	4.4%	4.4%
Comercio	15.2%	2.1%	2.4%	4.1%
Hoteles	2.9%	2.4%	-1.3%	3.8%
Restaurantes	8.1%	2.0%	2.6%	4.2%
Transporte por tuberías	14.2%	42.1%	3.8%	4.1%
Transporte ferroviario	5.3%	1.6%	-1.5%	4.1%
Resto transporte	18.2%	1.8%	5.6%	3.4%
Comunicaciones	27.9%	1.8%	5.2%	4.2%
Intermediación Financiera	24.0%	2.0%	5.3%	4.2%
Serv. empresariales e inmobiliarios	49.4%	2.0%	9.8%	4.2%
Administración Pública y Defensa	2.2%	0.0%	7.9%	2.2%
Enseñanza y salud	4.4%	0.4%	5.9%	4.4%
Serv. Sociales y personales	20.6%	0.8%	4.6%	3.8%

Fuente: Elaboración Propia

En Neuquén, los sectores que observan mayor aumento en su producción acumulada son: Metales comunes y producción del metal (137%), Motores, bombas y resto de industria (68%) y Minerales no metálicos (59%). En Argentina, los sectores que presentan mayor crecimiento son: Transporte por tuberías (42%) y Generación, transporte y distribución de electricidad (41%).

## 7. CONCLUSIONES

El objetivo del presente informe ha sido ofrecer una medida preliminar del potencial impacto del desarrollo de Vaca Muerta sobre las economías de Neuquén y de la Argentina, considerando el impacto que tendría sobre los sectores productivos, el bienestar de las familias, y las variables macroeconómicas.

Tener conocimiento de la magnitud del impacto económico e identificar los principales sectores que se verán afectados, permitirá analizar políticas para: i) evitar cuellos de botella en los requerimientos de insumos de producción y equipos de perforación, por ejemplo, fomentando el desarrollo de proveedores nacionales, ii) alcanzar un desarrollo urbano planificado, y iii) anticipar las necesidades de inversión en infraestructura para obtener mejores condiciones de financiamiento.

Para cuantificar el impacto se desarrollaron dos modelos multi-regionales (Neuquén y el resto de la Argentina): 1) Modelo insumo-producto (MMIP) y 2) Modelo de Equilibrio general aplicado (MEGA). Para ambos casos fue preciso construir una matriz de contabilidad social regional representando conjuntamente Neuquén y el resto de la Argentina. Asimismo, para lograr mayor precisión en la evaluación de impacto se desagregaron las estructuras de costos y ventas de las actividades de petróleo y gas natural, convencional y no convencional.

De acuerdo a las simulaciones realizadas, el desarrollo productivo de Vaca Muerta tendrá un impacto para nada despreciable sobre el PBG de la provincia de Neuquén y el PIB de la Argentina. Con el MMIP, el crecimiento anual esperado del PBG de Neuquén sería de alrededor del 5%, mientras que el PIB nacional aumentaría anualmente 0,4%. Estas cifras surgen de simular los escenarios de producción elaborados por el Ministerio de Energía y Minería.

Con respecto al impacto sectorial, el desarrollo de Vaca Muerta afectará los requerimientos de logística, recursos materiales y humanos e infraestructura directamente relacionada con la producción. Se observan significativos aumentos en los requerimientos de insumos de algunos sectores, como metales comunes y productos del metal, motores, bombas y resto de industria, minerales no metálicos y transporte por tuberías.



## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Bacharach, M., 1970. *Biproportional Matrices & Input-Output Change*. Cambridge: Cambridge University Press
- Brooke, A., D. Kendrick and A. Meeraus, 1992. "GAMS: A User's Guide, Release 2.25", Scientific Press.
- Capobianco, S., G. Michelena, L. Mastronardi y J. P. Vila Martínez, 2017. "Matriz de contabilidad social para Argentina: Estimación con desagregación exhaustiva de los sectores energéticos", Documento de trabajo conjunto elaborado por Ministerios de Energía y Minería y Producción, disponible en: <http://scripts.minem.gob.ar/octopus/archivos.php?file=7619>
- Chisari, O., C. Romero (con la colaboración de INECO-UADE), 2009. *Un modelo de equilibrio general computable para la Argentina*, PNUD, Buenos Aires.
- Chisari, O., G.Ferro, M. González, S. León, J. Maquieyra, L. Mastronardi, M. Roitman, C. Romero y R. Theller, 2010. "Modelo de Equilibrio General Computado para la Argentina 2006," Serie de Textos de Discusión N° 63, UADE. Informe final proyecto PICTO-CRUP 31329, Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica.
- Chisari, O., L. Mastronardi y C. Romero, 2012. "Building an input output model for Buenos Aires City". Anales IIOA 2012.
- Chisari, O., L. Mastronardi y C. Romero, 2014. "Interregional fiscal spillovers: A CGE study for Buenos Aires City and the Rest of Argentina". Anales 47º JIFP
- Coremberg, A., 2017. "Con Vaca Muerta no nos salvamos", Documento de Trabajo del Centro de Estudios para la Productividad, ARKLEMS-UBA, diciembre. Disponible en: <https://arklems.files.wordpress.com/2017/12/valorvacamuertacorembergdifusion211217.pdf>
- EIA, 2016. "Trends in U.S. Oil and Natural Gas Upstream Costs".
- Flegg, A.T. and C.D. Webber, 2000. Regional Size, Regional Specialization and the FLQ Formula. *Regional Studies*, 34, 563–569.
- Flegg, A.T., Mastronardi, L. y C. Romero, 2016. "Evaluating the FLQ and AFLQ formulae for estimating regional input coefficients: empirical evidence for the province of Córdoba, Argentina". *Economic Systems Research*, vol. 28 (1).



Gomes y Brandt, 2016, "Unconventional Gas in Argentina: Will it become a Game Changer?". Oxford Institute for Energy Studies.

Instituto Argentino del Petróleo y del Gas, 2014. "Análisis y Proyección de Impactos Económicos Esperados del Desarrollo de los Hidrocarburos No Convencionales en Argentina. Cuantificación de Impactos Económicos del Desarrollo en Escala de Vaca Muerta en la Provincia de Neuquén," Informe elaborado por la Comisión de Estudios Económicos del IAPG, septiembre, Buenos Aires.

Ministerio de Energía y Minería, 2017, "Escenarios Energéticos 2030". Disponible en: <http://scripts.minem.gob.ar/octopus/archivos.php?file=7755>

Robinson S., A. Cattaneo, A. y M El-Said, 2001. "Updating and Estimating a Social Accounting Matrix Using Cross Entropy Methods," Economic System Research 13 (1): 47-64.

Romero, C., 2009. "Calibración de modelos de equilibrio general computado: métodos y práctica usual". Buenos Aires. Disponible en: [http://mpira.ub.unimuenchen.de/17767/1/Romero\\_2009-calibracion\\_CGE-MPRA.pdf](http://mpira.ub.unimuenchen.de/17767/1/Romero_2009-calibracion_CGE-MPRA.pdf).

Rutherford, T., 1999. "Applied General Equilibrium Modeling with MPSGE as a GAMS Subsystem: An Overview of the Modeling Framework and Syntax", Computational Economics, Vol.14, Nos. 1-2.

WoodMcKenzie, 2017. "Vaca Muerta goes head to head with the best US shale plays".

WoodMcKenzie, 2015. "Vaca Muerta development study. Well performance, costs, economics, and benchmarking by location".

YPF, 2016. "Valor del Gas Natural en el Punto de Ingreso al Sistema de Transporte (PIST)".

## 9. ANEXO 1: ESTRUCTURA DEL MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL

Esta sección presenta una versión simplificada del modelo de equilibrio general. Consideremos una economía con  $H$  hogares (en nuestro caso uno para cada región). La función de utilidad depende de bienes y servicios domésticos de las  $j$  regiones ( $c_j$ )<sup>13</sup>, bienes importados ( $m$ ), bonos en tenencia de los hogares ( $b$ ) y la oferta laboral ( $L_j^s$ ).

Cada hogar maximiza su función de utilidad [ $u_H(c_1, c_2, m, b, L_j^s)$ ] sujeto a su restricción presupuestaria. Dadas las condiciones de óptimo, los agentes igualan la tasa marginal de sustitución de todos los bienes de la canasta con los correspondientes precios relativos. La recta de balance puede escribirse como:

$$\sum_{j=1}^2 (1+t_n+t_j) p_j c_j + p_m m + p_b b = \sum_{j=1}^2 w_j L_j^s + \sum_{j=1}^2 \pi_j \eta_j + \sum_{j=1}^2 r_j K_j \varphi_j + p_b b_0 \quad (14)$$

Donde  $w_j$  son los salarios percibidos en la  $j$ -ésima región,  $L_j^s$  es la oferta de trabajo en la  $j$ -ésima región y  $\pi_j$  los beneficios percibidos en la región  $j$ . Las proporciones  $\eta_j$  y  $\varphi_j$  representan las ponderaciones de los agentes domésticos en los beneficios y en el capital ( $0 < \eta_j, \varphi_j < 1$ ). La ecuación (14) supone que los consumidores solo pagan impuestos nacionales y provinciales en la compra de bienes domésticos. Ésta es una simplificación, dado que los hogares en el modelo pagan otros tipos de impuestos tal como se observa en la economía. El último término representa los bonos iniciales en las carteras de los hogares. El modelo general incluye toma de decisiones por parte de los hogares en la inversión privada.

La condición de equilibrio en el mercado de cada bien  $j$  para los productores viene dada por (15):

$$x_j + \sum_{i=1}^2 c_{j,i} = F(L_j, K_j), \quad (15)$$

Donde  $F$  es la función de producción (que depende de los factores demandados) de bienes domésticos  $c_j$  producidos en la  $j$ -ésima región y  $x_j$  son las exportaciones al resto del mundo.

---

<sup>13</sup> En el trabajo se diferencian las regiones de la provincia de Neuquén ( $c_1$ ) del resto del país ( $c_2$ ).

Los beneficios de la industria  $j$  son:

$$\pi_j = p_j \left( x_j + \sum_{i=1}^2 c_{j,i} \right) - w_j L_j^d - r_j K_j^d \quad (16)$$

donde  $r_j$  indica la remuneración al capital en la  $j$ -ésima región y  $w_j$  los salarios. Las condiciones de máximo implican:<sup>14</sup>

$$p_j F_{K_j} - r_j = 0, \quad (17)$$

$$p_j F_{L_j} - w_j = 0, \quad (18)$$

Donde los niveles de capital y trabajo se determinan de manera óptima. En equilibrio se iguala la demanda a la oferta de factores, por ejemplo, la demanda de trabajo de la  $j$ -ésima región debe igualarse a la oferta laboral proveniente de las  $I$  regiones.

$$L_j^d = \sum_{i=1}^2 L_i^s, \quad (19)$$

$$K_j^d = \sum_{i=1}^2 K_i^s \quad (20)$$

En modelos con desempleo como el desarrollado, la ecuación (19) se reemplaza por una regla de indexación de salarios, por ejemplo,  $w \geq 1$ , con salarios nominales mínimos o algún índice de precios para fijar el salario real constante. El gobierno de Neuquén tiene la siguiente restricción presupuestaria:

$$t_j p_j c_j + p_b b_0^{G_j} + T = w_j L_j^{G_j} + p_b b^{G_j} \text{ con } j=1,2. \quad (21)$$

El lado izquierdo representa la recaudación de impuestos provinciales, sumado a las ventas de bonos y la coparticipación recibida por el gobierno nacional. El lado derecho representa las contrataciones laborales y las compras de bonos (por lo tanto, la posición neta viene dada por  $b^G - b^G_0$ ). Es importante tener en cuenta que, los gobiernos no participan de manera activa en los mercados de bienes y servicios en esta simplificación del modelo, cosa que sí ocurre en el modelo general. En el caso general, el gobierno recauda impuestos y los utiliza

---

<sup>14</sup> Se supone que  $F$  posee un grado de homogeneidad menor a uno y hay complementariedad en la función de producción a nivel de insumos.

no solo para contratar trabajadores y pagar deuda sino que también consume e invierte en bienes y servicios.

El sector público nacional tiene la siguiente restricción presupuestaria:

$$\sum_{j=1}^2 t_n p_j c_j + \sum_{j=1}^2 t_x x_j + p_b b_0^G - T = \sum_{j=1}^2 w_j L_j^G + p_b b^G \quad \text{con } j=1,2. \quad (22)$$

El lado izquierdo representa las fuentes de financiamiento del gobierno nacional que incluye impuestos nacionales a los bienes de consumo, exportables y ventas de bonos netas de coparticipación. En esta versión simplificada las utiliza para contratar trabajadores, mientras que en la versión general puede consumir e invertir en bienes.

En esta versión resumida del modelo, la balanza comercial puede resumirse como:

$$p^x x = p_m m + \sum_{j=1}^2 (1 - \phi_j) r_j K_j + \sum_{j=1}^2 (1 - \eta_j) \pi_j. \quad (23)$$

Cabe destacar que este modelo simplificado tiene un importante supuesto (en el modelo general no se toma) que implica que el sector externo no compra/vende bonos a los agentes del país.

## 10. ANEXO 2: MULTIPLICADORES DE PRODUCCIÓN Y EMPLEO EN MMIP

Adicionalmente a los multiplicadores de producto simples que surgen del modelo abierto multiplicadores de tipo I) y totales que surgen del modelo cerrado (multiplicadores de tipo II), se estiman los multiplicadores del empleo. Los multiplicadores simple y total de la producción se calculan sumando los coeficientes de cada columna de la matriz de Leontief.

$$(5) \quad m(o)_j = \sum_{i=1}^n l_{ij}$$

$$(6) \quad \bar{m}(o)_j = \sum_{i=1}^{n+1} \bar{l}_{ij}$$

Para cada sector  $j$ , la primera expresión es el multiplicador simple del output ( $m(o)_j$ ) y la segunda el multiplicador total ( $\bar{m}(o)_j$ ), siendo  $l_{ij}$  y  $\bar{l}_{ij}$  los coeficientes de las matrices de Leontief del modelo abierto y cerrado, respectivamente.

Los coeficientes de empleo se obtienen cambiando la unidad de medida de los coeficientes de las matrices  $L^{rr}$  y  $\bar{L}^{rr}$ , utilizando, por ejemplo, la cantidad de personas empleadas por unidad de producto. Para ello, es preciso obtener primero el vector fila con el número de empleados por sector de actividad:  $h'$ . Luego se calcula el coeficiente asociado,  $h'_c = h' \hat{x}^{-1}$ . Por último, se utilizan estos coeficientes para ponderar cada fila de la matriz de Leontief. En notación algebraica, los multiplicadores simple y total del empleo son:

$$(7) \quad m(h)_j = \sum_{i=1}^n h_{c,i} l_{ij}$$

$$(8) \quad \bar{m}(h)_j = \sum_{i=1}^{n+1} h_{c,i} \bar{l}_{ij}$$

Para interpretar mejor los resultados, dado el cambio en la unidad de medida de la matriz de Leontief, se construyen los multiplicadores tipo 1 (modelo abierto) y tipo 2 (modelo cerrado).

$$(9) \quad m(h)_j^1 = \frac{m(h)_j}{h_{c,j}}$$

$$(10) \quad \bar{m}(h)_j^2 = \frac{\bar{m}(h)_j}{h_{c,j}}.$$