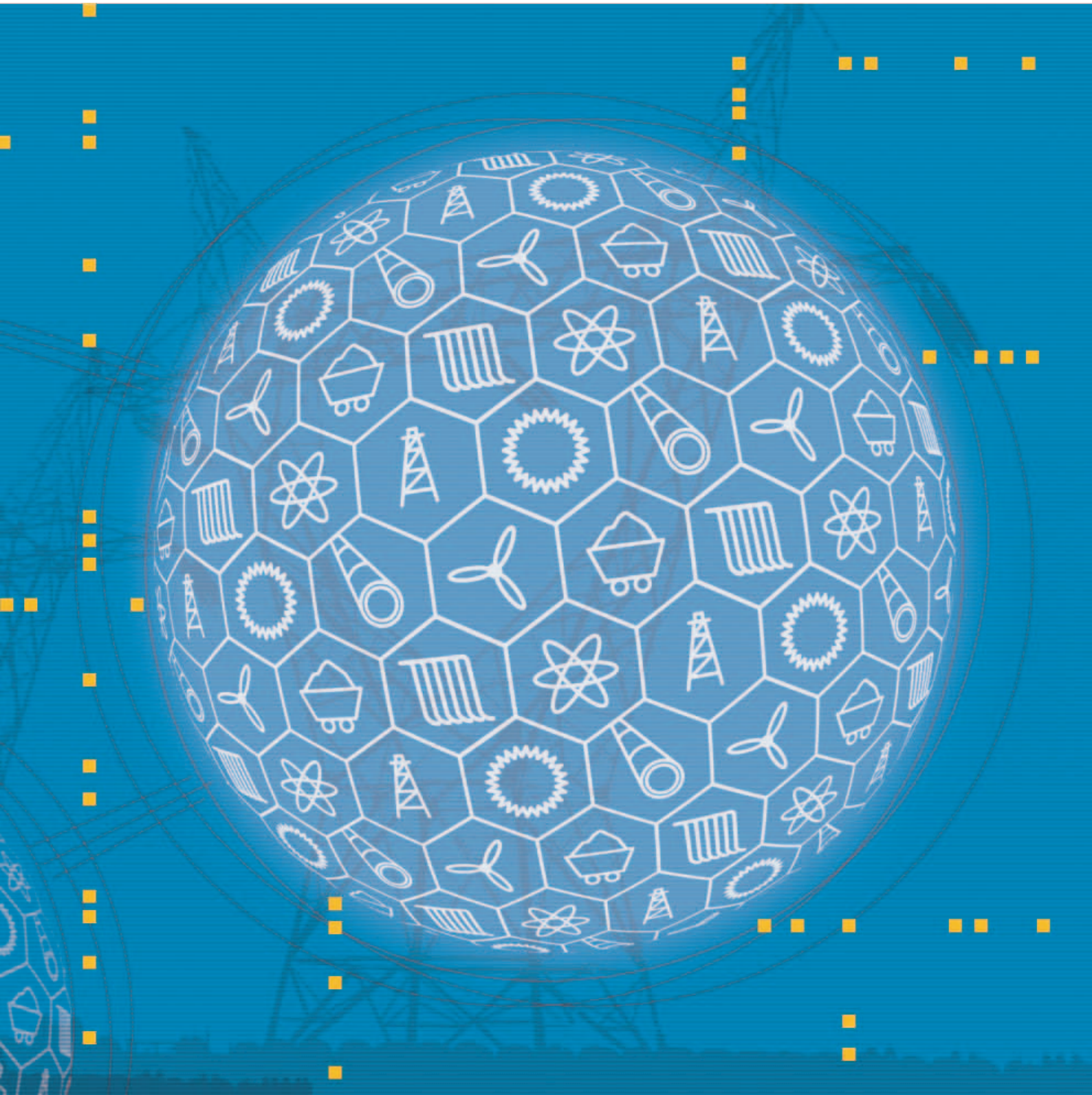
Boletín Informativo Techint

ISSN: 0497-0292

325

Ene | Abr 2008

_ La era de la escasez
_ Seguridad energética, desarrollo económico y calentamiento global. Desafíos de corto y largo plazo
_ Algunas reflexiones acerca de las posibles formas que asume el desarrollo económico local en Italia
_ Comercio intra-industrial y desempeño manufacturero. El intercambio de manufacturas entre la Argentina y Brasil
_ Anexos estadísticos

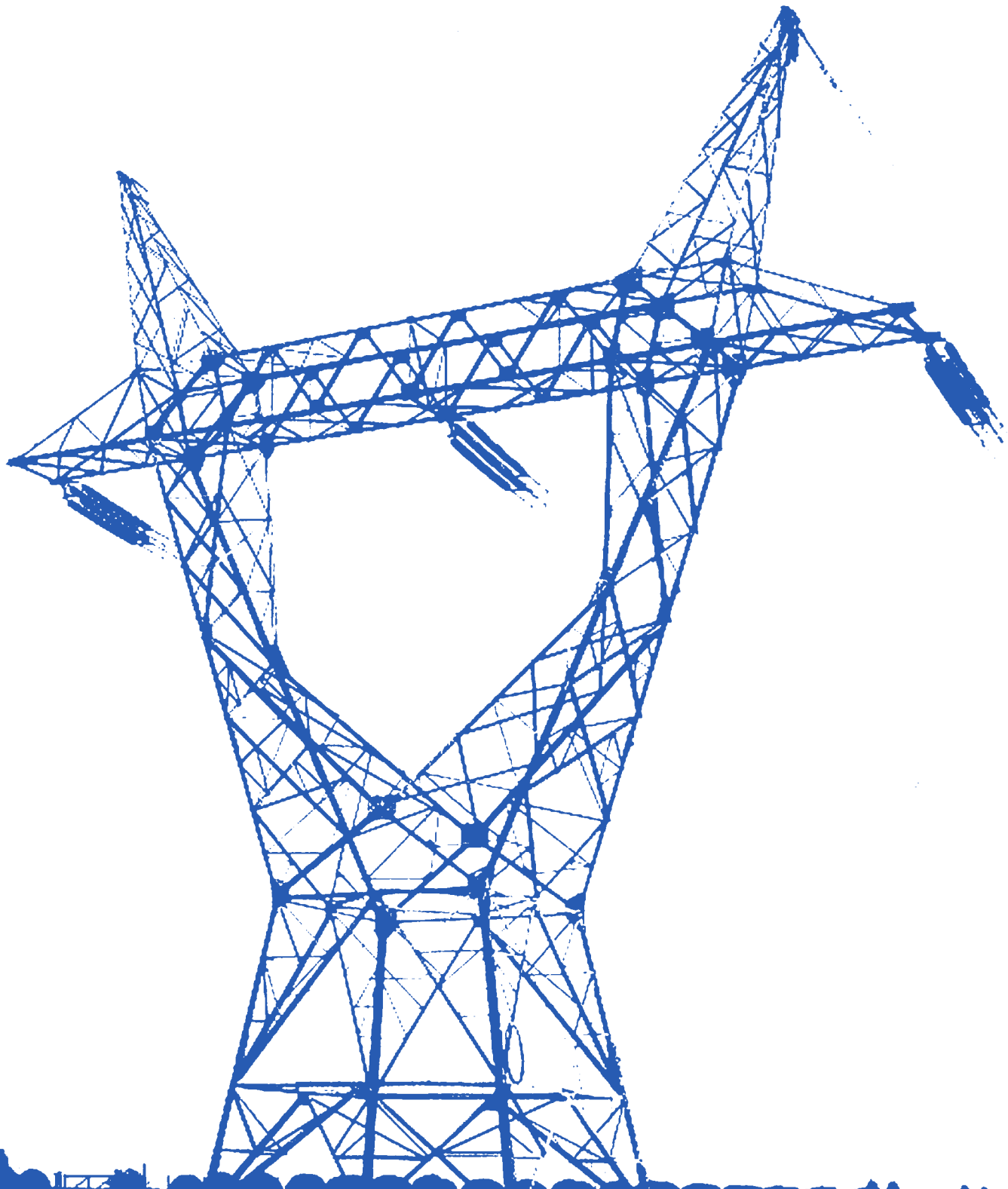


Boletín Informativo Techint

ISSN: 0497-0292

325

Ene | Abr 2008



Director Responsable
Guillermo Hang

Comité Editorial
Guillermo Hang
Luis Betnaza
Carlos Franck
Pierluigi Molajoni
Susana Szapiro

Consejo Académico Asesor
Patrizio Bianchi
Vicente Donato
Jorge Forteza
Bernardo Kosacoff
Beatriz Nofal
Fabrizio Onida
Jaime Serra Puche

El Boletín Informativo Techint es una iniciativa de la Organización Techint cuya finalidad es el fomento de la actividad industrial en la Argentina y Latinoamérica a través de la información, el análisis, la discusión, de los temas que están relacionados con el desarrollo económico y la actividad productiva en Argentina y en el exterior. Las opiniones que se encuentran expresadas en el Boletín Informativo son las de los autores de los artículos, y no reflejan necesariamente las de la Organización Techint.

The Boletín Informativo Techint is a publication of the Techint Group aimed at encouraging industrial activity in Argentina and other Latin American countries through information, analysis and discussion of any subject related to economic and industrial development, particularly in the Latin American region. The opinions found in the Boletín Informativo reflect exclusively those of the authors of the articles, and do not reflect necessarily the opinions of the Techint Group.

Boletín Informativo Techint
Publicación propiedad de Techint S.A., realizada con la contribución de Siderca, Siderar, Santa María y Tecpetrol.
Registro Nacional de la Propiedad Intelectual Nº 1.226.043. Hecho el depósito que marca la Ley Nº 11.723.
Se permite la reproducción total o parcial de este Boletín, previa autorización del responsable, citando la fuente.

Av. Córdoba 320, 5º piso, C1054AAP, Buenos Aires, Argentina
Tel. 4018 5500, Fax 4018 5636, baibni@techint.net | baimir@techint.net
En la dirección de Internet www.boletintechint.com puede accederse a los artículos del Boletín Informativo Techint.

Boletín Informativo Techint 325
Ene | Abr 2008

[p. 5] **La era de la escasez**
Marcelo Martínez Mosquera
The era of scarcity
Marcelo Martínez Mosquera

[p. 53] **Seguridad energética, desarrollo económico y calentamiento global. Desafíos de corto y largo plazo**
Graciela Chichilnisky
El trabajo examina las implicancias de utilizar tecnologías que permitan acelerar la transición hacia fuentes alternativas de energía que sean compatibles con el desarrollo sostenible enfatizando la importancia de los mercados de carbono para lograr este objetivo.
Energy Safety, economic development and global warming. Short and long term challenges
Graciela Chichilnisky
This study examines the implications of using technologies to accelerate the transition towards alternative energy sources compatible with the sustainable development focusing on the importance of carbon markets to achieve this objective.

[p. 77] **Algunas reflexiones acerca de las posibles formas que asume el desarrollo económico local en Italia**
Fabio Boscherini
El artículo discute los factores que definen la competitividad de los sistemas productivos, el rol de las instituciones en el desarrollo local y la existencia de múltiples senderos para el desarrollo local.
Some reflections on the forms that the economic development in Italy might assume
Fabio Boscherini
This article analyses the factors that define the competitiveness of the productive systems, the institutions' role in the local development and the existence of a myriad of paths to achieve local development.

[p. 101] **Comercio intra-industrial y desempeño manufacturero. El intercambio de manufacturas entre la Argentina y Brasil**
Jorge Lucángeli
El autor discute el componente intra-industrial que se observa en el intercambio comercial entre la Argentina y Brasil, a partir de la evaluación de la relación entre especialización intra-industrial y desempeño productivo de los sectores involucrados.
Intra-industry trade and manufacturing industries performance. Manufactured goods exchange between Argentina and Brazil
Jorge Lucángeli
The author discusses the intra-industry constituent that can be observed in the trade between Argentina and Brazil, by assessing the relationship between intra-industry specialization and production performance of the selected sectors.

[p. 113] **Anexos estadísticos**
Statistical Appendix



La era de la escasez

Marcelo Martínez Mosquera

A escala mundial, la cuestión energética plantea un duro desafío. Se avecinan tiempos de escasez y de precios cada vez más altos. Nuestro estilo de vida está cambiando y va a seguir cambiando. Será un cambio ordenado si los responsables en el orden mundial reaccionan a tiempo. Será un cambio caótico si, como hasta ahora, los hechos llevan la delantera y las decisiones se toman cuando ya es demasiado tarde. El presente ensayo parte de relevar el presente de cada una de las distintas fuentes de energía disponibles y las dificultades que encuentran y encontrarán, a medida que pase el tiempo, para ayudarse mutuamente en sostener una oferta a la altura del nivel de demanda.

Se aborda la problemática del petróleo, el gas natural, el carbón, la energía nuclear y los renovables, explicando a partir de ejercicios comparativos que la solución al alcance no es una bala de plata. La situación argentina merece un análisis específico, por las características particulares de nuestra matriz de consumos y su tabla de precios relativos. Las conclusiones, de alcances globales, llegan en forma de opciones breves y concretas. Hay que desarrollar cada fuente en su justa medida, en un marco de ahorro y eficiencia. Tales hechos llegarán por la vía de los mayores precios que se avecinan, pero también por la vía de necesarias e impostergables regulaciones ad hoc en cada uno de los países protagonistas del contexto mundial.

Marcelo Martínez Mosquera es Ingeniero Industrial (Universidad de Buenos Aires) y Master of Science in Management (Universidad de Stanford). Ex Vicepresidente Ejecutivo de la División Energía de la Organización Techint. En la actualidad es miembro del Directorio de Tecpetrol S.A. y de Tecgas S.A y Presidente del Departamento de Infraestructura de la Unión Industrial Argentina.

Este Ensayo fue publicado en septiembre de 2007. Las conclusiones del trabajo tienen hoy plena vigencia.



1. La energía en el mundo

Para crecer, el mundo necesita energía. Así ha sido y así será. El petróleo dinamizó el siglo XX pero ya no puede ser el motor del siglo XXI. Sus posibles reemplazantes enfrentan problemas varios, sean de precio, de daños ambientales, de logística o de escala. Ha comenzado la era de la escasez. La crisis ya está entre nosotros y la solución no es simple. No hay una "bala de plata" a nuestro alcance.

Me tocó en suerte iniciar mi carrera entre petróleo y gas, primero como proveedor de tubos para pozos petroleros, desde Tenaris, y posteriormente como CEO de Tecpetrol, compañía de exploración y producción, ambas del Grupo Techint. Sé, por experiencia directa, que los yacimientos declinan. Un día el petróleo se termina. Esa verificación al pie del pozo me empujó a intentar entender el escenario macro, tanto de petróleo y gas como del resto de las fuentes energéticas. Traduciendo mis posteriores investigaciones, puedo afirmar que ninguna de ellas está en condiciones, actuales o futuras, de brindar una alternativa fácil al problema.

La solución pasa por acciones complejas en cada una de las fuentes de energía disponibles. Acciones, en muchos casos, contrarias a la *opinión pública.* La solución pasa por precios cada vez más elevados de la canasta energética. La solución pasa por ahorro y eficiencia, con un razonable pero no siempre deseado cambio en nuestro estilo de vida. La solución pasa por compatibilizar los posibles daños ambientales con nuestras necesidades energéticas.

La energía en general

El producto bruto mundial se incrementó los últimos cinco años a una tasa promedio del 4,5% anual. En paralelo, hubo un crecimiento de la demanda energética de 3,0%, representando una elasticidad promedio de 0,67 aproximadamente (resultado de promediar elasticidades menores en el mundo desarrollado y mayores en el resto).

En términos simples, el mundo utiliza la energía para:

Transporte	20%
Industria	21%
Residencial	25%
Electricidad	34%
Total	**100%**

Fuente: EIA WEO 2004

■ La electricidad aparece como un uso pues facilita el análisis y la discusión. Obviamente el destino obligado de la electricidad termina siendo una de las otras categorías.

En términos simples, las fuentes de energía en la matriz mundial son:

Petróleo	36%
Gas Natural	23%
Carbón	28%
Nuclear	6%
Renovables	7%
Total	**100%**
Fuente: BP Statistical Review of World 2007	

- Se incluye hidroelectricidad dentro de renovables (siendo aproximadamente 6%), dejando sólo un 1% para biocombustibles, eólica, solar y otras.
- Se elimina del análisis la biomasa (leña, residuos).

Corto plazo versus largo plazo

A quince años o más, la mayor parte de las energías que usamos actualmente son intercambiables, siempre y cuando se realicen las modificaciones de infraestructura pertinentes. Por ejemplo, en lugar de nafta o gasoil en los vehículos podremos utilizar biocombustibles o, incluso, electricidad. La calefacción o la cocina de nuestras casas podrán funcionar a energía solar, gas natural, electricidad o fuel oil. Y así sucesivamente.

No es lo mismo en el corto plazo. Por esta razón es que, al hablar de energía, debemos ocuparnos necesariamente del corto y del largo plazo. Aunque ello no significa que existan soluciones fáciles para ninguno de los dos. Todo lo contrario. La única diferencia es que el corto plazo ya nos alcanzó. En el corto, el petróleo y sus derivados, la nafta y el gasoil, viven ya su manifiesta crisis, tanto de cantidad como de precio, sin soluciones a la vista.

En cambio, respecto al largo plazo tenemos todavía la posibilidad de encontrar el camino menos doloroso. Todavía es posible encontrar soluciones, pero si se reacciona ya.

La dudosa validez de las proyecciones

Si en los últimos cinco años la demanda energética mundial creció un 3% anual podríamos estimar a futuro una tasa de crecimiento similar, teniendo en cuenta principalmente que la mayor demanda vendrá de los denominados países emergentes. Está claro que la recesión sería una *solución* al problema energético mundial, pero está claro también que no es la solución deseada. Vislumbramos un mundo en crecimiento, empujado como en los últimos años por el Sudeste Asiático, China e India en especial.

Ahora bien, ¿con qué fuente de energía alimentamos este crecimiento? Lo más simple parece ser que cada una de las fuentes aporte un 3% anual de incremento y solucionado está el tema para bien de nuestro futuro.

De hecho, en las proyecciones hasta el 2030 de la International Energy Agency, el National Petroleum Council, la Exxon Mobil y otros, aunque pronostican menor crecimiento, muestran a cada fuente creciendo a valores muy similares. De acuerdo a esa visión unánime, el perfil energético del mundo se modificaría muy poco en los próximos 25 años con una mínima pérdida relativa del petróleo respecto a las otras fuentes. Confían en que cada fuente logrará, decimal más decimal menos, cumplir con su *fair share* de crecimiento.

Mi opinión va en sentido contrario. Luego de analizar el cuadro de situación de cada una de esas fuentes concluyo que ninguna de ellas goza de buena salud, que estamos en una encrucijada, sin solución aparente a la vista. La situación cobra aún mayor dramatismo si tenemos en cuenta que el ser humano ya ha *decidido* que algunas fuentes de reemplazo posibles no lo lograrán, caso la energía nuclear, porque nos oponemos a su expansión. Completo mi visión y digo que la naturaleza ha "decidido" que otras fuentes tampoco lo lograrán, caso el petróleo y la hidroelectricidad, porque han llegado a su virtual agotamiento.

¿Podrán las otras energías reemplazar estas falencias? Me adelanto a opinar que no, pero propongo revisar cada una de las realidades energéticas y preguntarnos si cada una de ellas está o no en condiciones de cumplir con su *fair share* en los plazos en que el mundo se lo está demandando.

Primero, el petróleo

El petróleo se está acabando y no se trata sólo de una verdad de Perogrullo, que deriva de la noción de que es un recurso no renovable. La producción alcanza hoy los 83 MMbbl/d (millones barriles/día), un significativo 36% de la matriz energética mundial. Mientras el mundo está ávido de más y más petróleo, la oferta encuentra cada vez más dificultades para satisfacer el crecimiento de la demanda.

En los últimos 5 años ha podido crecer sólo al 2% anual debiendo ser obviamente reemplazado en nuestra simple ecuación por otras fuentes de energía. Imposible creer, entonces, que el petróleo podrá cumplir su fair share de crecimiento del 3%. Dos conclusiones para el corto plazo se vuelven evidentes: tendremos problemas serios en el abastecimiento y ninguna solución de relevancia vendrá mágicamente en auxilio.

En julio de 2005, en informe titulado "Petróleo, una opinión", escribí: *"Si el petróleo está en jaque, la energía toda está en jaque. A partir de 1999 con precios que más que se duplicaron, el incremento de la producción Non OPEP, Non Rusia ha sido irrelevante (representan hoy el 42% de la producción). Seguimos y seguiremos en manos de la OPEP".*

Miremos primero Resto del Mundo. Desde mi anterior artículo, los precios siguieron creciendo otro 60% más y, aunque las inversiones en este grupo de países crecieron de 100.000 MM U$S en 2004 a 162.000 MM U$S en 2006, en conjunto no han podido incrementar un sólo barril la producción. Todo el dinero invertido ha permitido, en el mejor de los casos, compensar parcialmente la declinación natural de los yacimientos existentes.

	90s	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Ago-07
WTI [U$S/bbl]	19,7	30,4	25,9	26,2	31,1	41,5	56,6	66,0	72,4
[MMbbl/d]									% 2006
OPEP		31,6	30,9	29,5	31,5	33,8	35,5	35,7	43%
Ex-Unión Soviética		7,9	8,6	9,4	10,3	11,2	11,6	12,1	15%
Resto del mundo		35,7	35,6	36,0	36,0	36,1	35,4	35,2	42%
Producción Total		**75,2**	**75,1**	**74,9**	**77,8**	**81,1**	**82,5**	**83,0**	**100%**

Fuente: Oil Market Report-IEA / Platts

Si con inversiones billionarias y excelentes precios la gran mayoría de los países, agrupados aquí en Resto del Mundo, no ha podido incrementar su producción, ¿será porque hemos llegado a un *plateau* de la producción al que seguirá la inexorable declinación?

¿Y qué ocurre con la OPEP? ¿Y con la tan frecuentemente mencionada ex Unión Soviética? Si en mi artículo de 2005 decía *"estamos en manos de la OPEP",* hoy digo lo mismo. Peor aún, una buena cantidad de expertos ya manifiestan sus dudas, tomando en cuenta reservas disponibles y estrategias políticas en curso, de que la OPEP sea capaz de satisfacer por sí sola el crecimiento de la demanda. Mucho menos podrá hacerlo la ex Unión Soviética, como analizaremos con mayor detalle en el capítulo específico.

En la vereda de enfrente, la demanda sigue creciendo sin enterarse de los aumentos de precios. No hay *"elasticidad precio".* Ignora la regla de *"a mayor precio menor demanda".* Para explicarlo, los economistas dicen: *"la curva de demanda se corre"* año a año.

Según el experto en Peak Oil, Matt Simmons, *"demand is too young, supply is too old".* Coincido plenamente. Se pueden leer los informes periodísticos y creer que el alto nivel de precios del petróleo obedece a la última huelga de Nigeria, al reciente discurso del presidente iraní, al devastador huracán en el Golfo o a la enésima amenaza de Al-Qaeda. Pero también se puede pensar, y propongo hacerlo con la mayor seriedad, que seis años de crecimiento sostenido de precios responden a una razón fundamental, más de fondo. La oferta no está en condiciones de satisfacer la demanda.

Pero, ¿y las Oil Sands de Canadá? ¿Y la Faja del Orinoco? ¿Y el CTL (coal to liquids)? ¿Y el GTL (Gas to liquids)? ¿Y los biocombustibles? Encontrará el lector una explicación profunda en el capítulo correspondiente, pero la conclusión debe ser dicha sin rodeos: *"They can't catch up".* La relación inversión más logística por barril producido es tal que, cuando *ese* petróleo empiece a llegar en una escala medianamente relevante, será demasiado tarde.

La maravillosa electricidad

En cualquier análisis que se haga del futuro, especialmente de mediano y largo plazo, se debe tener en cuenta la generación de electricidad derivada de cada fuente, ya que es el elemento determinante que los vincula. Recordemos, por un lado, que puedo generar electricidad con petróleo, gas natural, carbón, nuclear, hidro, viento, solar y otros. Por otro, desde la demanda, podemos pensar a largo plazo en un mundo enteramente *eléctrico* en términos de transporte, calefacción, industria, etcétera.

Debemos entender, entonces, los *economics* de generar electricidad con cada fuente. La tabla de esta página nos permite comparar las ventajas y desventajas económicas de cada una de ellas. Cada fuente requiere de i) Inversión inicial, ii) Costos de combustible y iii) Costos de operación y mantenimiento. También es diferente el plazo para la puesta en marcha, detalle que se ha contemplado en el cálculo. Se obtiene así un costo de generar 1 MWh, una Potencia de 1 MW = 1000 KW generando durante 1 hora (para los interesados, la tasa de descuento utilizada es de un 10% anual).

Resulta interesante observar las diferentes opciones que enfrentan las utilities eléctricas. Se observan inversiones iniciales altas con bajos costos de operación futuros o viceversa (es el caso del carbón versus el gas natural, por ejemplo). No hay un claro ganador, cada fuente tiene sus ventajas y también sus desventajas.

Cuando decimos que no hay *bala de plata,* basta con mirar la planilla para coincidir en el diagnóstico. Aparecen como las más baratas la energía nuclear y el carbón, pero ambas viven sus propias odiseas, tanto por sus problemas ambientales, como por sus cuantiosas inversiones iniciales.

Es precisamente el propósito de este ensayo recorrer cada una de las posibilidades y brindar un adecuado diagnóstico integral y posibles caminos de solución.

	Inversión		Costo Combustible		O&M	Total
	[U$S/KW]	[U$S/MWh]	[unidad original]	[U$S/MWh]	[U$S/MWh]	[U$S/MWh]
Gas Natural - CC	700	11,5	8 U$S/MMbtu	56,8	4	72
Carbón - TV	1900	36,6	70 U$S/tn	25,5	7	69
Fuel Oil - TV	1400	25,3	323 U$S/tn	72,5	6	104
Gas Oil - CC	700	11,5	650 U$S/tn	103,0	4	119
Nuclear	2500	50,6	200 U$S/kg	7,0	8	66
Hidro	2500	87,6			6	94
Eólica	1700	81,6			6	88
Solar	6000	402,3			14	416
CC: Ciclo Combinado TV: Turbina Vapor						
Fuente: Elaboración Propia						

- Para poder confeccionar la tabla hubo que tomar un valor de los múltiples posibles para cada cuadrícula. Por ejemplo, se tomó 8 U$S/MMbtu como costo del combustible para gas natural, con el grado de arbitrariedad que ello supone.
- Aparece un valor mágico que debemos recordar que sería un costo de 80 U$S/MWh, que parece el umbral de referencia a la fecha (mayor es *caro,* menor es *barato*).
- Materia de debate es que en esta tabla no se han introducido castigos a las fuentes emisoras de CO2 (efecto invernadero), ejemplo carbón, ni tampoco subsidios o premios a las fuentes no emisoras, como el viento o la nuclear.

El gas natural

La producción de gas natural en el mundo alcanzó a 101,2 TCF (trillion cubic feet) en 2006, representando un 23% de la matriz energética mundial. Ha crecido a razón del 3% anual (su fair share) en los últimos cinco años, ganando posiciones de protagonismo respecto al petróleo en la matriz energética aunque muy lentamente.

La realidad actual nos muestra que el gas natural se desarrolló en el mundo principalmente vía gasoductos un 93% (74% consumos domésticos, 19% exportación) y sólo un 7% vía LNG (liquefied natural gas). Gas en barco previamente llevado a estado líquido a 160° C bajo cero.

El gas natural resulta una más que interesante opción, porque tiene abundantes reservas y, además, se trata de un combustible ecológicamente más limpio que el petróleo y el carbón. Sin embargo, en el corto plazo, resulta imposible utilizar el gas natural como eficaz reemplazante del petróleo. Muy pocos países tienen un desarrollo de gas natural comprimido para utilizar en sus vehículos.

Por otra parte, en el mediano y largo plazo, aparecen algunas dudas sobre su posibilidad real de cumplir el tan esperado rol estelar en la matriz energética. ¿Cuáles son?

> La concentración de las reservas: Rusia y Medio Oriente tienen 67% de las reservas mundiales.

> La distancia desde las reservas hasta a) los centros de gran consumo y b) los puntos de futuro crecimiento de la demanda.

Volvamos sobre este último asunto para enfocar dos situaciones concretas. La primera está relacionada con los grandes consumidores. El mayor consumidor mundial de gas es América del Norte (EE.UU., Canadá y México), con el 27% de la demanda mundial. Hasta hoy han satisfecho sus necesidades en base a gasoductos, domésticos y también por intercambio entre países. Pero se vienen novedades. El complejo norteamericano ha llegado ya a su *plateau* en materia productiva. Se encuentra imposibilitado hoy de incrementar su producción. La única solución a la vista es, entonces, recibir LNG. Gas traído en barco desde sitios remotos.

La segunda situación a considerar es la de los mayores demandantes de energía a futuro. En gran parte se encuentran en el Sudeste Asiático, China e India principalmente. Para llegar a ellos se requieren mega-gasoductos que rozan lo antieconómico por sus kilométricas trazas, con problemas geopolíticos adicionales. Es probable que apuesten al abastecimiento vía LNG, con lo cual sumamos más barcos de gas natural a 160° C bajo cero por los mares del mundo.

	90´s	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Henry Hub [U$S/MMbtu]	2,0	4,2	4,1	3,3	5,6	5,9	8,8	6,8

Fuente: BP Statistical Review of World 2007 según Natural Gas Week

Por ello, hoy existe un boom mundial en licuefacción y regasificación, pero, a su vez, esto ha provocado crecimientos desmesurados en los costos, cuellos de botella en la ingeniería, problemas de mano de obra calificada y retrasos sistemáticos en la entrega de los equipos.

El precio del gas ha respondido a los fenómenos descriptos y ha sufrido también importantes aumentos en el mercado mundial. Se muestran los precios del mercado estadounidense. (Ver cuadro en la página anterior).

A pesar de todo lo señalado, creo yo que el gas natural podrá cumplir con su *fair share* del 3% anual solicitado. Sin embargo, difícilmente, pueda contribuir a reemplazar el *fair share* de las otras fuentes que no cumplan con el suyo. Todo dependerá en gran medida, a partir de ahora, del controvertido LNG.

El cambio climático

Antes de avanzar convendría introducir algunas consideraciones sobre el cambio climático. En promedio y gracias a la atmósfera, la temperatura de la tierra alcanza los 15° C (tomando en cuenta todas las latitudes y el año calendario). Si no existiera la atmósfera esa temperatura promedio bajaría más de 35° C, situándose en 20° C bajo cero. En tales condiciones, la vida en el planeta tal cual la conocemos habría sido imposible.

¿Qué le permite a la atmósfera actuar de tal manera? La respuesta es tan simple como que posee, afortunadamente para nosotros humanos, gases de *efecto invernadero.* Los rayos del sol atraviesan la atmósfera y calientan los objetos que están sobre la tierra, pero el calor que *despiden* esos objetos tiene una menor longitud de onda y se demora en atravesar los gases de efecto invernadero, quedándose parte del calor en la tierra. Un automóvil estacionado al sol en un día muy frío es un buen ejemplo. Los vidrios tienen un efecto símil invernadero al de la atmósfera: dejan entrar unos, no dejan salir otros.

Uno de los principales gases que contribuyen al efecto invernadero de la atmósfera es el dióxido de carbono CO_2. Lamentablemente también es el gas principal que se emite cuando se queman combustibles fósiles para cualquier uso, sea el transporte o la generación de electricidad. Para entenderlo con claridad, la tabla siguiente expresa el volumen de CO_2 emitido por cada MWh de electricidad generado según distintas fuentes energéticas.

Fuente	CO_2 ton/MWh
Carbón	0,894
Petróleo	0,659
Gas Natural	0,432
Nuclear	0
Eólica	0
Hidro	0

Fuente: EIA-DOE

Si bien el cambio climático ha sido tema de análisis desde hace más de 30 años, sólo durante la década del 90 tomó *estado público* a través del Protocolo de Kyoto. Recién ahora hay una completa aceptación de que las emisiones causadas por el hombre están aumentando progresivamente el contenido de CO_2 de la atmósfera (de 280 ppm en el año 1750 a 380 ppm en 2006) y provocando un cambio climático de consecuencias inciertas.

Con pocas excepciones, la mayor parte del mundo científico manifiesta hoy su creciente preocupación por el futuro. La película "An inconvenient truth" de Al Gore, ex vicepresidente estadounidense, refleja durante 90 minutos el problema en toda su magnitud. No casualmente ha tenido un grado de difusión importantísimo. El tema ha sido tomado muy seriamente en Europa, donde se está trabajando sobre un sistema complejo de *créditos de carbono,* pensados para premiar a todo aquel que genere sin emitir y castigar a aquel que desarrolle actividades con emisión. El valor de esos créditos cotizaría en bolsa y dependería del *mercado.* El asunto se encuentra todavía hoy en su primera etapa de desarrollo.

Si uno comparte las preocupaciones ambientalistas, las mismas deben jugar entonces un rol importante en las decisiones energéticas. Lo que no es posible es adoptar la posición *me opongo* a cada una de las fuentes (todas en parte contaminantes) sin brindar algún tipo de solución integral. Salvo, claro, que uno esté dispuesto a abandonar el auto y a apagar la luz.

El carbón

"Coal is the best of fuels, coal is the worst of fuels", para decirlo con palabras de Kenneth Deffeyes, autor del libro *Beyond Oil.* El carbón se utiliza fundamentalmente para generación eléctrica, dada su menor versatilidad respecto al petróleo o al gas natural. Dicho de manera simple, lo quemamos para producir vapor y, alimentando una turbina, generamos electricidad.

Durante 2006, la producción mundial fue de 6.195 MM ton, un 28% de la matriz energética mundial (un 40% de la generación eléctrica, anotando la diferencia entre energía y electricidad). En su favor hay que decir que el carbón es abundante, fácil de extraer (aunque no es un dato menor las condiciones infrahumanas en que trabajan los mineros) y el costo por caloría a hoy es el más competitivo. Además, sus reservas están uniformemente distribuidas en el planeta.

En los últimos cinco años, su producción creció a razón del 5,2% anual, siendo el principal contribuyente a compensar las falencias de las otras fuentes que no lograron el promedio deseado (petróleo y energía nuclear). También es interesante pensar que fue el motor de la Revolución Industrial, a fines del Siglo XIX, decayó luego con la aparición del petróleo en el Siglo XX (¿se imaginan un automóvil funcionando a carbón?) y en el Siglo XXI aparece nuevamente como nuestro posible salvador. *The good old coal.*

En este momento el mayor crecimiento mundial en materia de generación eléctrica se está dando con carbón. China estrena una nueva usina importante a carbón cada 7 días (sí, cada siete días), claro está que emite CO_2 a la atmósfera según la tabla mostrada (0,894 ton/MWh).

Estados Unidos todavía genera un 50% de su electricidad con usinas a carbón. Por insólito que parezca, un 50% de la electricidad del país más desarrollado y de mayor consumo eléctrico del mundo es a carbón. Nunca pudo desprenderse del noble suministro. Recurrió parcialmente a la energía nuclear durante dos décadas, luego apeló también al gas natural, pero siempre fue mayoría el carbón. En consecuencia, EE.UU. emite cantidades importantes de CO_2.

Podríamos imaginar un mundo que se debate entre quienes quieren detener el crecimiento de emisiones a la atmósfera y quienes necesitan energía *a toda costa.* El carbón nos propone abundantes reservas, costos todavía a hoy competitivos pero también la mayor emisión de CO_2 por MWh comparada con las otras fuentes. ¿Usted que haría?

La energía nuclear

Por fin llegamos a una fuente de generación eléctrica sin emisiones de CO_2. Aleluya. Uranio abundante, tecnología comprobada, costos de combustible muy bajos (aún con el aumento de los últimos años), costos de generación muy competitivos, reservas distribuidas razonablemente en el planeta.

Sin embargo, después de los accidentes de Three Mile Island (1979) y Chernobyl (1986), la reputación de la energía nuclear cayó en desgracia en muchos países. Sin ir más lejos, Italia la tiene prohibida y en EE.UU. no se registran nuevos permisos desde hace más de 20 años.

La participación de la energía nuclear en la actual matriz energética mundial es de sólo el 6% (un 16% de la generación eléctrica). En los últimos cinco años, su crecimiento ha sido de sólo el 1,1% anual, no habiendo podido satisfacer el *fair share* deseado. Es que, al riesgo de accidentes mencionado, se agrega que no se ha podido solucionar aún el adecuado y definitivo manejo de los residuos nucleares, tema que provoca la continua oposición de ambientalistas y Organizaciones No Gubernamentales.

La posible proliferación de armas nucleares, explicada en detalle en el capítulo específico, es otro punto que pone en duda la generalización de su uso como fuente de generación. Claro está que sus costos de inversión y operación son competitivos, como se desprende de la tabla citada. Países como Francia (78%) y Bélgica (54%) la tienen como su principal fuente de electricidad. Un beneficio nada menor es que no emite CO_2.

Estamos hablando aquí de tecnología Siglo XXI. Una solución integral a nuestros problemas energéticos y de emisiones. En muchos países está despertando nuevamente. ¿Y Ud. qué haría con la energía nuclear ?

Las energías alternativas, del agua al hidrógeno

La fuerza del **agua** constituye una espectacular fuente de energía, sin emisiones nocivas. Un apreciable combustible *renovable,* pero con un costo de generación por MWh algo elevado según la tabla de referencia (claro está, antes de subsidios por no emisión de CO_2). Representa sólo el 6% de la energía mundial y aporta el 16% a la generación de electricidad. Está creciendo a razón del 2,9% anual satisfaciendo por ahora su *fair share* demandado. Sin embargo, la falta de lugares aptos, la importante inversión inicial, los tiempos de puesta en marcha y algunos dilemas ambientales en el llenado de los diques nos indican que la tendencia futura será de meseta o declinación en términos relativos.

Pasemos al **viento,** otra maravilla de la naturaleza. Y del hombre. El molino gira y nos da electricidad. Eso es todo. Cero emisión. Como se puede ver en la tabla de generación eléctrica, tiene costos algo elevados de generación por MWh (también antes de subsidios por no emisión de CO_2). Su participación a nivel mundial es de sólo 0,2% de la matriz energética y 0,5% de la electricidad generada. *Niente.* Aún con crecimientos espectaculares del 25% anual, como los que ha tenido en los últimos cinco años, poco puede hacer el viento para representar *la solución* a los problemas de los combustibles fósiles. *"You don't always get it where you want it and you don't always get it when you want it".* Es que lugares con excelente viento como la Patagonia se encuentran alejados y desconectados de los centros de consumo.

Además, a veces sopla y a veces no. El factor de utilización promedio mundial de un molino de viento es menor al 25% anual, frente a una usina de carbón o energía nuclear con aprovechamientos superiores al 80%. Auguro, entonces, un boom espectacular. Invito, incluso, a una apuesta seria por el viento. Pero no esperemos que sea la solución al problema integral, debido a su escasa relevancia en el contexto general.

Sigamos por los *biocombustibles,* comenzando con un poco de historia. En 1905, Henry Ford presentó su novedoso Ford T en la Feria de París. El combustible utilizado fue aceite de maní, y eso que ya existía el petróleo. Se diría que, cien años después, volvemos a las fuentes. Hoy soñamos con reemplazar nafta y gasoil no renovables con maíz, azúcar y aceites de oleaginosas. Menores emisiones y su condición de renovables los hacen muy deseables, pero todavía no son económicamente competitivos mano a mano con el petróleo si se eliminan todos los impuestos y/o subsidios en juego (sólo la caña de azúcar, y sólo en Brasil, compite).

Sin embargo, hay que decirlo, estamos ante otro boom. En parte porque la legislación de distintos países (toda Europa, China, EE.UU., Argentina, entre otros) *obliga* al mercado a una mezcla forzosa de aproximadamente el 5% de biocombustibles en todas las naftas y gasoil para 2010.

Pero, un problema genuino para los denominados *biocombustibles de primera generación* es que estamos hablando de *food for oil,* con las consecuencias previsibles.

Si **todos** los aceites de oleaginosas que se producen en el mundo se dedicaran a la generación de biodiesel, el resultado representaría sólo el 7% de la necesidad mundial de gasoil. Si **todo** el maíz y el azúcar que se producen en el mundo se dedicaran a producir nafta representarían sólo el 20% de la necesidad mundial de este combustible. Los precios de los alimentos se dispararán mucho más de lo ocurrido hasta la fecha. ¿Está el mundo dispuesto a semejante cambio? Yo creo que no. ¿Y usted?

Podríamos inclinarnos por la generación eléctrica a partir de energía **solar,** pero como se ve en la tabla correspondiente, todavía no entra en competencia. La significativa inversión por KW de potencia que hay que hacer al inicio la descoloca frente a otras fuentes (6.000 U$S/KW versus 1.700 U$S/KW del viento, por ejemplo).

Aunque depende de las latitudes, su factor de utilización es muy bajo, sólo un 20% promedio. Se debe decir en su favor, que *el sol está en todos lados,* no como el viento y, de paso, que uno se puede imaginar un mundo en que cada techo de vivienda sea un minigenerador. También, que la energía solar que ingresa diariamente a nuestro planeta es inmensa en comparación con nuestras necesidades.

Pero, hoy por hoy, tiene una participación menor que un decimal en la matriz energética. Lejos estamos de su masificación y más lejos aún de su relevancia en el orden mundial.

Llegamos, finalmente, a la economía del **hidrógeno.** Existen modelos a futuro que imaginan una economía basada en su uso. Se habla de automóviles eléctricos a batería (los *fuel cell cars*) impulsados por la reacción espontánea que se produce al combinar el hidrógeno con el oxígeno: el hidrógeno se lleva en el tanque, el oxígeno está en el aire.

Sin embargo, el asunto no es tan sencillo. El hidrógeno no existe en la naturaleza en estado natural. Las dos formas de obtenerlo son a partir del agua (H2O) o del gas natural metano (CH4). En ambos casos, para separar el hidrógeno se necesita electricidad en el proceso, transformándose en un círculo vicioso. La pregunta obvia, ¿de dónde obtengo la electricidad?, vuelve todo a foja cero.

Alguien dirá que podemos producir hidrógeno con el viento de la Patagonia y transportarlo en barco hasta su destino. Pero previamente para transformarlo en líquido debo llevarlo a 250° C bajo cero (90° C más frío que el metano), con las consiguientes dificultades y costos asociados. Esto es futuro. Futuro...

No se debe confundir el automóvil a *hidrógeno* con los automóviles **híbridos** ya desarrollados por algunas compañías automotrices. Estos funcionan tanto a nafta, motor a combustión, como a electricidad, motor eléctrico, y ambos coexisten simultáneamente en el mismo vehículo. Algunos automóviles de este tipo ya circulan en Estados Unidos, pero tienen por ahora serios problemas con el tamaño de las baterías, la autonomía cuando funciona a electricidad, y sus posibilidades de recarga. Pero, además, necesitan electricidad y volvemos al punto de partida.

A modo de (provisoria) conclusión

El mundo quiere seguir creciendo y, en países como China e India, a tasas sorprendentes. El crecimiento necesita energía, especialmente en países en desarrollo donde la elasticidad energía/PBI es muy superior a la de los ya desarrollados.

Las actuales fuentes de energía son las que son. Lo que hay es lo que hay (¿y lo que habrá?). La crisis del petróleo y su repercusión en el transporte (incluyendo autos, camiones, aviones y barcos) ya llegó y no se irá. La esperanza posible reside en pensar que el problema podría resolverse en el mediano/largo plazo con fuentes alternativas de energía. Pero, como venimos observando, tampoco es el caso. A medida que se investigan las distintas opciones, surgen las dificultades que enfrentan y enfrentarán cada una de ellas.

Volvamos por un momento al inicio de nuestro planteo y apliquemos la simple matemática. Tenemos dos de nuestras fuentes principales, petróleo y energía nuclear (42% de la matriz mundial) declinando hoy en términos relativos. Otras dos, gas natural e hidroelectricidad, apenas logran mantener su *statu quo.*

Si el mundo nos pide, como nos lo está pidiendo, un 3% anual de crecimiento, ¿de dónde saldrá la respuesta? Según lo descripto hasta aquí y adelantando las conclusiones que desarrollaremos en profundidad en los capítulos correspondientes, dependemos del carbón y su alta cuota de emisiones y efecto invernadero.

La evaluación de emisiones perjudiciales a la atmósfera jugará un rol fundamental en estas decisiones por venir. ¿Será un parámetro económico más a tener en consideración o una condicionante feroz frente a toda decisión en materia energética? Por lo menos sabemos una cosa. La vida no será igual. Los precios de la canasta energética subirán a precios elevadísimos. Ya lo estamos viendo en el petróleo, luego seguirá el resto.

En los capítulos siguientes recorremos las distintas fuentes energéticas con su correspondiente diagnóstico para analizar las posibles soluciones en el capítulo final.

2. El petróleo



Descubierto en la segunda mitad del siglo XIX, el petróleo logró desplazar al carbón como principal fuente de energía primaria recién a mediados del siglo XX. A partir de entonces se consolidó como el proveedor energético por excelencia, llegando a representar en 1978 el 48% de la matriz mundial. Aún hoy nuestro sistema de transporte mantiene una total dependencia de este combustible. Automóviles, camiones, autobuses, trenes, aviones y barcos se alimentan con petróleo en el 98% de los casos. Existen contados y escasos aportes del gas natural comprimido, el carbón, la electricidad y biocombustibles (el 2% restante).

El petróleo es la fuente de energía que más dificultades tiene para ser reemplazada en el corto/mediano plazo. Recién a partir de 2025/2030 podremos imaginar un mundo de automóviles eléctricos, con energía producida masivamente a partir de fuentes alternativas como las energías nuclear o solar. En el corto plazo sólo podemos imaginar cambios pequeños como los que pueden representar el aporte de los biocombustibles o el gas natural comprimido, positivos aunque sin posibilidades concretas de modificar el uso masivo de naftas y gasoil.

Si el petróleo continuara fluyendo con abundancia, problema resuelto. Si, en cambio, se confirmaran su condición de bien escaso y su demanda en permanente crecimiento, deberemos imaginar el mundo que viene como uno de escasez pronunciada y ahorro forzoso (sea por la vía del libre juego de precios o de las medidas preventivas). ¿Por qué? Algunas consideraciones nos permitirán entenderlo.

En 1956, Mr. M. King Hubbert predijo que Estados Unidos iba a alcanzar su máxima producción petrolera en 1970 para luego comenzar a declinar. Sucedió exactamente así. Sus deducciones se basaban en fórmulas estadísticas que vinculaban reservas descubiertas, reservas por descubrir y producciones efectivamente concretadas. Hoy en día existe cierto debate entre expertos sobre si el mundo entero, ya no sólo Estados Unidos, está o no llegando a su *peak oil.* Entre quienes sostienen que es el caso se encuentran personalidades como Kenneth Deffeyes, Mathew Simmons y Colin Campbell. Daniel Yergin es el experto de mayor renombre entre los que opinan que aún no ha llegado la hora del *peak oil* a nivel mundial.

En mi opinión, discutir el tema es redundante. Las circunstancias de oferta y demanda que vivimos son tales, que ya nos encontramos en plena crisis, sin soluciones a la vista, salvo un sistemático y continuo avance en los precios.

Los productores

Se puede agrupar a los productores mundiales en tres grandes grupos: i) Organización de Países Exportadores de Petróleo, OPEP, ii) Ex Unión Soviética, iii) Resto del mundo. La siguiente tabla muestra los niveles de producción de cada uno de ellos desde el año 2000 hasta la fecha, teniendo como referencia el precio internacional del WTI (West Texas Intermediate). (Ver el cuadro al pie de página).

Lo que llamamos Resto del mundo comprende una cantidad llamativa de países, algunos petroleros por excelencia, donde operan la mayoría de las petroleras internacionales. Se pueden mencionar, entre muchos otros, Estados Unidos, China, México, Canadá, Brasil, India, Inglaterra, Noruega, Malasia, Argentina. Entre todos alcanzan el 42% de la producción mundial.

En los últimos años se ha verificado un importante crecimiento de los precios del petróleo, partiendo de un promedio de 20 U$S/bbl en la década del '90 para llegar a los 66 U$S/bbl de 2006 y los más de 70 U$S/bbl actuales. Sin embargo, el conjunto de países mencionados como Resto del mundo ha sido incapaz de incrementar su producción (sólo ha logrado compensar la natural declinación de los yacimientos). Estamos hablando de más de 40 países donde se verifican las políticas de mayor apertura y de mayor inversión. Estamos hablando de los países donde operan las mayores petroleras mundiales, todas ellas ávidas de nuevas áreas y de oportunidades de inversión.

La inversión en estos países creció espectacularmente desde un nivel de 100.000 MMU$S en 2004 a 162.000 MMU$S en 2006, respondiendo a la obvia señal de precios ya comentada. En China, por ejemplo, aumentó de 12.600 MMU$S en 2004 a 21.500 MMU$S en 2006. La producción, sin embargo, no se incrementó. Por cada dólar invertido se obtiene cada año menos producción. El petróleo bueno y barato se acabó tiempo atrás. Cantarell en México declina, Mar del Norte declina, Prudhoe Bay en Alaska declina, sólo por mencionar algunos de los gigantes.

En este grupo ciertamente hemos llegado al *plateau* e, incluso, al *peak oil.* Este conglomerado es incapaz de aportar a un crecimiento futuro de la demanda.

La ex Unión Soviética, con 12,1 MMbbl/día, representa el 15% del aporte mundial. Así como resulta relativamente sencillo hacer un análisis del grupo anterior, es complicado penetrar en esta realidad. Se trata de un grupo de países ricos en hidrocarburos, en el que se anotan Rusia (hoy en día el mayor productor mundial),

	90's	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Ago-07
WTI [U$S/bbl]	19,7	30,4	25,9	26,2	31,1	41,5	56,6	66,0	72,4
[MMbbl/d]									% 2006
OPEP		31,6	30,9	29,5	31,5	33,8	35,5	35,7	43%
Ex-Unión Soviética		7,9	8,6	9,4	10,3	11,2	11,6	12,1	15%
Resto del mundo		35,7	35,6	36,0	36,0	36,1	35,4	35,2	42%
Producción Total		**75,2**	**75,1**	**74,9**	**77,8**	**81,1**	**82,5**	**83,0**	**100%**

Fuente: Oil Market Report-IEA / Platts

Kazakhstan y Turkmenistan. A pesar de sus muy favorables condiciones naturales, los países de la Ex Unión Soviética muestran una curva insólita de producción derivada de factores políticos que afectaron implacablemente sus decisiones de inversión en las últimas décadas. La región ya había llegado a un máximo de 12,5 MMbbl/d en 1987/1988, luego descendió paulatinamente a 7,1 MMbbls/d en 1995/1996 y, a partir de entonces, volvió a crecer hasta alcanzar nuevamente en 2006 los 12,1 MMbbl/d.

Sin embargo, Rusia está mostrando señales de flaqueza en su crecimiento y sólo los aportes crecientes de Kazakhstan (pasó de 0,8 MMbbl/d a 1,3 MMbbl/d en los últimos 4 años) permiten avizorar un moderado crecimiento de este segmento en el futuro. Ningún analista considera hoy que este grupo pueda representar la *solución* del problema. Más bien, miran con recelo las últimas políticas y decisiones en materia de hidrocarburos, que no representan el marco más propicio para la inversión.

Llegamos, por fin, a la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP); 35,7 MMbbl/d, el 43% de la producción mundial.

Está conformada por 12 países, la mayor parte situados en el Medio Oriente.

Algunos de ellos se muestran a continuación:

[MM bbl/d]	**2006**
Arabia Saudita	9,0
Irán	3,9
UAE	2,6
Venezuela	2,6
Irak	1,9
Resto OPEP	15,7
Total OPEP	**35,7**
	43% Mundial
Fuente: Oil Market Report-IEA	

Históricamente la OPEP resultó ser el *swing producer* de la cadena petrolera. De hecho, desde su conformación en 1960, las políticas de este conjunto de productores han dictado los tiempos de apogeo de esta industria, pero también sus mayores crisis. Cabe recordar el shock provocado por el Ayatollah Khomeini en 1979, triplicando los precios desde 12 a 36 U$S/bbl, para luego incurrir en los excesos de producción respecto a *las cuotas* establecidas que determinaron la abrupta caída de precios en 1986 y, también, a fines de 1998.

Todo ello parece hoy parte del pasado. En los últimos cinco años no fue necesaria *la mano dura* de la OPEP para más que triplicar los precios del barril. En la realidad, poco pudo hacer la Organización para *regular* los mercados en momentos difíciles (como el huracán Katrina en el Golfo de México). Para algunos analistas (los *world oil peakers*) se terminó la época del petróleo fácil, incluso para la OPEP. Llegó la hora a partir de la cual el crecimiento de la producción sólo vendrá aparejado de importantes inversiones adicionales con resultados de dudosa predictibilidad. Para otros, aquellos que sostienen que son países inundados de petróleo, las razones de la imposibilidad de la actual OPEP para abastecer mejor al mercado son de índole exclusivamente política.

Una rápida mirada a los principales países de este grupo permite encontrar un poco de verdad para cada teoría. La realidad incontrastable es que la Organización ha perdido la anhelada *spare capacity* necesaria para mantener el equilibrio en un mercado tan ajustado sin las enormes oscilaciones que cualquier hecho político y/o fenómeno natural provocan en sus precios de referencia. Ahora bien, ¿cuál es el *escenario deseado* para los países miembro de la OPEP? Posiblemente, en virtud de todo lo arriba señalado, el escenario sea el del precio más alto posible, compatible con un razonable crecimiento de la economía mundial. Esa situación permitiría ir monitoreando las inversiones de tal forma de lograr la mejor situación de mediano y largo plazo para las economías de sus países.

Las reservas mundiales

El cuadro siguiente debe leerse a los fines puramente ilustrativos:

2006	Reservas	Producción	R/P
	[MMM bbl]	[MM bbl/d]	[años]
OPEP	915	35,7	70
Ex Unión Soviética	128	12,1	29
Resto del mundo	165	35,2	13
Total	1.208	83,0	40

Fuente: BP Statistical Review of World 2007 - Oil Market Report-IEA

La relatividad de estos datos obedece a dos razones fundamentales. La primera es el carácter poco confiable de las cifras presentadas, muchas veces informadas por los propios países de la OPEP para obtener mejores cuotas dentro del cartel. La restante, y principal, estriba en la posibilidad real que tiene cada grupo o país de acceder en tiempo y en forma a los valores exactos de sus respectivas reservas. Al respecto puede decirse que *la única verdad es la producción.*

En un análisis de corto o mediano plazo es incorrecto tomar este volumen de reservas como un factor determinante para atender la creciente demanda. También resulta desaconsejable instalarse cómodamente en la columna de *años de reservas* y concluir que *estamos tranquilos.* Lo verdaderamente importante es quién las tiene, si verdaderamente las tiene y qué posibilidades de producirlas en el corto plazo le adjudicamos. Tanto desde el punto de vista geológico como desde el punto de vista político.

Athabasca Oil Sands y la Faja del Orinoco

Analicemos estos dos casos significativos en términos de reservas. Ambos pertenecen a la categoría de crudos extra pesados bituminosos (Grado API 8 a 12), que no fluyen en condiciones normales de presión y temperatura. Las reservas son enormes, semejantes cada una de ellas a las de Arabia Saudita (260.000 Millones de barriles). Sin embargo, las producciones actuales son 1,2 MMbbl/d en Canadá y 0,6 MMbbl/d en Venezuela (sumados ambos, apenas el 2% de la producción mundial).

¿Por qué tan bajo el volumen de producción con tantas reservas? ¿Por qué si con los precios actuales existen importantes niveles de rentabilidad? Veamos.

Existen dos métodos de producción de estos bitúmenes, que en general se encuentran próximos a la superficie o a menores profundidades que el resto de los crudos más livianos. El primero se conoce como *Mining* y, en resumidas palabras, su proceso implica: deforestación, eliminación de tierra no bituminosa, minería con palas mecánicas, transporte hasta molino (3 toneladas de mineral por barril a producir), trituración y enlodamiento, *refinación primaria* para obtener el bitumen, transporte de los restos al lugar de origen para dejar todo como estaba, transporte del bitumen mezclado con un solvente hasta una refinería ad hoc que transforma el bitumen en petróleo sintético, el cual recién puede venderse a refinerías normales alrededor del mundo.

El segundo, *Steam injection,* consiste en perforar un pozo dual con dos ramas horizontales, conseguir agua, luego gas natural, producir vapor, inyectar vapor al pozo por uno de los conductos horizontales, producir el bitumen caliente por el otro conducto y repetir la operación de doble refinación igual que en el *Mining.*

Los dos están en las antípodas del método tradicional, que consiste en perforar en una semana un pozo que produce por la tubería 100/200 bbl/d de petróleo comercializable. Así de sencillo. Recordemos que en los Oil Sands por cada barril necesito llevar 3 toneladas hacia el molino.

Las inversiones necesarias para un proyecto en Canadá son cuantiosas, 11.000 MMU$S para 100.000 bbl/d y los tiempos a puesta en marcha también. No es posible extenderse aquí, ni es el propósito de este ensayo, pero las dificultades inherentes a ambos tipos de producción de bitumen son mayúsculas.

Gas to Liquids (GTL) y Coal to Liquids (CTL)

Estos procesos, especialmente el denominado *coal to liquids,* fueron utilizados por países con dificultad de acceso a las fuentes habituales de petróleo crudo. Alemania durante la Segunda Guerra y Sudáfrica durante el Apartheid (Invención de Franz Fischer y Hans Tropsch en 1930).

Con los precios de la década del 90, 20 U$S/bbl, el petróleo resultaba una alternativa económicamente muy superior a estos procesos. En cambio, a los precios actuales del crudo comienzan a revivir propuestas y proyectos basados en países con importante reservas de carbón (China) o de gas natural (Qatar).

Sin embargo, el problema principal, al igual que en las Oil Sands y la Faja del Orinoco, es la magnitud de la inversión inicial. Nuevamente para producir 100.000 bbl/d, se requiere una inversión entre 8.000 y 10.000 MMU$S, según los países. Decisión de relevancia, inclusive para las *majors petroleras.* No resulta extraño, en consecuencia, que a la fecha la suma de toda la producción de CTL y GTL no alcanza al 1% de la producción mundial de crudo.

La demanda

"The problem with oil is that demand is too young and supply is too old", Mathew Simmons, experto en Oil Peak.

En 1979 la OPEP triplicó los precios del petróleo llegando a cotizar a 36 U$S/bbl vs. los 12 U$S/bbl de los años anteriores. El mundo reaccionó y la demanda no sólo no creció sino que disminuyó 10% en tres años. Estados Unidos, Europa y Japón disminuyeron su consumo, gracias a medidas de ahorro y eficiencia, orientadas principalmente a la mejora de la relación kilometraje/litro en el transporte en general y al reemplazo del petróleo en calefacción y generación de electricidad.

Desde 1999 hasta 2006 también se han más que triplicado los precios del petróleo.

	90s	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
WTI [U$S/bbl]	19,7	30,4	25,9	26,2	31,1	41,5	56,6	66,0
Demanda Mundial [MMbbl/d]		75,2	75,1	74,9	77,8	81,1	82,5	83,0

Fuente: Platts - BP Statistical Review of World 2007 - Oil Market Report IEA

¿Por qué entonces ahora la demanda no se detiene? ¿Por qué no se verifica la famosa *elasticidad* precio de la demanda? Poco se ha estudiado este tema, pero la conclusión *ex post* que mejor explica el fenómeno es que hoy los países son mucho más ricos y que la incidencia del combustible en el Producto Bruto y en la canasta familiar es mucho menor y más tolerable al aumento de precios.

Veamos esta tabla con precios de venta al público para Agosto 2007.

[U$S/litro]	Nafta	Gasoil
EE.UU.	0,88	0,73
Alemania	1,80	1,50
China	0,66	0,65
Brasil	1,30	0,90
Argentina	0,70	0,48

Fuente: EIA-DOE, ANP, Secretaría de Energía Argentina y relevamiento propio.

Algunos precios tienen mayor contenido de impuestos, otros están subsidiados, pero en todos los casos reflejan el precio del litro al consumidor final. El precio en Estados Unidos se duplicó en un par de años, llegando a los 0,88 U$S/litro actuales. Los automovilistas por ahora no se enteraron. Cada año se consume más gasolina. La diferencia por auto que recorre un promedio de 20.000 Km/año con un rendimiento promedio de 9 Km/litro representa un gasto adicional de 80 U$S/mes. No demasiado para un país con un PBI de 44.000 U$S anuales per cápita.

Los alemanes pagan el combustible más del doble que los estadounidenses y siguen consumiendo como si nada. Brasil, con un producto per cápita 8 veces inferior al de Estados Unidos sigue aumentando su consumo con un precio 50% superior al americano.

¿China? Veamos, primero, su tabla de petróleo crudo, fiel reflejo del consumo de sus derivados.

[MMbbl/d]	1980	1990	1995	2000	2005	2006
Producción	2,1	2,8	3,0	3,2	3,6	3,7
Demanda	1,7	2,3	3,4	4,8	7,0	7,4

Fuente: BP Statistical Review of World 2007 - Oil Market Report-IEA

China ha sido el país de mayor crecimiento en su demanda. En la década del ‘80 era exportador neto de petróleo, abasteciendo a Japón, Corea y resto de los tigres asiáticos. En 1995 se transformó en importador para llegar a ser hoy el segundo consumidor a nivel mundial, sólo superado por Estados Unidos.

Una anécdota lo explica sin complejidad. En 1982, en la Plaza Tiananmen de Beijing, frente a la Ciudad Prohibida, tuve ocasión de ver un automóvil Buick del año ‘51 y una larga cola de familias chinas esperando sacarse una fotografía como parte del programa dominical. No era común ver autos circulando en esa época, sólo bicicletas y motos. Veinticinco años después China tiene una red vial de tamaño similar a la de Estados Unidos, y la van a usar.

El mundo enfrenta un escenario con precios del petróleo cada vez más elevados. Por el lado de la oferta es vano discutir si enfrentamos o no un *peak oil* mundial. Lo cierto es que estamos en manos de la OPEP y que ésta, contrariamente a lo que ocurrió en el pasado, no está en condiciones de asegurarnos un futuro de abastecimiento pleno. Por el lado de la demanda, la evidencia es que sigue creciendo *regardless of the price.*

La pregunta final que nos formulamos es efectivamente a qué precio del petróleo el mundo cambiará sus hábitos. A 100, 150 ó 200 U$S/bbl. ¿Será, en definitiva una transición ordenada o será consecuencia de una severa recesión?



3. El gas natural



El gas natural es una de las fuentes energéticas más importantes en la vida del hombre. Es el menos contaminante de los combustibles fósiles, con una emisión de CO_2 menor a la mitad de la del carbón y el petróleo. Tiene múltiples usos, tanto residenciales como industriales, además de aplicar a la generación de energía eléctrica, el reemplazo de la nafta en los automóviles y la utilización en petroquímica. Su costo por unidad calórica siempre ha sido más ventajoso que el del petróleo equivalente.

¿Por qué si es tan maravilloso y barato todavía hoy ocupa sólo un 23% de la matriz energética mundial frente al 36% del petróleo y 28% del carbón? Existen tres razones fundamentales:

> La dificultad de transportarlo y almacenarlo.
> La demanda de importantes obras de infraestructura para su utilización en la red domiciliaria.
> La limitación logística en el uso como reemplazo de la nafta en el rubro automotor.

De hecho, durante muchos años y antes de la toma de conciencia del calentamiento global, el gas natural se quemaba en yacimientos alejados para poder producir sólo el petróleo, el cual podía ser fácilmente transportado y almacenado para su uso en cualquier lugar del planeta.

La producción mundial

El mundo produce 101 TCF (trillion cubic feet) de gas natural por año. La tabla siguiente muestra la producción por país y las reservas correspondientes, sólo se colocan los países más relevantes en producción y reservas:

2006 [TCF]	Producción	Reservas	R/P años
Rusia	21,6	1.683	78
EE.UU.	18,5	209	11
Irán	3,7	993	268
Qatar	1,7	896	512
Resto	55,7	2.627	47
Total	101,2	6.408	63

Fuente: BP Statistical Review of World 2007

En la vereda de enfrente, el consumo se reparte de la siguiente manera:

2006 [TCF]	Consumo
OECD Norteamérica	27,2
OECD Europa	17,6
OECD Pacífico	5,3
Ex Unión Soviética	21,9
Sudeste Asiático	10,2
Resto	18,5
Total	100,7
Fuente: BP Statistical Review of World 2007	

La producción de gas natural viene creciendo en los últimos cinco años:

[TCF]	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Rusia	19,2	19,6	20,4	20,8	21,1	21,6
EE.UU.	19,6	18,9	19,1	18,5	18,1	18,5
Irán	2,3	2,6	2,9	3,2	3,6	3,7
Qatar	1,0	1,0	1,1	1,4	1,6	1,7
Resto	45,6	47,0	48,8	51,3	53,8	55,7
Producción Total	**87,7**	**89,1**	**92,3**	**95,2**	**98,2**	**101,2**
Crecimiento anual promedio 2001-2006						3%
Fuente: BP Statistical Review of World 2007						

Semejante crecimiento ha sido necesario para acompañar la demanda y, todo indica, que se va a requerir por lo menos semejante esfuerzo como mínimo para asegurar el futuro. Pero no es simplemente cuestión de voluntades.

Existen dos formas de transportar el gas, vía gasoducto o LNG (Liquefied Natural Gas). El perfil actual es el siguiente:

Consumo 2006	TCF	%
Consumo propio (vía gasoducto)	74,2	74
Exportaciones vía gasoducto	19,0	19
Exportaciones vía LNG	7,5	7
Total	**100,7**	**100**
Fuente: BP Statistical Review of World 2007		

¿Qué es el LNG?

Se trata, lisa y llanamente, de gas natural (metano) en estado líquido. Para lograrlo se lo debe enfriar a 160°C bajo cero, proceso que se denomina licuefacción. Una vez en estado líquido es posible transportarlo en buques especiales con doble casco, denominados metaneros con una capacidad habitual de 145.000 m^3 (aprox. 63.000 ton). Llegada la carga a destino se requiere de tanques de almacenaje y una planta regasificadora que facilita el proceso inverso y lo deja en condiciones de ingresar a la red de gasoductos.

Las inversiones y costos necesarios para una planta típica de 4 MMton/año, 0,2 TCF/año ó 17 MMm^3/d son las siguientes a 2006 (su valor se duplicó en los últimos tres años).

	MMU$S	U$S/MMbtu
Licuefacción	2.200	2,2
Transporte* (Barcos)	600/1.000	0,8 - 1,1
Regasificación	800	0,7
Total	**3.600 - 4.000**	**3,7 - 4,0**
* Depende de la distancia		

Fuente: Elaboración Propia

- Los valores en U$S/MMbtu son aquellos necesarios para remunerar adecuadamente la inversión de la línea correspondiente.
- Para conocer cuál va a ser mi costo en destino debo adicionar a estos valores el precio que se consiga para el gas en origen, el precio FOB. Si el precio en origen del gas natural fuese 4 U$S/MMbtu implicaría un valor en destino entregado de aproximadamente 8,0 U$S/MMbtu.

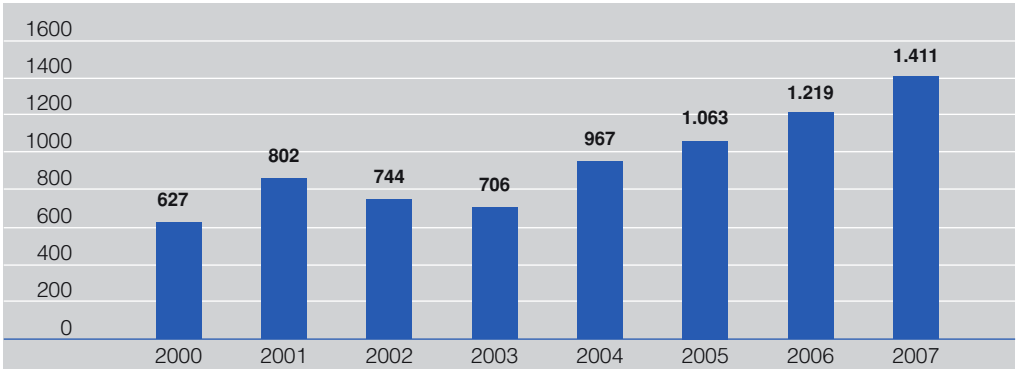
Gasoducto versus Barco-LNG

En términos generales, incluso a riesgo de caer en un cálculo simplista, un gasoducto es más rentable que una operación de LNG cuando la distancia a recorrer es menor a 3.000/3.500 Km. Obviamente existen casos donde no hay elección y se debe optar por la única alternativa posible, ya sea gasoductos tierra a tierra o LNG en uniones transoceánicas. Por ende, los mercados domésticos se desarrollaron 100% en base a gasoductos y la exportación a hoy, como se desprende del cuadro anterior, se efectúa en un mix de 75% gasoductos (Rusia-Alemania-Canadá-EE.UU.) y 25% LNG (Indonesia-Japón). El presente y, más aún, el futuro se abren a novedades.

El caso América del Norte

Como se ha visto, se trata del mayor consumidor a nivel mundial con 27,2 TCF, los cuales han sido abastecidos hasta ahora con producción doméstica e intercambio entre los tres países: Estados Unidos, Canadá y México. Pero la producción doméstica en Estados Unidos está languideciendo y Canadá no está ya en condiciones de afrontar mayor demanda por parte de su vecino. Inclusive tiene problemas en sus yacimientos de Alberta para concretar las cuantiosas inversiones necesarias para producir más y necesita su capacidad instalada, en mucha mayor escala que en el pasado, para desarrollar su producción de petróleo pesado (procedente de las Oil Sands).

Equipos de perforación para gas en actividad EE.UU.



Fuente: Baker & Hughes

Frente a este panorama, los precios estadounidenses se dispararon de un promedio de 2 U$S/MMbtu en la década del ‘90 a los actuales 7 U$S/MMbtu, con picos invernales de hasta 10/12 U$S/MMbtu. También, hay que decirlo, crecieron las inversiones en búsqueda de nuevos yacimientos y se multiplicaron los equipos de perforación activos, pasando de 600 a 1.400 en sólo siete años.

Semejante esfuerzo está condenado de antemano. La productividad por pozo en las novedosas *Coal bed methane* o en las famosas *Tight sands* es baja (4.000 m^3/d) en comparación con producciones promedio de al menos 50.000 m^3/d a las que nos habían acostumbrado los yacimientos *normales* en todo el mundo. Para peor, Estados Unidos ha confiado en los últimos años en las turbinas a gas de ciclo combinado como solución a todo su crecimiento de generación eléctrica, enfrentando ahora un escenario desventajoso por el valor superior del gas frente al carbón y su persistente escasez.

Para mantener en su nivel actual el alto consumo de los norteamericanos, la única solución a la vista es apelar al LNG. Sin embargo, aflora la “Not In My Backyard Policy” (NIMBY). Ninguno de los Estados de la Unión está, hoy por hoy, deseoso por instalar las plantas de regasificación necesarias. No casualmente las primeras se están colocando en México (Altamira, sobre el Atlántico, y Costa Azul, en el Pacífico).

Sudeste Asiático, China e India

El pronóstico de lo que puede ocurrir con el mayor consumidor mundial a la fecha no debería distraernos de analizar el devenir de quienes, a razón de sus demandas energéticas cuantiosas y crecientes, se convertirán en breve en los nuevos focos mundiales de demanda gasífera. Hablamos, claro está, de China e India. Llegar vía



gasoductos a estos destinos es posible desde Rusia, Qatar e Irán por ejemplo, pero las enormes distancias y las dificultades geopolíticas vuelven a la empresa como de muy dudosa concreción en el corto/mediano plazo (algo parecido a lo que sucede con el hipotético gasoducto Venezuela - Buenos Aires). La alternativa sería el LNG, pero ¿es posible?

El futuro

El LNG está de moda. Pero tan de moda está que se han verificado ya innumerables cuellos de botella en los distintos componentes de su cadena de valor. Ya se verifican problemas con la ingeniería especializada, la mano de obra calificada, la entrega de los equipos y la obtención de permisos, lo cual ha provocado los incrementos de costos ya mencionados, además de atrasos considerables en la puesta en marcha de los distintos proyectos.

Basta citar un ejemplo reciente para entender el cuello de botella ya existente en LNG. Hace un par de meses, la CFE de México llamó a licitación abierta para recibir LNG en el Pacífico a partir de 2011 y por 20 años. Sólo recibió una propuesta, con gas de Camisea. El resto de las *majors* le contestaron que sólo podían cotizar con entrega a partir del 2014.

Recordemos que, según nuestro planteo original, al gas le pedimos que incremente, como lo viene haciendo, un 3% anual su producción para cumplir como mínimo con su *fair share* de la necesidad energética mundial. Esto es aumentar en 3 TCF/año. Hasta ahora el LNG viene creciendo a razón de 0,5/0,7 TCF/año, según esta tabla:

[TCF]	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Exportaciones vía LNG	5,0	5,3	6,0	6,3	6,7	7,5

Fuente: BP Statistical Review of World

Por las características de la nueva geografía de oferta y demanda explicada, semejante crecimiento no será suficiente. Habría que crecer en LNG 1,5 TCF/año (el 50% de los 3 TCF comentados) lo que implica un salto de 20% anual en lugar de 7% registrado hasta la fecha. Según nuestros cálculos, ello requeriría inversiones anuales del orden de los 30.000 MMU$S/año sólo en la cadena de licuefacción, transporte y regasificación, sin incluir inversiones *upstream* para producir el gas en origen.

Se pone así de manifiesto la dificultad de contar con el gas como nuestro salvador en la cuestión energética mundial de mediano plazo. Todo ello sin olvidar un dato. Poco a poco se va conformando un grupo de países con importantes reservas gasíferas que mantienen reuniones periódicas con el fin de analizar los *movimientos del mercado.* De allí a tener otra OPEP, esta vez nucleada alrededor del gas natural, hay sólo un paso.

A estos productores les gustaría ser *price setters,* ubicando el gas en destino al costo de oportunidad del combustible alternativo, sea éste fuel oil o gas oil.

4. El carbón



"Coal is the best of fuels, coal is the worst of fuels" Kenneth Deffeyes, autor del libro *Beyond Oil*.

En la segunda mitad del Siglo XIX, el carbón se consolidó como el principal impulsor de la Revolución Industrial, desplazando a la leña. Con el advenimiento del petróleo, pocos apostaron a la continuidad del *good old coal,* siendo que aquél resulta más fácil de refinar y transportar. Sin embargo, ha sobrevivido. Hoy ocupa todavía el segundo lugar en la matriz energética mundial con 28% de participación, a buena distancia del gas natural que viene tercero.

Si en lugar del total de la energía mundial, se toma sólo la electricidad el resultado es llamativo. Con el 40% del total, el carbón pasa a ocupar el primer lugar. Resulta aún más significativa su participación si se observa la matriz eléctrica de Estados Unidos (50%) y ni qué hablar de China (78%).

> Sólo un 16% de la producción mundial se comercializa internacionalmente. Los principales exportadores son Australia, Sudáfrica y Rusia

2006	**Producción**	**Reservas**	**R/P [años]**
	[MMtn]	[MMtn]	
China	2.380	114.500	48
EE.UU.	1.054	246.643	234
India	447	92.445	207
Australia	374	78.500	210
Rusia	309	157.010	508
Sudáfrica	257	48.750	190
Resto	1.374	171.216	125
Total	**6.195**	**909.064**	**147**

Fuente: BP Statistical Review of World 2007

2006	**Consumo]**
	[MMtn]
China	2.396
EE.UU.	1.141
India	478
Japón	240
Rusia	226
Sudáfrica	189
Polonia	117
Resto	1.429
Total	**6.216**

Fuente: BP Statistical Rewiew of World 2007 y cálculos propios.

La generación eléctrica

"Dadme algo que gire y os daré electricidad". El concepto de la turbina de vapor para hacer girar al generador es la forma más conocida y utilizada para generar electricidad a nivel mundial. Se quema el carbón para transformar el agua en vapor y éste, al expandirse, hace girar una turbina que a su vez hace girar el generador, el cual nos entrega la electricidad. También podemos obtener vapor y obtener el mismo resultado, quemando fuel oil, gas oil, gas natural o utilizando un reactor nuclear.

A pesar de considerables aumentos en los últimos cinco años, el carbón sigue siendo hoy el combustible más barato por caloría producida (salvando el caso del uranio para energía nuclear, que se trata por separado). La tabla siguiente los compara:

	U$S/MMbtu
Carbón	2,9
Gas Natural	8,0
Fuel Oil	8,3
Gas Oil	16,1

Fuente: Elaboración propia

La turbina de vapor a carbón es la más difundida a nivel mundial. La inversión necesaria para instalar hoy una usina generadora a carbón de este tipo ronda los 1.900 U$S/KW frente a los 700 U$S/KW de una central a gas natural de ciclo combinado. Ambas representan más del 80% de las inversiones realizadas para nueva generación de electricidad en el contexto mundial.



La inversión en U$S/KW de las usinas a carbón ha venido creciendo considerablemente, debido a las mayores exigencias gubernamentales en términos de eficiencia y control ambiental. El costo de generar electricidad en U$S/MWh para cada una de las fuentes se muestra nuevamente en la siguiente tabla.

Con carbón a 70 U$S/tn puesto en destino, valor representativo a nivel mundial y gas natural a 7, 8 y 9 U$S/MMbtu, dependiendo de los países.

Costos Generación [U$S/MWh]		
Precio del Gas	CC Gas	TV Carbón
[U$S/MMbtu]	Inv: 700 U$S/KW	Inv: 1900 U$S/KW
		70 U$S/tn
7	65	69
8	72	69
9	79	69
Fuente: Elaboración propia		

- La tabla no incorpora ningún castigo y/o premio por mayor o menor emisión de CO_2.

Las decisiones de las *electric utilities* no son fáciles hoy, por ejemplo, en Estados Unidos. Si uno se inclina por carbón, tiene mayor inversión inicial y mayor *lead time,* además de estar sometido a nuevas y desconocidas reglas ambientales en el futuro. Si uno elige gas natural, achica la inversión inicial obteniendo más rápida puesta en marcha y menor problema ambiental, pero alta incertidumbre respecto al precio del gas natural en América del Norte. En diciembre de 2005 tocó 15 U$S/MMbtu.

El efecto invernadero y el cambio climático

Como se ha explicado en el capítulo inicial, las emisiones de CO_2 son las mayores responsables del fenómeno efecto invernadero en nuestra atmósfera y la consecuencia directa del mayor calentamiento global.

Recordemos aquí las emisiones de CO_2 en tn/MWh producido:

Fuente	**CO_2 tn/MWh**
Carbón	0,894
Petróleo	0,659
Gas Natural	0,432
Nuclear	0
Eólica	0
Hidro	0
Fuente: EIA-DOE	

El combustible más utilizado en el mundo para generación eléctrica es, también, el mayor emisor por MWh. Adoptando el Protocolo de Kyoto, muchos países se han obligado a reducir las emisiones. Han asumido el compromiso de llegar a 2012 con un 5% de menores emisiones que las de 1990. En Europa se han establecido sistemas de precios y castigos a través de los *mecanismos para un desarrollo limpio* (MDL) y los *carbon credits* que deberían orientar al mercado hacia opciones más limpias.

El sistema pretende *castigar* las tecnologías emisoras y *subsidiar* o *premiar* las tecnologías limpias. Sin embargo, aún no cuenta con aceptación mundial y los países deberán seguir sus discusiones en el marco del Protocolo de Kyoto para que el sistema europeo sea extensible al resto. China estrena una usina eléctrica a carbón cada siete días. ¡Sí, cada siete días!

El ciclo combinado con carbón gasificado (IGCC, Integrated Coal Gasification-Combined Cycle)

Una usina de este tipo transforma el carbón en gas sintético y luego quema éste en una turbina a gas, generando entonces electricidad. También aprovecha los gases de escape calientes para producir vapor y utilizarlo en una turbina a vapor que produce electricidad adicional (un 50% más aproximadamente).

Este moderno desarrollo tiene mayor eficiencia en KWh producido por caloría de carbón utilizado que la usina tradicional que usa sólo una turbina de vapor. Pero su inversión inicial es sustancialmente superior:

	IGCC	Carbón
Inversión [U$S/KW]	2.700	1.900
Costo de Generar [U$S/MWh]	84	69
Emisiones [CO_2 tn/MWh]	0,350	0,894
Fuente: Elaboración propia - EIA-DOE		

- El costo final de generación es superior a los 69 U$S/MWh de la usina de carbón tradicional.

En el futuro, esta nueva tecnología permitirá facilitar la captura y posterior almacenaje del CO_2 mucho más fácilmente que el método tradicional, ya que será posible hacerlo a nivel del gas sintético. Sin embargo, los costos asociados para eliminar la totalidad del CO_2 agregarían hoy 25/30 U$S/MWh adicionales a los 84 U$S/MWh, transformándola claramente en no competitiva frente a otras fuentes, salvo que los premios y castigos comiencen a funcionar de manera efectiva.

A modo de conclusión, digamos que el carbón es abundante y razonablemente barato. Además coexisten diversas tecnologías comprobadamente eficientes para convertirlo en motor de la energía eléctrica. Puede crecer al 3% anual *demandado,* y más también. ¿El Siglo XXI le dará la preponderancia que tuvo durante el Siglo XIX?

El dilema vendrá por el lado de la polución. La potencial incidencia del carbón en el cambio climático lo vuelve de dudosa aplicación como alternativa para la satisfacción de la demanda eléctrica. En el mejor de los casos, sí lo será aunque a precios mucho más altos cuando sean obligatorias las nuevas tecnologías de generación y de captura de CO_2. Lejos estamos de ello. *"Coal is the best of fuels, coal is the worst of fuels".*

5. La energía nuclear

Para generar electricidad se necesita calor, porque con el calor tenemos vapor y con el vapor, a través de una turbina que gira y de un generador asociado, producimos electricidad. En términos sencillos, la energía nuclear nos da el calor necesario para calentar el agua y obtener el vapor. El combustible que utiliza un reactor nuclear es el uranio, que se encuentra en la naturaleza y tiene dos componentes: 99,3% de U238 y 0,70% de U235. Aunque con menos del 1% de presencia en el mineral, el U235 es el único importante por ser *fisionable.* Con el bombardeo de neutrones dentro de un reactor nuclear se produce su *fisión:* el núcleo se separa en dos átomos más livianos emitiendo, a su vez, otros neutrones que permiten generar la cadena de fisión en otros átomos de U235, y así sucesivamente.

Al fisionarse, el U235 entrega una enorme cantidad de energía en forma de calor, que es lo que aprovechamos para luego generar vapor. Dentro del núcleo, la temperatura es de 1.200° C. El bajo porcentaje de U235 no permite una adecuada eficiencia del reactor, por eso se ha recurrido al *enriquecimiento* del uranio. A través de un proceso iterativo de eliminación de U238 de la mezcla (primero debe transformarse todo a estado gaseoso) se llega a concentraciones de 3,5% de U235, el uranio enriquecido. La mayor parte de los reactores nucleares a nivel mundial usa este uranio enriquecido como combustible. Algunas excepciones existen, especialmente en Canadá y también en los dos reactores que poseemos en la Argentina, que utilizan otra tecnología, sin enriquecimiento previo.

Las reservas y la producción

Al igual que ocurre con el carbón, existen importantes reservas de uranio a nivel mundial, razonablemente distribuidas entre distintos países. El costo del combustible enriquecido por MWh de electricidad entregada es muy bajo respecto a otros combustibles como el gas natural o el carbón. Esto es así a pesar de haberse registrado importantes aumentos en el precio del mineral en los últimos tres años a raíz del *renacimiento* verificado en la industria.

Veamos algunos cuadros ilustrativos al respecto:

[TU/año]	Producción 2006	Recursos Recuperables
Canadá	9.862	444.000
Australia	7.593	1.143.000
Kazakhstán	5.279	816.000
Niger	3.434	225.000
Rusia (est)	3.400	172.000
Otros países	10.087	1.943.000
Total Mundial	**39.655**	**4.743.000**
Recursos / Producción [años]		120
Fuente: World Nuclear Association		

La siguiente tabla muestra el precio del uranio antes de ser enriquecido:

[U$S/kg]	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Precio U308	20	22	25	41	64	110	200

Fuente: TradeTech - www.uranium.info

Reactores Nucleares, por país:

	Reactores may-07		Generación 2006
	No.	Potencia MWe	billion kWh
EE.UU.	103	98.254	787,2
Francia	59	63.473	428,7
Japón	55	47.577	291,5
Rusia	31	21.743	144,3
Alemania	17	20.303	158,7
China	11	8.587	51,8
Otros países	161	110.103	795,8
Total Mundial	**437**	**370.040**	**2.658**
Factor de utilización			82%

Fuente: World Nuclear Association

Hoy existen 437 reactores nucleares funcionando en el mundo, con una capacidad total de 370.000 MW de potencia (en promedio, 847 MW por reactor). La generación anual se estima en 2.660 billion KWh (está siendo utilizada a full), aportando el 16% de la electricidad mundial. Ello representa sólo un 6% de la energía primaria del mundo frente al 36% del petróleo, el 28% del carbón y el 23% del gas.

La energía nuclear tuvo su época de esplendor en las décadas del ‘70 y ‘80, pero, a partir de los accidentes de Three Mile Island (1979) y Chernobyl (1986), los opositores a este tipo de centrales impusieron sus razones y el mundo se inclinó por multiplicar los generadores a gas natural y a carbón.

En los últimos cinco años, 23 nuevas plantas con 19.840 MW de potencia fueron puestas en marcha, pero ello sólo representó un crecimiento de la energía entregada del 1% anual, lejos del 3% anual que le *demandamos* en nuestro modelo a cada fuente de energía. Por otra parte, al momento de hacer proyecciones a futuro, se debe tener en cuenta que la vida útil de los reactores es de aproximadamente 35 años. Los neutrones han estado actuando sobre la carcaza de acero y ésta ha llegado a su fin. Se debe entonces reemplazar toda la unidad por un nuevo reactor, sólo aprovechándose el resto de las *facilities.* Significa esto que a los reactores instalados en la década del sesenta y principios de los setenta les ha llegado o les está llegando su hora.

Un simple cálculo nos lleva a concluir que si le demandamos a la energía nuclear su *fair share* de crecer al 3% anual, debiendo compensar además aquellas que deberán desactivarse, hoy deberían inaugurarse cerca de 17 reactores por año, el cuádruple del promedio de los últimos años.

Los desechos

Una vez utilizado el combustible enriquecido el mismo se debe retirar del reactor para ser reemplazado por combustible nuevo. Ello ocurre una vez por año, según una secuencia predeterminada que no viene al caso discutir aquí. Los componentes del combustible *quemado* son:

> 96% U238, con algo de U235 remanente.
> 3% productos *fisionados* (quemados).
> 1% plutonio, se forma al bombardear con neutrones el U238.

Todos ellos distribuidos uniformemente, esto es que no están separados. ¿Qué hacemos con ellos entonces, dado que es un desecho de altísima radioactividad que, en contacto con cualquier materia viviente, produce daños irreversibles?

Es uno de los temas clave y ha provocado la reacción de gran cantidad de grupos ambientalistas que se oponen a este tipo de energía. Hasta hoy se utilizan dos métodos de disposición de los residuos. Siguiendo el primero, común en Estados Unidos, se guarda el desecho tal como está. Queda en las mismas *vainas* que contenían el combustible en el reactor y se depositan estas vainas en piletas llenas de agua (ubicadas en edificios especialmente aislados), para lograr el enfriamiento y calmar la actividad neutrónica. Allí permanecen a la espera de hallar un día la *solución definitiva.*

El segundo método opta por el reprocesamiento. Francia, país nuclear por excelencia, separa los tres desechos mencionados con los siguientes fines:

> el 96% del U238 se puede volver a enriquecer.
> el 1% del plutonio es *fisionable* y se puede volver a usar.
> el 3% de los desechos fisionados son altamente radioactivos y se deben almacenar definitivamente en un lugar especial (se mencionan desiertos, el fondo del mar, etc.).

También lo usan el Reino Unido, Rusia y Japón (envía sus desechos a Francia que los reprocesa y le devuelve gentilmente las partes radioactivas).

El miedo a nuevos accidentes y la bomba atómica

La estadística demuestra que hoy existen más de 400 reactores nucleares, algunos de ellos llevan más de 30 años en funcionamiento y sólo se han registrado a la fecha dos accidentes de relevancia. Pero, desde el punto de vista de la seguridad, cada país y cada individuo tienen sus propios códigos y patrones para medir si una actividad es o no aceptable. Lo que para algunos resulta inaceptable para otros puede ser de óptima aplicación. Recordemos que Francia genera el 78% de su electricidad con reactores nucleares.

Cuando se mencionan materiales radioactivos la primera reacción humana tiende al rechazo absoluto, simplemente por un temor infinito hacia *lo desconocido.* ¿Podrá estar emitiendo radioactividad? ¿Qué daño me causará si hay un escape? ¿Cuáles serán las consecuencias?

Por otra parte, hemos hablado de *enriquecer* el uranio original pasando por etapas sucesivas desde 0,75% de U235 hasta 3,5%. ¿Qué pasa si seguimos el aburrido y largo proceso pasando de 3,5% a 4% y a 5% y así sucesivamente? Cuando llegamos a 90% de U235 tenemos una bomba atómica como la de Hiroshima. Aquel que *sabe* enriquecer hasta 3,5% también *sabe* y puede llegar a 90%, dicen los que se oponen a la proliferación de armas nucleares, aunque se trata de una verdad a medias porque el proceso no es tan sencillo y requiere de costosas inversiones.

Si en lugar de U235, utilizamos directamente plutonio en suficiente concentración, también tenemos una bomba atómica (la utilizada en Nagasaki). En este caso podemos obtener el plutonio del reprocesamiento de los desechos nucleares.

La generación de electricidad

Una planta de 1.000 MW (potencia estándar hoy para energía nuclear) tiene un importante costo inicial de 2.500 MMU$S aproximadamente, dependiendo de diversos factores, especialmente el país donde se construya y el respeto por el presupuesto original. Los tiempos de puesta en marcha varían de país a país, pero se encuentran entre 5 (China) y 8/10 años (resto del mundo).

El factor de utilización es excelente, superior al 80% anual en todos los casos. El combustible es abundante y barato en comparación con otras fuentes. El costo por MWh se ubica hoy entonces en 66 U$S/MWh, el más competitivo respecto a otras formas de generación. Tiene cero emisiones de CO_2, nitrosos o azufre, lo que la hace muy deseable en un mundo cada vez más consciente de los problemas ambientales.

A modo de conclusión se puede decir que, existiendo el *know how* adecuado, recurrir a la energía nuclear es decisión final de los países y las personas. Constituye una clara alternativa para quienes están preocupados por el efecto invernadero. Inclusive, el costo de generar con nuclear se ve fuertemente favorecido cuando se castiga a otras fuentes de energía por emisiones de CO_2. O lo que es equivalente, cuando se decide subsidiar con créditos de carbono a aquellos que no emiten (nuclear, agua, viento). Ahora si la incertidumbre sobre los desechos o la posibilidad de utilización bélica prevalecen, hay que buscar alternativas en otro lado. La pregunta es ¿dónde? En mi opinión, deberíamos estar en condiciones de encontrar las tecnologías y soluciones apropiadas para un fuerte renacimiento de la energía nuclear.

6. Las energías renovables



Los biocombustibles

Biodiesel

Existen dos tipos de biocombustibles básicos, el biodiesel que reemplaza al gasoil y el bioetanol que reemplaza a la nafta. Para entender las posibilidades de aplicación del primero en la redefinición de la matriz energética, debemos comenzar por trazar su proceso de manufactura. Veamos un caso concreto. Por cada tonelada de soja se obtiene 18% de aceite *(commodity)* contra 82% de pellets. Si tomo un litro de ese aceite y le agrego 10% de metanol más 1% de hidróxido de sodio, luego de un proceso de mezcla y decantación obtengo un litro de biodiesel (además de un 10% de glicerina como subproducto). Podría utilizar otras oleaginosas (girasol, colza, palma), el proceso no cambiaría sustancialmente pero el rinde final por hectárea sería distinto en cada caso.

El aceite es el principal costo para producir un litro de biodiesel, en el orden del 85/90%. El resto tiene poca incidencia, compensándose parte del costo del metanol con la venta del subproducto glicerina. Como el aceite de oleaginosas es un *commodity* a nivel mundial, con cotizaciones en distintas plazas, podemos utilizar ese precio para calcular el costo de producción. Un litro de aceite de soja cuesta en Rotterdam aproximadamente entre 0,75 a 0,80 U$S/litro. El costo del biodiesel ex refinería sería de 0,90 U$S/litro, contemplando los costos variables y la amortización de equipos.

Con el petróleo WTI en alrededor de 70 U$S/bbl, un litro de gasoil ex refinería se cotiza a 0.53 U$S/litro (antes de impuestos). La diferencia sale a luz: 0,90 contra 0,53, sin contar que el litro de biodiesel tiene un 10% menos de rendimiento energético que el gasoil de petróleo. Como puede observarse el costo del biodiesel ex refinería es, todavía hoy, muy superior al obtenido del petróleo. Su inserción en el mercado depende, en gran medida, de la política impositiva y/o de subsidios que la acompañe. Un litro de gasoil se vende al consumidor final en Alemania a 1,50 U$S/litro debido al alto contenido impositivo. Obviamente, si no aplicara los mismos impuestos al biodiesel, éste se volvería entonces competitivo.

La unidad típica para biodiesel ha sido hasta ahora de 100.000 tn/año, con una inversión estimada en 20/25 MMU$S. Hoy existen proyectos ya de hasta 400.000 tn/año que mejoran la economía de escala, pero que no modifican las conclusiones vertidas más arriba.

Entre las ventajas del biodiesel hay que apuntar que se trata de una energía renovable cuya implementación podría volver a los países menos dependientes del escaso y caro petróleo, necesario para producir gasoil. Un dato no menos significativo a la hora de pensar en su utilización es que reemplaza directamente al gasoil sin necesidad de modificar el motor que lo aprovecha. También tiene menor emisión de CO2 (del orden del 70% respecto al gasoil petrolero equivalente) y hasta podrían imaginarse ventajas económicas derivadas de la venta de los créditos de carbono. Del lado de las desventajas habría que anotar el ya mencionado menor rendimiento energético por litro (10%) y algunas dificultades para utilizarlo en climas muy fríos.

Principalmente los países europeos pero también algunos más (la Argentina incluida) han establecido ya un porcentaje mínimo de mezcla de biodiesel en motores gasoleros. ¿Semejante determinación nos permite imaginar que estamos ante la solución definitiva a nuestros problemas? ¿Hemos encontrado, acaso, un reemplazante para el petróleo? ¿Y, para mejor, uno renovable? La ilusión choca contra algunos números de la realidad. La producción mundial de oleaginosas alcanza las 390 MMtn/año, la producción de aceites trepa a 120 MMtn/año mientras el consumo de gasoil insume 30 MMbbl/d. Haciendo un poco de matemática y teniendo en cuenta el rinde energético, concluimos que si usáramos TODO el aceite que se produce hoy en el mundo se podría llegar sólo a reemplazar un 7% del gasoil actualmente en uso a nivel mundial.

Si pensamos en cumplir con la legislación del 5%, entonces el incremento en la demanda de aceite, ahora bifurcada entre jugadores alimenticios y energéticos, producirá un aumento de precios importantísimo. El famoso dilema Food vs. Oil está a la vuelta de la esquina. Los gobiernos deberán decidir si la imposición de cuotas mínimas en el uso de biodiesel para el parque automotor es viable sin producir un importante desequilibrio en el resto de los precios.

Bioetanol

Para obtener bioetanol puedo partir del maíz (Estados Unidos) o del azúcar (Brasil). Por cada tonelada fermentada de uno u otra obtendré 380 ó 630 litros de bioetanol, respectivamente. En ambos casos, se debe llegar al alcohol anhidro, lo que hace que el proceso sea más complejo que en el caso del biodiesel. Y, también, más costoso. El etanol obtenido a partir del maíz estadounidense cuesta aproximadamente 0,55 U$S/litro (el 62% es materia prima, el resto químicos, energía y amortización de los equipos). El etanol proveniente de la caña de azúcar brasileña cuesta sólo 0,30 U$S/litro, por la mayor eficiencia en la producción de la caña y, también, por la mejor performance del azúcar en la fermentación y producción. Una planta para producir 100.000 tn de etanol al año rondaría una inversión aproximada de 60 MMU$S.

El costo etanol/maíz ex refinería en USA es entonces de 0,55 U$S/litro y el costo etanol/azúcar ex refinería en Brasil toca 0,30 U$S/litro mientras el costo de un litro de nafta ex refinería alcanza 0,55 U$S/litro (tomando como base WTI = 70 U$S/bbl). Si tenemos en cuenta que el etanol tiene un rendimiento energético de 2/3

respecto a la nafta podemos concluir que no es económicamente rentable el que proviene del maíz y que sólo es ventajoso producirlo a partir de la caña de azúcar y en Brasil (no en cualquier país).

Hay naciones que, apelando a impuestos, subsidios y/o aranceles, apuestan a transformar los *economics* básicos para volver rentable la producción de etanol. Resulta razonable prever que, imponiendo la obligación de mezclar etanol con las naftas se introducirán fuertes distorsiones en el mercado global.

A la hora de enumerar sus ventajas, además de mencionar su condición de renovable y su aporte en la disminución de la dependencia respecto del petróleo, digamos que el bioetanol de caña de azúcar tiene un 80% menos de emisión de CO_2 que la nafta. Una desventaja del bioetanol respecto al biodiesel es que sólo puede mezclarse hasta E10/15 sin modificaciones al vehículo. A partir de ese nivel se deben utilizar los novedosos autos Flex Fuel, que hoy son furor en Brasil y aceptan cualquier mezcla de bioetanol/nafta.

En perspectiva y a manera de conclusión, podemos sostener que el bioetanol vive hoy su propio boom. La tendencia se mantendrá en ascenso en la medida en que cada vez más países decidan promover su producción y consumo. Sin embargo, al igual que el biodiesel, ello implicará mayor presión sobre los productos alimenticios (el ya mencionado escenario de Food vs. Oil). Si utilizáramos TODA la cosecha mundial de maíz y TODA la de azúcar para producir bioetanol, el mundo reemplazaría apenas el 20% de su cuota de naftas, provocando en el camino consecuencias importantísimas sobre los precios de la matriz alimenticia. Por citar sólo un ejemplo, durante 2006, el alza en el precio del maíz provocó en México fuerte malestar ante la correspondiente suba en la tortilla de maíz, elemento esencial para la alimentación de millones de mexicanos.

Existe amplia coincidencia en que la mayor dificultad de crecimiento de los biocombustibles será la batalla Food vs. Oil. El impacto en el precio de los alimentos se podría volver intolerable si se pretende llevar la producción a valores relevantes en términos de la actual matriz dominada por el petróleo. En atención a ello es que se ha comenzado a investigar y producir biocombustibles utilizando toda la planta, no sólo el producto final. Por caso, toda la planta de maíz y no sólo los granos. O, incluso, partir de productos celulósicos que no tengan como destino la alimentación del ser humano. Estos biocombustibles de **segunda generación** recién se encuentran en fase experimental y, si bien existen algunas plantas piloto, se calcula que recién en los próximos 10 años se podrán conocer sus resultados.

La energía eólica

El viento hace girar al molino, que hace girar al generador, que nos da la electricidad. Así de simple, así de limpio. Sólo un punto en contra. *"Wind. You don't always get it where you want it and you don't always get it when you want it"*.

A escala mundial, la potencia eólica instalada es:

[MW]	2006
Alemania	20.622
España	11.615
EE.UU.	11.603
India	6.270
Dinamarca	3.136
Resto	20.987
Total	**74.233**

Fuente: Global Wind Energy Council

En los últimos años, ha crecido a un notable 25% anual. Sin embargo, el factor de utilización anual de un molino es bajo (no siempre hay viento). Se calcula un promedio de utilización del 25%, con un mínimo rentable de 20%. Los mejores lugares, la Patagonia entre ellos, pueden llegar a un 40/45%. El costo de inversión en potencia eólica se ubica hoy en, aproximadamente, 1700/1800 U$S/KW instalado. Teniendo en cuenta el factor de carga promedio, el costo de energía eléctrica resultante sería de 92 U$S/MWh. Caro, pero a partir de un cálculo hecho antes de considerar algún tipo de subsidio por no emisión de CO_2.

Si el mundo decide premiar efectivamente las fuentes no contaminantes (créditos de carbono mediante), los *economics* de la energía eólica pueden mejorar sustancialmente y ubicarse entre los más competitivos. Pero, siempre hay un pero, subyace una dificultad de escala. Con la potencia actualmente instalada (74.000 MW, 1,7% de la matriz mundial) se generan 162 billones de KWh por año (0,8% de la electricidad mundial). Crecimiento notable y futuro promisorio, pero difícil imaginarle un rol relevante. ¿Por qué? Muchos lugares con buen viento son alejados y, por lo general, desconectados de los centros de consumo. Resulta muy onerosa la conexión por redes de transporte eléctrico. Un ejemplo típico es la Patagonia argentina. Muchísimo viento, excelente factor de carga (42%), pero sólo una conexión reciente de 1.000 MW de capacidad. Además, por la incertidumbre de cuando va a estar disponible, el aporte eólico se limita en cualquier red eléctrica a un máximo del 15% de la participación. España y Alemania ya han llegado a ese límite en algunas regiones.

Energía solar

Diariamente nuestro planeta recibe energía del sol en una cantidad equivalente a más de 5.000 veces sus necesidades de energía primaria. La energía solar es sobreabundante y está disponible para todos aunque, por cierto, en diferentes cantidades dependiendo de la latitud, la hora del día y la época del año.

Existen principalmente tres formas de captar la energía solar:

> Sistemas Térmicos Domésticos o Industriales, que incluyen paneles y tubos colectores usados principalmente en sistemas de calefacción o refrigeración de edificios.
> Sistemas de Concentración Solar, que incluyen bandejas parabólicas *(parabolic solar troughs),* torres solares *(solar towers)* y discos parabólicos *(parabolic dishes)* que concentran el calor con el fin de generar electricidad en forma directa o mediante una turbina de vapor.

> Paneles Fotovoltaicos, funcionan generando una corriente eléctrica en forma directa cuando parte de los fotones contenidos en el espectro solar reaccionan químicamente con los materiales componentes de los paneles.

A pesar de que sus costos no son competitivos respecto a otras fuentes, en algunas pocas regiones (en parte debido a incentivos fiscales o regulatorios), la energía solar es hoy día competitiva a nivel del consumidor final donde compite con un precio de electricidad que incluye tanto el costo de generación como el de transporte, la distribución y los impuestos aplicables.

Aún habiendo experimentado un crecimiento fenomenal en los últimos 10 años (del orden del 30% anual), la capacidad de generación solar a nivel mundial no llega a representar el 0,2% del total mundial.

Ventajas:
> Ubicuidad y cero emisiones.
> Disponibilidad en fase con el consumo eléctrico en lugares cálidos (por refrigeración).
> Cero costo de combustible.
> Generación local aporta a disminución de pérdidas en transporte y distribución.

Desventajas:
> Alto costo de instalación y baja eficiencia.
> Dificultades para llevar a escala con tecnología actual (altas inversiones).
> Necesidad de encontrar soluciones de almacenamiento para garantizar suministro.

La energía solar tiene el potencial de *reservas* necesario, pero su éxito depende del desarrollo de nuevas tecnologías de captación y almacenamiento que aporten a la mejora de la eficiencia y la reducción de costos.

7. La situación argentina

Este ensayo se ha referido a la situación de la energía en el mundo. Cada país sufrirá en mayor o menor medida las circunstancias de escasez y altos precios descriptos. La Argentina no escapa, ni escapará, a las *generales de la Ley.* Intentaremos una breve inmersión en la situación de nuestro país, sin pretender abarcar la problemática en su totalidad, lo que sería motivo de una investigación integral ad hoc. Propongo desviarnos de la rutina del resto del ensayo para analizar específicamente los problemas y las soluciones particulares que le corresponden por sus características específicas a la Argentina, amén de los que le derivan de la situación mundial.

Las necesidades y las fuentes

El producto bruto argentino ha crecido a razón de 5% anual en los últimos cinco años (mayor porcentaje si se toman los últimos tres). Ello ha traído aparejado un crecimiento de la demanda energética según se muestra en la curva siguiente, tanto para la energía en general cuanto para la demanda eléctrica, específicamente.

Energía [MMtoe]	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Consumo Energía Primaria	65,4	63,0	68,3	71,4	71,7	77,9
Fuente: Secretaría de Energía Argentina						

Electricidad [GWh]	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Consumo Energía Eléctrica	73.599	72.111	77.767	82.933	87.783	96.814
Fuente: Cammesa						

El perfil de la matriz energética argentina es bastante diferente a la matriz mundial ya presentada.

	Argentina	Mundo
Petróleo	38%	36%
Gas Natural	52%	23%
Carbón	1%	28%
Nuclear	3%	6%
Renovables	5%	7%
Fuente: Secretaría de Energía Argentina - BP Statistical Review of World 2007		

La Argentina eligió el gas como principal fuente energética en detrimento del carbón, el cual sólo participa tangencialmente en nuestra canasta. Esta particularidad nos hace más vulnerables y nos restringe en nuestra posibilidad de elección.

Resulta interesante observar las fuentes de energía utilizadas para la generación de energía eléctrica:

	Argentina	Mundo
Petróleo	10%	10%
Gas Natural	45%	15%
Carbón	1%	40%
Hidro	38%	19%
Nuclear	6%	16%

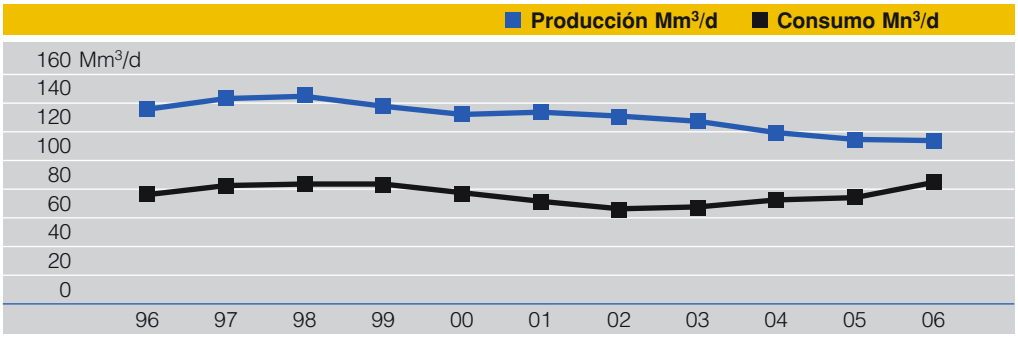
Fuente: Cammesa- EIA-DOE - IEA -World Nuclear Association

También aquí observamos nuestra alta dependencia del gas natural, cuya reciente escasez viene provocando una mayor necesidad de utilizar combustibles líquidos (como fuel oil y gasoil), cuyo precio relativo es varias veces superior.

El petróleo

La producción de petróleo argentino llegó a su pico (quizás el famoso *peak oil* ya descripto) en 1998 y, a partir de entonces, comenzó a declinar. El consumo, por el contrario, volvió a incrementarse a partir de 2002 por mayor demanda de naftas y gasoil derivados del crecimiento y, últimamente, por la demanda con fines de generación eléctrica.

Veamos el gráfico: De continuar la tendencia, nuestro país se convertirá en importador neto a partir del año 2009.



Fuente: Secretaría de Energía, Argentina

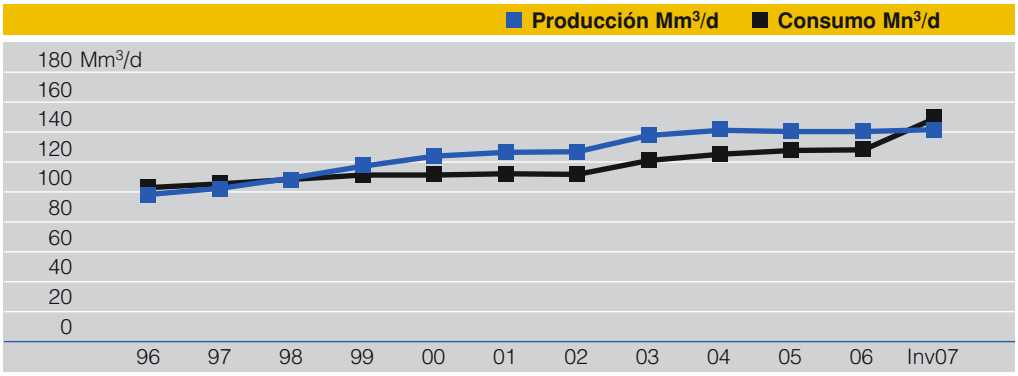
¿Debería asustarnos el hecho de transformarnos en importadores? No, de hecho la mayor parte de los países más desarrollados son fuertes importadores de petróleo. Pero es evidente que debemos enfrentar sin dilación un debate sobre precios relativos. Los precios argentinos de naftas y gasoil se encuentran entre los más baratos del mundo, inclusive en comparación con el resto de los países latinoamericanos. La conclusión viene sola: la Argentina fija para sus combustibles en general un valor doméstico que no responde a la realidad internacional que se vive y, mucho menos, que se vivirá.

Tanto para el petróleo crudo como para el gas natural, la necesidad de importar a precios internacionales nos impondrá un corsé difícil de tolerar. Tarde o temprano, la pregunta será: ¿Quién debe hacerse cargo de los mayores precios? ¿Los consumidores directos de esos combustibles o, como sucede hasta hoy, el Estado y *otros contribuyentes?*

El gas natural

La demanda de gas ha venido acompañando el crecimiento de la economía pero la producción doméstica no ha podido seguir su ritmo, provocando en este último año una suspensión prácticamente total de las exportaciones, además de restricciones a la industria y un paulatino retorno a la condición de país importador.

Veamos las curvas:



Fuente: Secretaría de Energía, Argentina - IAPG - Enargas

Pero el problema con el gas es de mayor envergadura al del petróleo ya descripto. Con el petróleo se trata simplemente de una cuestión de precios contra recursos: tomada la decisión de importar petróleo y contando con las divisas para hacerlo, espero la llegada del barco y solucionado el asunto.

Con el gas es distinto. Por varias razones. Para empezar y como ya vimos, la Argentina es altamente gas-dependiente en su matriz energética. Muy pocos países en el mundo nos superan en el porcentaje gasífero de su matriz.

La falta de gas ya ha provocado problemas durante este invierno. La industria ha debido restringir parte de su consumo (se ha incluido un valor de 5MMm3/día como demanda insatisfecha en el cuadro) y la generación eléctrica ha debido recurrir a sus preciados embalses, al tiempo que también se ha debido reemplazar parte de la generación a gas por combustibles líquidos alternativos, con un costo muy superior.

Al declinar la producción argentina y volverse necesaria la importación de gas, las preguntas que se imponen son dos: desde dónde y cómo lo traigo. Con el petróleo no hay problema, pero con el gas hay matices. Para la Argentina, una obvia alternativa es Bolivia, razón por la cual se prevé construir el Gasoducto del Noreste. Si ese aporte no fuere suficiente, la única opción para mantener como hasta ahora la incidencia del gas en nuestra matriz energética será el LNG. Esta opción agrega, y no es un asunto menor, la necesidad de construir como mínimo una planta de regasificación como terminal de descarga.

Por otra parte, los bajos precios del gas en comparación con valores internacionales siguen impulsando el consumo, el cual ya se nutre de gas importado a valores varias veces superiores. Los casos más elocuentes de esta distorsión son el gas residencial y el gas natural comprimido para los vehículos. De nuevo surge la pregunta de rigor: a partir de ahora, ¿quién pagará el mayor precio de importación?

La generación eléctrica

En 2007, la demanda eléctrica argentina ha superado la oferta. Como consecuencia directa sobrevinieron cortes programados a industrias y grandes clientes. Ha sido necesaria la utilización de la hidroelectricidad a pleno durante el invierno, con la consiguiente reducción del nivel de los embalses del Comahue, preciada “reserva de agua” para generación futura. Por fin, se debió utilizar fuel oil y gasoil para reemplazar al gas como combustible para generadores eléctricos, con efectos negativos sobre la potencia entregada y los mayores costos asociados que ello implica.

Existe también en electricidad una señal de precios relativos que dista mucho de acercarse a los valores internacionales. Sólo se ha corregido parcialmente con algunos valores aplicados a la industria por sus consumos en exceso al año 2005, dentro del llamado Plan Energía Plus. Incentivada por los bajos precios, la demanda residencial y comercial sigue creciendo.

Resulta difícil imaginar que este desbalance entre oferta y demanda se pueda corregir en los próximos dos años. Las inversiones en generación eléctrica toman su tiempo e, incluso los ya anunciados ciclos combinados de 800 MW (2008), apenas conseguirán paliar las presentes y futuras nuevas demandas ya en ciernes. La escasez de gas obligará a recurrir al gas oil para hacerlos funcionar, con la consiguiente secuela de mayores importaciones y costos.

Las soluciones

Una vez que se plantea y se entiende el problema de la crisis energética y nuestro futuro, la solución comienza a ser poco a poco más clara, principalmente porque no hay demasiadas a la vista y termina por ser única. Lo que no quiere decir que sea de fácil implementación y, menos aún, indolora. Será dolorosa, en la Argentina, como en todo el mundo.

Como en el juego de la perinola, la respuesta que más abajo se acompaña podrá sonar a “ponga un poco de cada cosa”. Pero, es lo que nos espera. Aún así será difícil “alcanzar la demanda”, sin ir más lejos por los tiempos asociados a las puestas en marcha de proyectos energéticos como los que proponemos. Para entendernos: se necesitan 2 años para desarrollar ciclos combinados a gas, 4 años para una planta de regasificación, 4 años para una usina a carbón, de 4 a 5 años para una hidroeléctrica y 6 a 7 años para una central nuclear.

Veamos algunas iniciativas ineludibles:

Petróleo

> En términos de petróleo y derivados, el asunto es tan sencillo como prepararnos para importar cantidades crecientes, tanto de crudo como de fuel oil y gasoil.
> Habría que sincerar paulatinamente los precios domésticos, para permitir el libre juego de la oferta y la demanda, que evite la escasez. No hay energía más cara que la que no se tiene. Si no, preguntarle al productor de campo qué prefiere cuando le falta gasoil: ¿no tener o pagar el precio internacional? La respuesta es obvia.

> También promover, sin limitaciones, la inversión masiva en biocombustibles, comenzando por modificar la legislación actual que resulta demasiado restrictiva.

Gas natural

> El gas natural reclama la construcción del Gasoducto Noreste, amén de trabajar en sociedad con el gobierno boliviano para que se realicen las inversiones necesarias (que son muchas) en el *upstream* de ese país para que el ducto tenga la alimentación deseada. Un tema nada menor, por cierto.
> Construir una planta de regasificación con capacidad para 17 MMm3/d (un tren). Dejar previsto ya en las instalaciones y *facilities* la posibilidad de construir otro tren dentro de los próximos 10 años.
> Por fin, liberar paulatinamente los precios de toda la cadena de valor del gas natural. El propósito es múltiple. El primero es que los consumidores "se hagan cargo" de la realidad que nos espera en materia energética y adapten su consumo al nuevo escenario de escasez. Tarde o temprano ello ocurrirá, y mejor para todos que sea temprano. El segundo, aunque igual de importante, es lograr la realización de inversiones genuinas, frente a las nuevas señales de precios.

Generación eléctrica

> Al igual que a nivel mundial, la solución combina un poco de todo... pero rápido. Por lo pronto, seguir con el programa de ciclos combinados ya lanzado, a la espera del gas que pueda aportar el gasoducto desde Bolivia. Hasta tanto, se deberá utilizar gasoil.
> Lanzar una usina de generación a carbón de 800/1.000 MW. La Argentina cuenta con sólo una en San Nicolás, Provincia de Buenos Aires. El carbón, como ya se explicó, es abundante en el mundo y fácil de importar, contribuyendo así a una menor dependencia paulatina del gas natural.
> Lanzar la construcción de la cuarta usina nuclear de 1.000 MW (la tercera está en marcha) aprovechando el *know how* argentino en la materia.
> Continuar con el desarrollo hidroeléctrico. Todo proyecto debe ser bienvenido.
> Comenzar definitivamente con el desarrollo eólico y solar.

A manera de conclusión

Me arriesgo a decir que, si sentáramos alrededor de una mesa a diez argentinos expertos en energía, sus diagnósticos y sus *soluciones* serían muy similares a los planteados aquí. Tengo esa visión porque, a decir verdad, no hay otras. A nadie se le ocurriría hoy hablar seriamente de una economía girando alrededor del hidrógeno.

Quiero alertar, sin embargo, que el problema excede el marco del análisis energético. Debemos decidir quién se va a encargar de llevar adelante estos intentos de solución. Estados Unidos, Chile, China e Italia, por mencionar sólo algunos países, se encuentran hoy frente a dilemas energéticos muy similares a los nuestros y deberán decidir. También nosotros, los argentinos, debemos decidir. ¿Quién invertirá? ¿Será el Estado o serán los privados? ¿Será una combinación entre ambos? ¿Bajo qué marco regulatorio y jurídico? ¿Con qué *ingeniería financiera?* Si asumimos que la energía es escasa, también debemos saber que no sobra el tiempo.

8. Los caminos obligados

La canasta de energéticos

Aunque ciertamente no para todos, el Siglo XX se puede caracterizar como uno de energía *barata.* Esa condición definió en buena medida el perfil de nuestra actual forma de vida. Cien años atrás, el total del consumo humano alcanzaba apenas el 5% de la energía que hoy demanda. No existían ni el avión ni el aire acondicionado, todavía no había nacido el televisor y Henry Ford recién presentaba en sociedad su Ford T. Hoy difícilmente podamos dar marcha atrás en nuestras apetencias energéticas. Mucho menos si pensamos que, a nivel mundial, existen diferencias fenomenales en el consumo per cápita entre distintos países (sin ir más lejos, la distancia entre Estados Unidos y China es de 7 a 1).

Desde el punto de vista energético, entonces, tanto desde el análisis realizado de la posible oferta de cada fuente como de la realidad de la demanda, la época que viene traerá un sostenido crecimiento en los precios de la actual canasta de combustibles.

En el actual contexto es indudable el rol primordial que le cabe a la OPEP en el suministro de petróleo. Principalmente por la ya explicada imposibilidad del resto del mundo para incrementar la oferta, habiendo llegado hoy a su *plateau* y entrado en su posible declinación. Ahora bien, las reservas de los países de la OPEP tampoco son infinitas. En casi todos los casos, sus economías dependen de los ingresos derivados del petróleo y poco han podido hacer para modificar tal *dependencia.* Si usted fuese Arabia Saudita, ¿qué haría? ¿Entregaría hoy todo el preciado petróleo o intentaría dosificarlo para preservarlo, como fuente de bienestar, para sus futuras generaciones?

Para estos países, la mejor estrategia de largo plazo será ir encontrando el precio *máximo* del petróleo sin provocar una recesión en la economía mundial. Desde el 2000 hasta la fecha, ese precio ha ido subiendo año a año de 20 U$S/bbl, a 30, a 40, a 50, a 60, a 70. Pese a ello, el mundo siguió creciendo y el consumo, aumentando. En Europa, para entenderlo con un ejemplo, aún con el precio del petróleo en su valor actual de 70 U$S/bbl, el litro de nafta sigue teniendo un contenido impositivo promedio en el surtidor de 65% (como hace cinco años). En otras palabras, el consumidor paga el triple de lo que cuesta la materia prima, por decisión de su propio gobierno. Igual consume.

Sostengo que todavía hay un margen importante para el aumento del precio del petróleo sin entrar en recesión, la que podría sobrevenir por otras razones, de índole financiera o por liso y llano sobrecalentamiento.

Otras energías

Hemos recorrido en cada capítulo las distintas fuentes de energía que deberían ir, poco a poco, contribuyendo al crecimiento de la demanda y llegar en auxilio del petróleo con su realidad declinante. Pero, hemos visto también, con toda claridad, que ninguna de las otras fuentes goza de buena salud. Todas ellas viven su propio calvario. Ninguna aparece como la *bala de plata* a nuestro alcance. ¿Qué hacemos, entonces, frente a la actual y creciente demanda energética y de combustibles?

Muchos analistas confían en que los proyectos de investigación y desarrollo en curso aportarán nuevas y maravillosas fuentes que solucionen nuestros problemas energéticos y, también, ambientales. *El ser humano tiene una enorme creatividad, pronto surgirá la tecnología adecuada,* escuchamos con frecuencia. Mi opinión es que, posiblemente, habrá novedades, pero nada nos evitará entrar de lleno en la crisis que se avecina.

Analizando los últimos cien años de innovación, en rigor la única novedad de peso ha sido el desarrollo de la energía nuclear, hoy fuertemente cuestionada. Todas las demás fuentes eran ya conocidas a principios del Siglo XX y ocupan todavía hoy el 94% de la energía mundial.



P x Q. Oferta y Demanda

En la ecuación energética de P, precio, y Q, cantidad, ambas tan importantes para nuestra vida en general, la única variable que debería interesarle a partir de ahora a los países y a las sociedades en general es *asegurar Q*. A cualquier precio, porque la energía más cara es la que no se tiene.

Se viene la era de la escasez, ya es un secreto a voces. El gas natural sufre su cuello de botella con el LNG, el carbón sufre y seguirá sufriendo la embestida ambientalista (con razón), la energía nuclear (posible solución) llega con suerte a partir del octavo año de tomada la decisión y así sucesivamente. Los mercados han sabido interpretar esta realidad y están ajustando sus valores. Y seguirán ajustando.

Los caminos obligados

Luego de pensar en los escenarios posibles, habiendo profundizado en la posibilidad de cada fuente de energía de acuerdo a sus características y condicionantes, los caminos (aunque escabrosos) están a la vista... simplemente porque no hay otros.

El petróleo reclama ahorro y eficiencia. Podemos esperar que la ley de la oferta y la demanda cumpla su rol (en función de los elevados precios que se vienen), pero no será suficiente. Se debe actuar imponiendo a la industria automotriz la manufactura obligada de vehículos con mejor relación Km/litro e instrumentando velocidades máximas en las rutas.

La electricidad demanda artefactos domésticos de mayor rendimiento así como estándares de construcción y diseños de iluminación más eficientes. Habrá que analizar cuadros tarifarios con penalidades ejemplares al exceso de consumo, lo mismo que para el gas natural, al que se deberá sostener eliminando las trabas para la construcción de plantas de licuefacción y regasificación.

La energía nuclear necesita decisiones consensuadas que permitan el desarrollo de nuevas centrales mientras la producción de carbón deberá orientarse a tecnologías con menor emisión por MWh generado (sin dudas, los créditos de carbono serán un aliciente). Los renovables, por fin, esperan el empujón que los haga crecer, tecnologías mediante, a pesar de su mínima incidencia actual.

¿Quién se hace cargo?

Desde el tablero de las decisiones energéticas, los tiempos se cuentan en lustros o décadas. Cuando llega el dolor es tarde porque ya no hay tratamiento posible.

Se requieren verdaderos estadistas a escala mundial para corregir el rumbo a tiempo, principalmente porque ninguna de las soluciones posibles tiene *aceptación pública* inmediata.

No es posible pensar que el problema se resolverá con decisiones unilaterales de cada país porque su alcance es global. Toda decisión a nivel país afecta al resto del mundo.

Pensemos, sin ir más lejos, en el cambio climático. Una usina a carbón emite CO_2 a la atmósfera y afecta a todos por igual, no importa dónde esté instalada. Los impuestos y subsidios a la emisión deben ser acordados, entonces, por todos los involucrados.

Pensemos en la decisión de Estados Unidos de reemplazar un 20% de su consumo de naftas por combustibles renovables. En caso de lograrlo, habrá afectado a la industria alimenticia toda, con el consiguiente cambio en el estándar de vida del resto del mundo.

El tema energético, y sus consecuencias ambientales, debería ser capítulo uno en cualquier agenda de foro u organismo internacional que pretenda ocuparse de los temas globales.

Como consecuencia de los mayores precios de la canasta energética o como resultado del cumplimiento de las nuevas normas de convivencia, nuestra vida está cambiando. Y es sólo el comienzo.

Seguridad energética, desarrollo económico y calentamiento global

Desafíos de corto y largo plazo

Graciela Chichilnisky

Graciela Chichilnisky es UNESCO Professor de Matemáticas y Economía y Directora del Columbia Consortium for Risk Management, Department of Economics and Statistics, Columbia University, New York.

La seguridad energética, el desarrollo económico y la prevención del calentamiento global son objetivos contrapuestos en las economías de combustibles fósiles. Se requieren fuentes de energía alternativas para sostener el desarrollo de largo plazo. Pero en el corto plazo el problema del cambio climático requiere intervenir inmediatamente y con estrategias distintas. Una solución es utilizar fuentes de energía térmica neutrales al carbono para producir electricidad y a la vez capturar del aire y también almacenar dióxido de carbono, un procedimiento que genera más energía y reduce la concentración de carbono en la atmósfera. Este procedimiento cambia por completo la relación entre los tres problemas: sirve para mejorar la seguridad energética e impulsar el desarrollo económico y también para prevenir el cambio climático en el corto plazo. En el largo plazo, puede acelerar la transición hacia fuentes alternativas y es compatible con el desarrollo sostenido. Los desafíos de corto y largo plazo se analizan respecto de estas capacidades en el contexto del mercado de carbono creado por el Protocolo de Kyoto (ONU) y las implicancias para las naciones industriales y en desarrollo de la transición de una economía de energía de origen fósil a otra de energía renovable.

1. Introducción

En el momento en el cual China e India se despliegan geopolíticamente y los países en desarrollo rápidamente aumentan su consumo de energía, el mundo se enfrenta por primera vez a las consecuencias sobre el medio ambiente de un largo y exitoso período de industrialización occidental. El momento no podía ser menos oportuno. Dos siglos de industrialización basada en combustibles fósiles arrojaron gran cantidad de dióxido de carbono a la atmósfera y crearon un riesgo serio de cambio climático. Muchos observadores ya detectan los resultados. Pueblos enteros de Alaska se hunden por el derretimiento del *permafrost* y el recalentamiento de los mares[1] y Florida es la siguiente zona más vulnerable de EEUU. Hoy en día suele aceptarse generalmente que este cambio catastrófico podría ocurrir y la mera posibilidad de ocurrencia exige entrar en acción. Pero, la sed de combustibles fósiles se mantiene firme en el mundo. China construye una nueva fábrica de carbón por semana y el consumidor de EEUU utiliza más energía que nunca, aún con los precios del crudo más altos desde los embargos de la OPEP. La aspiración de autonomía energética crea un incentivo poderoso para utilizar los recursos abundantes de carbón en China como también en EEUU y satisfacer así la rápidamente creciente necesidad de energía[2].

[1] *NY Times, Sunday May 27th, 2007, "Engulfed by Climate Change, Town seeks Lifeline" by W. Yardley, front page.* El subsuelo bajo el pueblo de Newtok y muchos otros pueblos nativos de Alaska se conoce como permafrost por estar permanentemente congelado pero hoy se derrite por las temperaturas atmosféricas cada vez más elevadas y el recalentamiento del océano. La erosión ya convirtió a Newtok en una isla, el pueblo ahora está debajo del nivel del mar y se hunde. Investigaciones dan cuenta que todo el pueblo habrá desaparecido dentro de una década. El *US Army Corps of Engineers* estimó que trasladar Newtok costaría por lo menos 130 millones de dólares, lo cual equivale a casi 413,000 dólares para cada uno de sus 315 habitantes.

Los combustibles fósiles entrelazan en un nudo gordiano tres temas globales claves: la seguridad energética, el desarrollo económico y el cambio climático. La era del combustible fósil se enfrenta a una elección cruel: el desarrollo económico y la independencia energética son incompatibles con la estabilidad climática. Es imposible alcanzar los tres objetivos. Los conflictos geopolíticos resultantes toman varias formas. La fuente fósil genera alrededor de 87% de la energía utilizada hoy en el mundo. Debido a que su distribución sobre la superficie terrestre es desigual, se desataron guerras y conflictos, con los consecuentes llamados a la seguridad y autonomía energéticas. Al mismo tiempo el desarrollo económico aún depende crucialmente del consumo de energía, y en la economía de hoy, esto significa combustibles fósiles. A más largo plazo, la única salida es separar el consumo de energía de las emisiones de carbono, es decir, brindar fuentes de energía renovables limpias y abundantes. Pero esto no es posible en el corto plazo debido a la gran escala de la infraestructura fósil que debería reemplazarse: cerca de 40 billones de dólares de hoy y con las tendencias corrientes alrededor de 400 billones de dólares para el fin de siglo[3]. El corto plazo y el largo plazo presentan distintos problemas y requieren distintas soluciones.

[2] Se espera que el consumo de energía se multiplique entre cinco y diez veces durante este siglo, véase *1. P. Eisenberger and G. Chichilnisky (2007) "Reducing the Risk of Climate Change while Producing Renewable Energy" Columbia University, May 2007.* La industria del carbón estadounidense recientemente presentó un ambicioso plan para asegurar cuantiosos subsidios para producir carbón aduciendo autonomía energética.

[3] *US Department of Energy* (DOE), 2006, http://www.eia.doe.gov/oiaf/aeo/index.html, table A1.

No nos queda mucho tiempo. Científicos del *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, Panel Intergubernamental del Cambio Climático)[4] concordaron que necesitamos estabilizar o reducir la concentración de carbono en la atmósfera durante los próximos 20 años[5]. Evitar nuevas emisiones de carbono decididamente no resuelve el problema de corto plazo. Aún si estabilizamos el actual nivel de emisiones todavía seguimos agregando dióxido de carbono a la atmósfera a una tasa corriente de 24 mil millones de toneladas por año y por ello aumentamos la concentración de carbono. Nuevas fábricas de carbón que limpian el carbono emitido constituyen un adelanto pero crean costos económicos pesados y en cualquier caso solamente estabilizan el crecimiento implacable de la concentración de carbono en sus tasas actuales. Específicamente, estas plantas de carbón operan en contra del objetivo de largo plazo hacia una transición ordenada hacia recursos no fósiles.

[4] También denotado IPCC. La autora de este artículo se desempeñó como directora del IPCC.

[5] Para simplificar la exposición utilizamos el término "carbono" para significar "dióxido de carbono", aunque existen otros gases de invernadero para considerar como el metano.

Una nueva tecnología[6] tiene la capacidad de producir electricidad sin emitir carbono y simultáneamente *disminuir* emisiones de carbono por su extracción de aire y almacenaje del emitido por otras fuentes. En este proceso, la concentración de carbono en la atmósfera disminuye mientras se genera energía eléctrica. Esto brinda una verdadera protección contra el cambio climático provocado por el hombre debido a que permite ser neutrales respecto del carbono en el corto plazo y facilita la transición ordenada del corto plazo a un futuro energético diferente que realce la seguridad energética y el desarrollo económico. Este trabajo muestra cómo esta tecnología puede resolver los conflictos globales corrientes y examina las implicancias para el mercado de carbono creado por el Protocolo de Kyoto (ONU) en 1997. Al final del trabajo examinamos las implicancias de utilizar esta tecnología en las naciones industriales y en desarrollo y la dinámica de trasladarnos de una economía basada en fuentes fósiles de energía a otra de energía renovable.

[6] Introducido por Eisenberger and Chichilnisky, 2007, op.cit.

2. Metas de corto plazo y objetivos de largo plazo

Una transición en el largo plazo desde combustibles fósiles hacia fuentes alternativas de energía[7] distribuidas con mayor amplitud pueden brindar desarrollo y seguridad económica sin generar calentamiento global. El apartamiento de las fuentes fósiles parece inevitable en el largo plazo porque su oferta es limitada.

[7] Como el viento, masa biológica, hidroelectricidad, energía solar, geotérmica, nuclear y hasta posiblemente, la fusión.

Fuentes alternativas de energía son una condición necesaria para un desarrollo sustentable en el largo plazo, y la demanda mundial de energía que crece rápidamente requerirá una variedad de fuentes alternativas. La oferta de energía no es el problema. La energía solar, por si sola, puede multiplicar la electricidad fácilmente por diez utilizando sólo el 2% de la energía que alcanza la superficie terrestre.

No importa cuán optimista se pueda ser en el largo plazo, es importante comprender que la solución del largo plazo *no* es adecuada en el corto plazo. Se espera que la transición hacia fuentes alternativas de energía lleve mucho tiempo por cuanto la mayor parte de la energía utilizada en el planeta hoy se obtiene de combustibles fósiles como el petróleo y el carbón[8]. Como se señaló anteriormente la transición tomará tiempo y requiere una nueva infraestructura tan colosal como costosa.[9] Pero mientras sigamos utilizando combustibles fósiles y emitamos carbono aumentaremos la concentración de gases de invernadero y el riesgo de un cambio climático catastrófico.[10] Estabilizar el nivel de emisiones sin duda es de gran ayuda, pero estabilizar el nivel corriente de 24 mil millones de toneladas de dióxido de carbono emitido por año continuará cargando la atmósfera de dióxido de carbono y aumentará el riesgo. Debido a ello el IPCC asevera que necesitamos disminuir las emisiones de dióxido de carbono entre 60% y 80% dentro de los próximos quince a veinte años.[11] Queda claro que las políticas públicas de largo plazo no son suficientes. Se requiere una acción inmediata para atender el riesgo de cambio climático.[12]

Atender riesgos catastróficos no es una novedad. Es cuestión de rutina asegurarnos contra terremotos e inundaciones y los nuevos códigos edilicios mitigan pérdidas potenciales.[13] Sin embargo la novedad y magnitud de los riesgos de cambio climático requieren formas más sofisticadas de toma de decisión que las utilizadas para riesgos más comunes. A tal efecto dividimos el problema en metas de corto plazo y objetivos de largo plazo; demostramos que son problemas nítidamente diferentes y analizamos ambos,[14] incluyendo el desafío de la transición de las estrategias de corto a largo plazo.

El problema de corto plazo es agudo y nos apremia la urgencia. Como se ha señalado anteriormente, una disminución rápida y drástica de las emisiones no es factible debido al enorme tamaño de la infraestructura fósil que debe reemplazarse.[15] Ciertamente, los países ricos y los pobres podrían ser gravemente afectados por disturbios económicos originados ante una disminución drástica de la utilización de combustibles fósiles. Países de crecimiento rápido como China e India dependen fuertemente del carbón como también EEUU y Rusia. No parece factible disminuir drásticamente la utilización de combustibles fósiles en el corto plazo, por lo cual aumenta la convocatoria para capturar el carbono emitido por fábricas con combustibles fósiles y almacenarlo con la debida precaución.

Parece claro entonces que dos problemas –administrar los riesgos en el corto y largo plazo– son sustancialmente diferentes y requieren distintas soluciones. Para el largo plazo se requiere una transición hacia una economía de combustibles no fósiles, una que pueda acomodar las necesidades rápidamente crecientes de 80% de la población mundial que se inicia en la senda de industrialización que llevará a decuplicar la demanda energética dentro de este siglo. Pero para el corto plazo necesitamos en cambio continuar con la utilización de la energía de combustible fósil y una *disminución* del contenido de carbono de la atmósfera del planeta. Se trata de un gran desafío y es el tema de este trabajo.

[8] 87% de la energía utilizada hoy proviene de combustibles fósiles y menos del 1% de fuentes renovables, 0,01% es energía solar.

[9] Véase el *cuadro 1* a continuación y Eisenberger and Chichilnisky, 2007, op. cit.

[10] Los científicos concuerdan que necesitamos considerar la posibilidad de un "punto de inflexión", a saber, un nivel de calentamiento que dispare un cambio climático catastrófico que es típico de sistemas físicos con efectos de retroalimentación complejos. Suele creerse que el clima de la tierra es uno de este tipo de sistemas. Por lo general, se considera que estos riesgos tienen "colas pesadas" de manera que la posibilidad de eventos extraños resulta mucho mayor que lo esperado.

[11] En la actualidad 40% de las emisiones hacia afuera sale naturalmente de la atmósfera y queda almacenada en los océanos. Sin embargo, en el largo plazo, puede ocurrir que no podamos contar con esta dinámica porque en el pasado también ocurrió lo contrario: los océanos y la tierra almacenaron menos carbono con lo cual aumentó su concentración atmosférica.

[12] A medida que alcancemos las 500 partes de carbono por millón, se espera que la temperatura media aumente 3 grados centígrados, lo cual significa un aumento de temperatura cerca de tres veces en las capas polares disparando así un aumento en el nivel del mar.

[13] Los terremotos son riesgos infrecuentes y el riesgo de terremoto para cualquier localidad específica es extremadamente pequeño.

Resulta crítico que las metas de corto plazo sean compatibles con los objetivos de largo plazo para evitar la trampa de malograr objetivos de largo plazo al focalizar solamente sobre objetivos de corto plazo. Capturar dióxido de carbono directamente de fábricas de energía a base de combustibles fósiles puede demorar el momento de reconsideración pero afecta adversamente el objetivo de largo plazo de reemplazar combustibles fósiles por fuentes neutrales al carbono.

La estrategia tecnológica debería acomodar ambos objetivos de corto y largo plazo, y también la transición del corto plazo al largo plazo. Es un pedido exigente porque semejante tecnología debería facilitar simultáneamente la transición hacia fuentes alternativas que provean aumentos masivos en la oferta energética para el largo plazo, mientras en el corto plazo permite la utilización continuada de combustibles fósiles y disminuye el contenido de carbono en la atmósfera del planeta.

Analizamos una tecnología que brinda esta combinación, utilizando energía renovable para producir electricidad y capturar y almacenar dióxido de carbono a la vez.[16] Semejante combinación es inusual y se contrapone con las realidades físicas de las economías de combustibles fósiles, donde cuanta más energía se produce, más dióxido de carbono se emite. La tecnología propuesta tiene la propiedad de reducir el contenido de carbono en la atmósfera cuanto más energía eléctrica se genera. Un resumen de esta tecnología y una evaluación de sus costos se brinda en el *recuadro 1.* Falta examinar la factibilidad económica y política.

Estimamos los costos de corto y largo plazo de un proceso que a la vez genere electricidad y capture y secuestre carbono, utilizando energía solar térmica como insumo.[17] Se examinan los costos totales de reducir el dióxido de carbono en la atmósfera según lo solicitado por el IPCC, habida cuenta del aumento por diez en la utilización de energía pronosticado para el resto de este siglo. Finalmente analizamos las implicancias de semejante transición tecnológica sobre la economía global y para la continuación de las negociaciones internacionales sobre el clima, incluyendo en particular el mercado de carbono creado por el Protocolo de Kyoto de las Naciones Unidas a partir de 2012.

3. Administración del riesgo de largo plazo - *learning by doing*

Los temas de largo plazo suelen tratarse con mayor frecuencia en la literatura y brindan el mejor punto de partida. Esta sección examina los costos de prevenir los riesgos del calentamiento global en el largo plazo, explorando vías para asegurar que los beneficios esperados superen los costos esperados. Una manera de evitar en el largo plazo el riesgo del cambio climático es transitar de los combustibles fósiles a los alternativos y, para este propósito, debemos predecir el costo futuro de la generación de energía utilizando fuentes alternativas.

Sólo 6% de la energía utilizada en el mundo es hidroeléctrica, al igual que la energía nuclear, y las fuentes renovables solo contribuyen con 1% de la generación de energía mundial hoy en día. Necesitamos una metodología para predecir los costos futuros esperados de la generación de energía por parte de fuentes alternativas porque la utilización de dichas fuentes aumenta considerablemente, a saber, se multiplica por diez para satisfacer las necesidades de hoy pero se multiplica por cien para enfrentar las necesidades de fin de siglo. Una metodología ampliamente aceptada para cumplir con este objetivo es "la curva de aprendizaje", que se utiliza frecuentemente para predecir

[14] Aquí utilizamos un enfoque para la toma de decisión en situaciones introducido en G. Chichilnisky *"An Axiomatic Approach to Choice under Uncertainty with Catastrophic Risks" Energy and Resource Economics, 2000, G. Chichilnisky, "Catastrophic Risks", Encyclopedia of Environmetrics, 2002, and G. Chichilnisky "The Topology of Fear" Working Paper, Columbia University, 2006.* Plantea la necesidad de considerar simultáneamente eventos frecuentes e infrecuentes utilizando para cada caso herramientas de decisión apropiadas según los tiempos y la escala comprometidos.

[15] Alejarse de los combustibles fósiles por poco tiempo podría aumentar el riesgo de disturbios sociales, lo cual sería una catástrofe en sí misma, debido a que la mayor parte de la vida humana depende de la energía.

[16] Eisenberger and Chichilnisky, 2007, op. cit.

[17] Otras fuentes de energía que producen energía térmica antes de generar electricidad pueden utilizarse de manera similar, Eisenberger and Chichilnisky, 2006 op. cit.

el aumento de eficiencia de una tecnología a medida que se expande la capacidad de producción.[18] Muestra cómo la eficiencia aumenta a mayor capacidad, o su equivalente, cómo el costo de producir energía disminuye a mayor capacidad instalada.

Debido a que nos concentramos en el largo plazo, tomamos en consideración que la fuente alternativa debería ser capaz de generar entre cinco y diez veces la energía utilizada hoy en el mundo. Esta es una proyección estándar de la demanda energética para fin de este siglo, como señalamos anteriormente. Ninguna de las energías alternativas (eólica, geotérmica, biomasa, hidroeléctrica o nuclear) puede brindar esta posibilidad por sí misma - ya sea porque no cuenta con la capacidad instalada o porque si contara con la misma se crearían otros problemas. Por ejemplo, generar energía a partir de biomasa compite con la producción de alimentos y es mucho menos eficiente por metro cuadrado que la energía solar (sólo alrededor de 3% del potencial de energía solar para la misma superficie), y la energía hidroeléctrica carece de capacidad instalada y produce un impacto ambiental. Pero la energía solar podría atender la demanda con un impacto limitado. Una combinación de todas estas fuentes de energía que incluye la solar podría entonces ofrecer una solución de largo plazo razonable.

El cómputo de *costos de transición de largo plazo* se simplifica considerablemente si observamos que, en una economía de mercado competitiva, siempre se impondrá el costo alternativo más bajo. Ante esta realidad, el costo comprendido en la transición hacia fuentes de energía renovables puede acotarse por el costo de una transición hacia una única fuente, como térmica solar, que puede ofrecer una solución completa en sí misma. A efectos de ofrecer una estimación conservadora, consideramos los costos comprendidos en una transición hacia la generación de electricidad para el largo plazo de una fuente térmica y comparamos sus costos con el combustible fósil más eficiente en cuanto a costo utilizado en el día de hoy, a saber el carbón, que se utiliza como variable representativa para combustibles fósiles. Para resumir: estimamos los costos de largo plazo al computar los costos de abandonar la electricidad generada por carbón y de generarla, a su vez, por energía solar.

Es apropiado reducir el cómputo a una medida estándar de energía como electricidad, porque se utiliza en todo el mundo y ofrece una medida universal y flexible de la disponibilidad de energía. En el caso de los combustibles fósiles consideramos los costos de generar un kwh de electricidad.

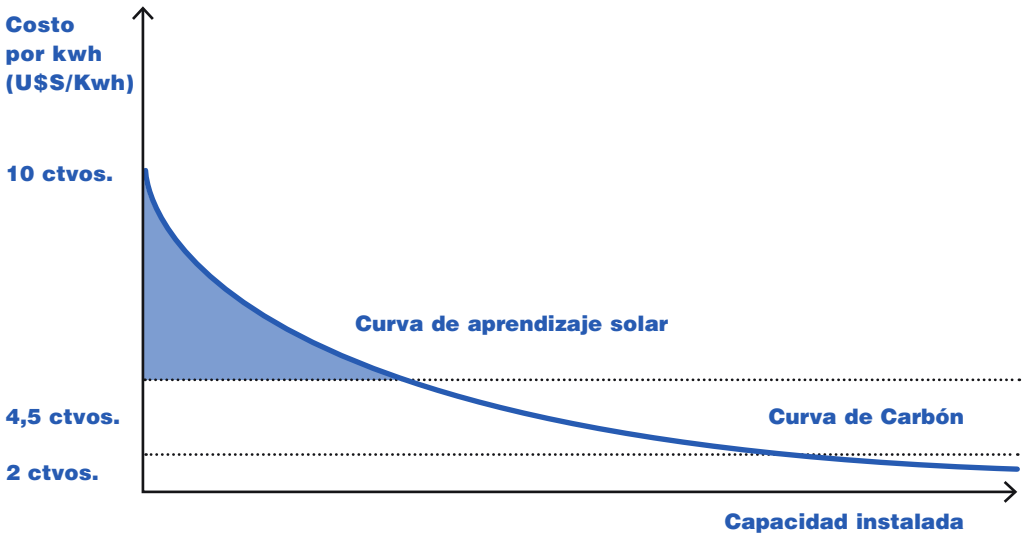
Para estimar la evolución futura de los costos de electricidad generada por carbón a electricidad generada por energía solar, utilizamos el enfoque de la curva de aprendizaje para las dos tecnologías señaladas anteriormente. Resulta que la curva de aprendizaje para el carbón es bastante horizontal, debido a que la mayor parte del aprendizaje ya se logró por la enorme capacidad instalada de la industria. No ocurre así para la energía solar. Sólo 0,01% de la electricidad mundial suele generarse con energía solar, y en particular la tecnología denominada *Concentrated Solar Power Parabolic Trough*, también identificada como CSP PT, en tren de evaluación representa solamente 10% de la capacidad instalada de energía solar.[19] Correspondientemente, la curva de aprendizaje del CSP PT es bastante vertical. Esto significa que a medida que se expande la capacidad instalada, se espera que los costos de electricidad caigan rápidamente y los correspondientes al carbón permanecerán aproximadamente al mismo nivel de hoy porque ya se beneficiaron del aprendizaje. La *figura 1* muestra la evolución de la eficiencia CSP PT[20] para generar electricidad cuando se expande la capacidad instalada, según el pronóstico del US Department of Energy.

[18] Véase Andy S. Kydes, "Modeling Technology Learning in National Energy Modeling Systems", EIADOE-0607(99) La metodología general se llamó "learning by doing" y fue introducida en la literatura económica por Kenneth Arrow en 1952. Los datos utilizados en el artículo provienen del US Department of Energy, véase Eisenberger and Chichilnisky, 2007. Una ilustración de esta metodología para el caso de energía solar que muestra "curvas de aprendizaje" del Department of Energy se encuentra en H. Price et al "The Potential for Low Cost Concentrating Solar Power Systems" National Renewable Energy Laboratory Report NREL/CP-550-26649; y http://www.nrel.gov.csp

[19] Véase H. Price et al, op cit.

[20] Para ambos: el Fotovoltaico Solar y CSPPT, es decir, "Concentrated Solar Power Parabolic Through"

Figura 1



Los costos de largo plazo de la transición de generar electricidad con carbón a generar electricidad con energía solar quedan representados por la superficie sombreada por encima de la semirrecta de los U$S 4,5 centavos y por debajo de la curva de aprendizaje solar.[21]

Específicamente, el US Department of Energy (DOE) demostró que a medida que aumenta la capacidad instalada de plantas solares con CSP PT el costo de la energía solar[22] cae 15% cada vez que se duplica la capacidad.[23] Esto se ilustra en la *figura 1*, donde comparamos las curvas de aprendizaje de la generación de energía por carbón y la solar. En el caso del carbón, los costos al día de hoy son muy bajos (cerca de U$S 4,5 centavos por kwh) pero debido a todo el aprendizaje ya logrado en la tecnología del carbón se espera que los costos permanezcan constantes en torno a ese valor. En el caso de la energía solar, sin embargo, los costos de hoy son más del doble del costo de carbón pero en el largo plazo se espera que alcancen un valor entre U$S 0,02 y U$S 0,03, que es aproximadamente la mitad del costo del carbón por kwh.[24] Como se ha analizado anteriormente, en una economía de mercado competitiva suele suponerse que las alternativas de más bajo costo prevalecerán en el largo plazo. Por lo tanto podemos suponer que en cuanto el costo de la energía solar iguale o sea inferior al costo de la energía generada por el carbón, a saber, menos de U$S 4,5 centavos por kwh, la generación solar de electricidad u otras fuentes alternativas de energía se adoptarán ampliamente, brindando de esta manera en nuestro modelo una transición de mercado hacia fuentes renovables. Por lo tanto, si uno se centrara exclusivamente en el largo plazo, el costo de la transición puede medirse como el costo adicional total de utilizar en nuestro ejemplo energía solar para generar electricidad *sólo durante el período cuando estos costos superan el costo de generar electricidad utilizando carbón*. En otras palabras: en el largo plazo se mide el costo total esperado del traspaso de la energía fósil a la renovable, como la integral del período relevante de la diferencia entre lo que cuesta la energía solar y la generada por el carbón. El período relevante es aquel durante el cual los costos de la generación de electricidad con energía solar superan a los costos con carbón.

Es importante recordar que el *período relevante* se define no en términos de tiempo sino de capacidad instalada. Las curvas de aprendizaje utilizadas en la *figura 1* representan la evolución de costos (solar, carbón) respecto de la capacidad instalada y no respecto del tiempo. Sin embargo, ambos pueden compararse, debido a que hay un límite a la cantidad de capacidad que puede construirse en cada período.

[21] Los recursos renovables distintos de la energía solar también pueden reducir el costo de producir electricidad a medida que se expande la capacidad instalada. Los 148 millones de dólares adicionales estimados aquí son en realidad un límite superior, considerando que tan sólo la energía solar puede alcanzar esta eficiencia de costos También vale la pena observar que las fuentes de combustibles fósiles como el carbón probablemente aumenten en el futuro cercano porque las fuentes más accesibles y fáciles de procesar son una proporción pequeña de la oferta total y se estima que sólo 17% de los combustibles fósiles disponibles son recursos de alta calidad.

[22] CSPPT

[23] Cf, DOE op. cit. y Eisenberger and Chichilnisky op. cit.

[24] Eisenberger and Chichilnisky 2007. Para consideraciones económicas sólo se requiere que las fuentes alternativas sean competitivas con la generación de electricidad por combustibles fósiles.

El problema puede visualizarse geométricamente midiendo el costo de largo plazo de la transición de energía fósil a la renovable como la superficie del triángulo sombreado de la *figura 1* acotado por debajo del precio del kwh de carbón hoy (U$S 4,5 centavos) y por arriba del costo decreciente de un kwh que se espera de las curvas de aprendizaje de DOE para la electricidad generada por energía solar a medida que aumenta la capacidad instalada. Al tomar en consideración las curvas de aprendizaje de DOE para energía de fuente fósil y solar, a medida que nuevas plantas solares se construyen esta superficie sólo representa 148 millones de dólares. Este es el costo esperado de largo plazo de cambiar de combustibles fósiles a energía solar. En muchos países en desarrollo fuentes alternativas como CSP ya son competitivas porque carecen de combustibles fósiles y adquirirlos y transportarlos es costoso.

El valor del costo de transición de largo plazo recién consignado es más bien pequeño y por lo tanto tranquiliza los ánimos en cuanto a resolver los problemas de largo plazo.

Sin embargo se presenta una pregunta importante: si la transición de largo plazo hacia fuentes de energía alternativas puede lograrse a tan bajo costo, ¿por qué no utilizar el mismo método para el corto plazo? Porque, sencillamente, esta solución no funciona para el corto plazo debido a que los supuestos no se mantienen en el mismo. Por ejemplo, eliminamos del cómputo anterior los costos fijos de construir nuevas plantas para fuentes de energía alternativas y lo hicimos sobre la base de que los mismos quedan casi totalmente absorbidos en el largo plazo por los costos variables de vender electricidad por kwh. Se trata de una práctica estándar, de hecho 90% de los U$S 4,5 centavos por kwh mencionados anteriormente para la electricidad generada por energía solar representa la amortización de costos fijos.[25] Sin embargo, si se aplica al corto plazo deben considerarse los costos fijos los cuales, como se indica a continuación en el *cuadro 1*, pueden ser enormes, a saber: entre U$S 200 y 400 billones para la solución de largo plazo.

Los valores del *cuadro 1* a continuación se computaron sobre la base de la cantidad de 400MW CSP PT plantas que se necesitarían para atender el aumento de largo plazo de utilización de energía para el resto del siglo, esperando que se multiplique entre cinco y diez veces, como también la cantidad de plantas requeridas en el corto plazo para extraer el nivel actual de emisiones de dióxido de carbono de 24 mil millones de toneladas por año. El costo de capital por planta se estimó a partir de un desempeño de 3 centavos por kwh y 8 dólares la tonelada de carbono extraído, ambos logrados después del aprendizaje, estos son los principales costos de capital e implican aproximadamente 200 millones de dólares de capital por planta de 400 MW CSP PT.

La cifra de 200 a 400 billones de dólares del *cuadro 1* representa la capacidad instalada requerida para atender el aumento de la demanda energética en el largo plazo de entre 5 y 10 veces y, claramente, no es realista para la transición de corto plazo debido a que es mayor que el PIB de todo el mundo, no obstante ser adecuado para el largo plazo.

Cuadro 1. Cantidad de plantas y costos fijos requeridos en el corto y largo plazo[26]

	Largo Plazo Plantas CSP PT	**Corto Plazo** Plantas termostáticas globales
Plantas Requeridas	1.000.000 - 2.000.000[27]	15.000[28]
Costos de Capital[29]	200 a 400 billones de dólares[30]	3 billones de dólares[31]

[25] Esta cifra se refiere al caso de energía termosolar como fuente de la generación de electricidad, Eisenberger and Chichilnisky, 2007. No se aplica a la electricidad generada por carbón, para la cual los costos variables alcanzan el 33% de los costos variables del carbón en sí mismo ni para la electricidad producida por petróleo donde la participación de la materia prima es aún mayor.

[26] El *cuadro 1* resume resultados de Eisenberger and Chichilnisky, 2007 y los supuestos que le dieron origen se encuentran en el texto.

[27] Basado en la producción mundial de electricidad de hoy de $1,5x10^{14}$ kWh. Se supone que cada planta produce $0,7x10^{9}$ kwh por año, cf. Eisenberger and Chichilnisky op.cit.

[28] La cifra debe ajustarse por el costo de estabilizar las emisiones totales a los niveles de hoy, véase Pacala and Socolow 2004. Se basa en la captura y el almacenaje de 24 giga toneladas de carbono anualmente a un costo de aproximadamente 8 dólares por tonelada.

[29] Los costos de capital comprenden el costo de construir la planta. Las cifras presentadas aquí no incluyen el ingreso que proviene de la venta de electricidad ni el carbono capturado. La solución termostática global podría brindar beneficios casi inmediatos por la generación de electricidad y la venta de créditos por carbono en el mercado de carbono..

[30] El rango de 200 a 400 billones de dólares representa la concesión para el aumento de energía que se espera en el largo plazo. Por ejemplo, el costo de capital de 400 billones de dólares representa la multiplicación por 10 requerida para satisfacer el aumento de la demanda energética estimado en 2,7% anual hasta fin de siglo.

[31] Este costo de capital se postula a partir de 200 millones de dólares por planta, bajo los supuestos del pie de página 17 más arriba, véase Eisenberger and Chichilnisky 2007.

Existen otras maneras de ilustrar la diferencia entre cuestiones de corto y largo plazo. Los costos consignados en el *cuadro 1* comprenden reemplazar la electricidad generada por el carbón por aquella generada por la térmica solar y la comparación puede ser problemática por cuanto las soluciones de largo plazo no son compatibles con las de corto plazo. Por ejemplo, en el corto plazo ciertos sectores que utilizan combustibles fósiles no pueden utilizar electricidad, a saber, el transporte que representa cerca de 28% del consumo total de energía. El transporte es una de la utilizaciones de energía que más aumenta en el mundo hoy y la electricidad producida por energía solar no podría reemplazar la de combustibles fósiles en el corto plazo en el sector de transporte. Por lo tanto la metodología utilizada anteriormente sólo podría tratar con alrededor de 70% del carbono emitido hoy, aunque es realista suponer que en el largo plazo podría tratar con todas las emisiones.[32] Por estas razones, y otras, el problema de largo plazo tiene una solución de largo plazo que parece económica y razonablemente fácil de conseguir, pero se requiere una solución diferente para el corto plazo para evitar los riesgos del calentamiento global. Este será el tópico de la siguiente sección.

[32] Las fuentes de energía alternativas pueden utilizar dióxido de carbono extraído de la atmósfera e hidrógeno creado por electrólisis del agua para hacer un combustible fósil renovable mediante el proceso de Fischer-Propisch, cf. Eisenberger and Chichilnisky, 2007.

4. Administrar los riesgos de corto plazo

Los supuestos planteados hasta aquí son válidos para el largo plazo. Por ejemplo, supusimos que en un mercado competitivo prevalecerá la tecnología de costos más bajos, lo cual es un supuesto de largo plazo. Utilizamos una curva de aprendizaje como si el mismo estuviera difundido uniformemente en todo el mundo, lo cual solamente puede ocurrir en el largo plazo.

En el corto plazo se esperan acontecimientos más desparejos y desordenados. Habrá prueba y error y una competencia feroz entre las distintas fuentes de energía, fuentes de combustibles fósiles y energía renovable, con muchos esfuerzos iniciales apareciendo, fracasando y finalmente desapareciendo. No importa cuán confiables sean las curvas de aprendizaje DOE, no parece posible computar los costos actuales de prevenir riesgos como si la economía automáticamente eligiera el sendero más eficiente en el corto plazo. Tampoco es realista pensar que el mundo es uniforme en términos de recursos o capacidad organizativa. De manera que esta tecnología al igual que otras alcanzará los distintos países del mundo a distintas tasas, habiendo quienes la incorporen primero y otros que esperarán detectar desenlaces exitosos antes de iniciarse a su vez.[33]

[33] A. Grubler *Long Wave: Technology Diffusion and Substitution* Daedalus, Summer July 1st, 1996.

Por lo tanto en el corto plazo una estimación de los costos de administración de riesgos se logrará de manera diferente. La justificación de nuestro enfoque es que para el corto plazo podemos brindar una *cota inferior realista* para administrar el riesgo del calentamiento global al indicar una posible solución y maneras de implementarla. La tecnología de producción conjunta utiliza un proceso específico que es práctico y adecuado para el doble problema a resolver, a saber, aumentar las existencias de energía en el corto plazo y disminuir el carbono en la atmósfera y, por ende e inmediatamente, disminuir el riesgo de calentamiento global. En un mercado competitivo con suficiente información, los costos realizados no deberían exceder significativamente una cota inferior factible.

Para brindar una estimación de los costos comprendidos utilizamos nuestro conocimiento actual sobre el aprendizaje, el cual como ya se mencionó predice costos

esperados de generación de energía para distintas capacidades instaladas. En la próxima sección comparamos estos costos de administración de riesgo de corto plazo con primas de seguro estándares, comercialmente competitivas, que se aceptan en todo el mundo para cubrir riesgos patrimoniales, ya sea en situaciones catastróficas o no. Además supondremos que se instrumenta una política pública para estabilizar las emisiones de carbono a los niveles actuales.[34] En la actualidad estamos emitiendo en términos netos anualmente alrededor de 24 giga toneladas de carbono. Supondremos de ahora en más que deberemos capturar y secuestrar ese monto de emisiones anualmente.

[34] Véase Nicholas Stern, *The Economics of Climate Change Cambridge University Press, 2006, Chapter 6, p. 188-189* y S. Pacala and R. Socolow, *"Stabilization Wedges: Solving Climate Problem for The Next Fifty Years with Current Technologies* Science Vol. 305 (August 13, 2004), 268-272.

Es importante observar que la necesidad de generar electricidad conjuntamente con la captura y el almacenaje de carbono utilizando este enfoque es limitado y tiene un fin natural cuando lleguemos a la neutralidad del carbono, es decir, cuando no agreguemos más CO_2 en términos netos a la atmósfera. El termostato global avanza al aumentar la capacidad instalada de plantas de energía solar y las facilidades creadas pueden eventualmente reemplazar los combustibles fósiles como fuente de energía. Una vez que la capacidad construida logró el tamaño adecuado, ya no se requieren más combustibles fósiles para generar electricidad. Si cubrimos nuestras necesidades crecientes de energía con recursos alternativos y renovables, y cerramos las fuentes de combustible fósil cuando amorticen sus inversiones, reduciremos la necesidad de extraer CO_2 de la atmósfera para el fin de siglo, aunque podamos necesitar protegernos del cambio climático por otras razones. En otras palabras, la solución se convierte naturalmente en una manera de brindar energía renovable a nivel global sin utilizar combustibles líquidos y, por lo tanto, sin emisiones adicionales problemáticas de carbono. Esta solución entonces satisface nuestro requisito de que las políticas de corto plazo deberían facilitar en vez de malograr la consecución de objetivos de largo plazo.

Los costos económicos comprendidos en todo el proceso termostático global se examinan a continuación, al igual que las consecuencias de la economía de los mercados de carbono que se crearon en 1997 en el Protocolo de Kyoto por Naciones Unidas los cuales se analizan en las dos últimas secciones.

En el *cuadro 1* se muestra el costo de capturar y secuestrar 24 giga toneladas de carbono anualmente siguiendo los supuestos planteados anteriormente.[35]

[35] El cómputo y los supuestos detallados se brindan en Eisenberger and Chichilnisky, 2007, op. cit.

5. Prima por riesgos de catástrofe en el cambio climático

Un informe reciente ampliamente difundido[36] brindó nuevas estimaciones sobre los costos potenciales del calentamiento global. Aunque su marco es bastante diferente del adoptado aquí, podemos estimar los riesgos de corto plazo del cambio climático en términos del valor de la pérdida de propiedad que entra en juego en los casos de riesgo catastróficos, que se computó en aproximadamente 20% del PBI mundial ahora y en el futuro cercano. Este número nos permite evaluar el alcance del ajuste de la solución de corto plazo propuesta en este trabajo con los modelos estándares de administración de riesgo, como los brindados por el seguro patrimonial en el caso de riesgos catastróficos.[37] A efectos de comparar los costos con enfoques estándar de seguros, brindamos ahora porcentajes que representan la prima anual dividida por el monto asegurado o el valor asegurado en una variedad de riesgos inmuebles:

[36] Nicholas Stern *The Economics of Climate Change* Cambridge University Press, 2006, Chapter 6, p. 188-189.

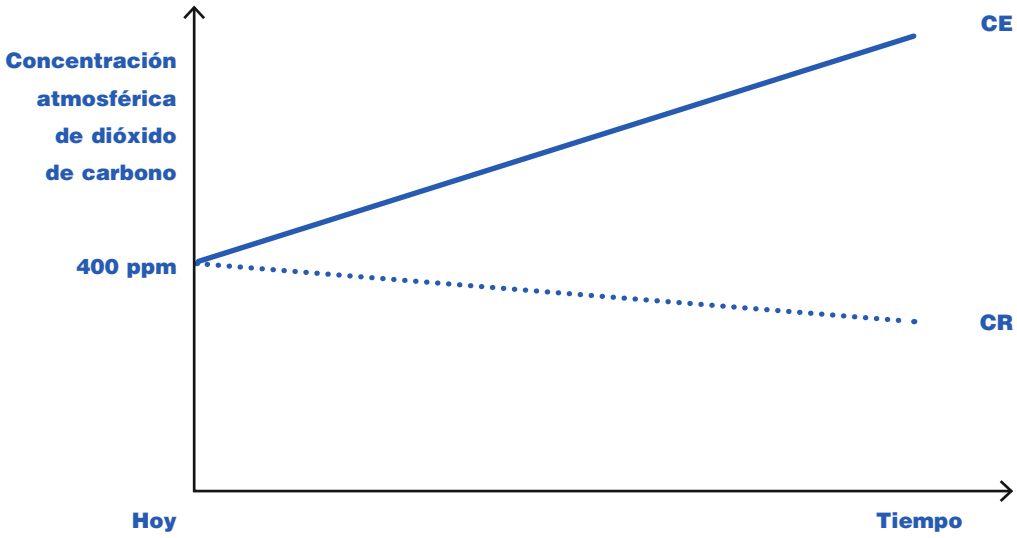
[37] Una advertencia se requiere cuando se comparan los costos de asegurar con el costo de la supresión del carbono: dicha supresión puede no llevar a una reducción de un dólar por cada dólar de disminución de prima de seguros y, por supuesto, los beneficiarios pueden no ser los mismos en ambos casos.

Cuadro 2. Primas patrimoniales sobre riesgos estándar y catastróficos

	Porcentaje pagado para proteger el monto asegurado	Prima media de asegurar 1.000 dólares
Inundación[1]	entre 2,2% y 2,8%	entre 22 y 28 dólares
Terremoto[2]	entre 1,0% y 2,2%	entre 10 y 22 dólares
Básico de vivienda[3]	entre 0,2% y 0,7%	entre 2 y 7 dólares

1. FloodSmart.gov. 2. California Department of Insurance. 3. California Department of Insurance and National Association of Insurance Commissioners (las dos fuentes difieren en 0,1 dolar) http://www. aic.org/Releases/2007_docs/NAIC_Releases_Homeowners_Ins_Report.htm, and http://www. naic.org/documents/research_stats_homeowners_sample.pdf

Figura 2



CE = Carbono evitado: reduce las emisiones pero la concentración de carbono sigue aumentando
CR = Carbono reducido: reduce la concentración mediante la captura del CO2 del aire

En el *cuadro 1* de la sección anterior brindamos una estimación de los costos de utilizar el enfoque del termostato global para prevenir los riesgos de corto y largo plazo del calentamiento global. Tomando en cuenta la evaluación de Stern los costos potenciales comprendidos en el caso de catástrofes[38] alcanzan cerca de 20% del PBI global o cerca de 12 billones de dólares[39], mientras que la prima anual implícita en el termostato global según informado en Eisenberger y Chichilnisky (2007) es 200 mil millones de dólares, computado como el costo de capturar y almacenar 24 giga toneladas por año a un costo de 8 dólares la tonelada. Este costo anual es menor que la prima de mercado cobrada hoy por la administración de riesgo de una cantidad de activos reales de los mercados de seguros corrientes que, como se observa en el cuadro anterior, alcanzaría alrededor de 2,5% de los 12 billones de dólares, o sea una prima anual de cerca de 288 mil millones de dólares. Vale la pena mencionar que este cómputo de corto plazo puede no ser válido en el largo plazo, porque al computar los costos supusimos emisiones de carbono a los niveles corrientes, aproximadamente 24 giga toneladas de carbono por año, un supuesto que es realista en el corto plazo pero puede no ser tan realista en el largo plazo.

Al mismo tiempo parece justo observar que el enfoque del termostato global brinda algo más que el de seguros. En efecto brinda una solución para el problema del calentamiento global en el corto plazo, que puede ser más valioso que el enfoque

[38] Stern, op. cit., 2006, chapter 6.

[39] El PBI global corriente es de alrededor de 62 billones de dólares; 20% del mismo entonces es 12 billones de dólares.

de los seguros que meramente compensa las pérdidas. Esta distinción también es importante al considerar el precio de mercado del *carbono evitado* que deja las emisiones corrientes y la acumulación continua en la atmósfera constante versus la *reducción del carbono* que reduce actualmente el nivel corriente de emisiones y hasta *reduce el total de la concentración de carbono* en la atmósfera del planeta reduciendo, por lo tanto, el riesgo del cambio climático. La *figura 2* ilustra los tres casos, sólo el tercero puede prevenir el cambio climática en el corto plazo.

6. El mercado de carbono y su impacto en la supresión de emisiones globales

Un incentivo económico clave para lograr la transición de los combustibles fósiles y disminuir emisiones de carbono fue brindado por la creación de la llamada "señal de precios" para el carbono. Estos son costos de emitir carbono impuestos por acuerdos internacionales recientes que resultaron en la creación de un *mercado de carbono* que fue propuesto y redactado en el Protocolo de Kyoto por quien escribe, y adoptado y firmado por 196 países en diciembre de 1997. En términos simples, la emisión se desincentiva cuando se cobra al emisor un precio por cada tonelada de carbono emitida, precio determinado por la oferta y demanda del mercado de carbono creado a tal efecto.[40]

El mercado de carbono nació de los compromisos de los gobiernos para reducir las emisiones totales de carbono. Los compromisos surgieron de la Convención Marco del Cambio Climático de la ONU en 1992 y su Protocolo de Kyoto de 1997 y de las restricciones europeas al carbono para los generadores e industria de la electricidad comprendidas en el Esquema de Intercambio de Emisiones de la Unión Europea, (EU ETS), y la ratificación del Protocolo de Kyoto en ley internacional en 2006.

Es importante reconocer que antes que pueda existir y operar este mercado, debe existir un acuerdo firme entre las partes para reducir el total de emisiones. Esto significa que *un límite numérico estricto sobre las emisiones totales debe acordarse entre los traders.* Caso contrario, no hay mercado de carbono.[41] Esta característica hace este enfoque más atractivo que los impuestos cuando se requieren límites amplios a las emisiones como se requieren ahora. Los impuestos no aseguran cotas a ningún tipo de emisión, como lo hacen los mercados.[42] El mercado de carbono tiene características únicas que lo distinguen de otros mercados y se analizarán más adelante. En especial, brinda un tratamiento preferencial para países pobres, de manera que aumenta la eficiencia de mercado aunque se espera que a medida que alcancen el mismo nivel de desarrollo de los demás, se enfrentarán con cotas similares. Ningún otro mercado tiene estas características.

¿Qué intercambian los *traders* de carbono? Los *traders* compran los derechos para emitir por encima de sus cotas o venden derechos para emitir debajo de sus cotas. El mercado asegura un techo global total sobre las emisiones que el intercambio de derechos no modifica. Por esta razón, el enfoque de mercado asegura un techo total a las emisiones globales de aquellos que participan. En la actualidad ni los EEUU (que emite cerca de 31% de las emisiones de carbono globales totales) ni los países en desarrollo (que en total emiten un monto similar) respetaron estas *cotas* a pesar de suscribir el Protocolo de 1997. El Protocolo de Kyoto comprende al momento menos de 40% de las emisiones globales de carbono.

[41] Véase G. Chichilnisky *The Greening of the Breton Woods,* Financial Times, January 1996, G. Chichilnisky *Key Note Speech,* Annual Meeting of The World Bank, Washington D.C., December 1996, G. Chichilnisky and G. M. Heal *Environmental Markets: Equity and Efficiency,* Columbia University Press, New York, 2000, G. Chichilnisky and G. M. Heal *Markets for Tradable CO2 Emission Quotas: Principles and Practice,* OECD, Paris, Economic Development Working Paper No. 153, and Chapter 10 in Topics in Environment and Resources, (M. Bonnan et al) Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 1999, G. Chichilnisky *North-South Trade and the Global Environment* American Economic Review Vol. 84, No. 4, September 1994, pp. 851-974, and K. Capoor and P. Ambrosi, *State and Trends of the Carbon Market 2007,* The World Bank, Washington D.C., May 2007.

[42] Esta estipulación figuró por primera vez en el Protocolo de Kyoto de la ONU en 1997.

[43] Véase G. Chichilnisky and G. M. Heal, OECD, Paris, Economic Division Report *Markets for Tradable CO2 Emission Quotas, Principles and Practice* OECD Economics Department Working Paper No 153, 1999, G. Chichilnisky and G. M Heal *Global Environmental Risks* Journal of Economic Perspectives, Fall 1993, Special Issue on the Environment, pp. 65-86. G. Chichilnisky: Key Note Presentation at OECD Conference *The Economics of Climate Change,* OECD, Paris, June 14-16 1993, published with G. M. Heal in The Economics of Climate Change, (ed. T. Jones) OECD, Paris pp. 159-170.

No obstante, el mercado de carbono fue muy activo y promete reducir las emisiones de carbono. La siguiente sección brinda información para evaluar el desempeño del mercado de carbono a la fecha. Un mercado similar para el dióxido de azufre se estableció en EEUU y se considera muy exitoso para controlar las emisiones de SO_2 dentro de EEUU aunque no tiene las mismas características del mercado de carbono porque trata a todos los participantes por igual. Todas las señales indican que, pronto, EEUU puede adoptar un "enfoque de cota e intercambio" para las emisiones de carbono dentro del mismo territorio estadounidense por cuanto se avanzaron sobre varios enfoques al día de hoy[43] si bien no acata en la actualidad al Protocolo de Kyoto que suscribió en 1997. El Protocolo en sí mismo está en un período de transición por cuanto las obligaciones gubernamentales de restringir emisiones expiran en 2012 y nuevas reglas de seguimiento se negocian en la actualidad.

[43] Véase World Bank *State and Trends of the Carbon Market 2007.*

A continuación brindamos estadísticas básicas y resumimos cómo opera el mercado de carbono, quiénes son los compradores y vendedores, qué comercian y qué se logró hasta el momento en materia de reducciones de emisiones. En 2006 el mercado del carbono aumentó en términos de valores estimados 30 mil millones de dólares, tres veces más que el año anterior.[44] El mercado estuvo dominado por la venta y reventa de European Union Allowances (EUAs) por un valor de casi 25 mil millones bajo el EU ETS (Esquema de Intercambios de Emisiones Europeo). Actividades basadas en proyectos principalmente a través del Mecanismo para el Desarrollo Limpio (Clean Development Mechanism, CDM) del Protocolo de Kyoto y proyectos de implementación conjunta (Joint Implementation, JI) también aumentaron aceleradamente a un valor de cerca de 15 mil millones de dólares durante 2006. Los principios tras los proyectos de CDM y JI se explican en los *Recuadros 2 y 3.* El mercado de reducciones voluntarias de empresas e individuos es mucho menor, no obstante haber aumentado su estimación en 100 millones de dólares en 2006. El Chicago Climate Exchange (CCX) y el New South Wales Market (NSW) alcanzaron volúmenes y valores récord en 2006.

[44] Más estadísticas sobre el mercado de carbono se encuentran en *State and Trends of the Carbon Market 2007,* The World Bank, Washington D.C., May 2007, op. cit.

Otra pregunta planteada frecuentemente es *¿quiénes son los compradores de los mercados de carbono?* Los principales compradores de rigor en el mercado del carbono son:

1. Compradores particulares europeos interesados en EU ETS.
2. Compradores públicos interesados en cumplimentar el Protocolo de Kyoto.
3. Empresas japonesas con compromisos voluntarios en virtud de *Keidanren Voluntary Action Plan* (Plan de acción voluntaria Keidaren)
4. Multinacionales de EEUU operando en Japón y Europa y preparándose por adelantado para la iniciativa regional del gas de invernadero *Regional Greenhouse Gas Initiative* (RGGI) en los estados del NE de EEUU o la *California Assembly Bill 32* que establece una cota de alcance estadual sobre emisiones
5. Minoristas de energía y grandes consumidores regulados por el mercado de New South Wales (NSW) en Australia.
6. Compañías norteamericanas con objetivos de cumplimiento voluntario y vinculante en el Chicago Climate Exchange (CCX) .

Otra pregunta planteada frecuentemente es *¿Quién domina los mercados de carbono?* En 2006 los compradores europeos dominaban los mercados primarios CDM y JI con 86% de participación del mercado (vs. 50% en 2005) y las compras japonesas sólo alcanzaban 7% del mercado primario. El Reino Unido lideraba el mercado con cerca de 50% de los volúmenes basados en proyectos, seguido por Italia con 10%. Compradores del sector privado, predominantemente bancos y fondos de carbono, siguieron comprando grandes cantidades de activos CDM, mientras compradores del sector público continuaron dominando las compras JI.

El EU ETS (Fase I) demostró que *la señal de precio del carbono* en Europa logró incentivar reducciones de emisiones dentro de la misma y especialmente en los países en desarrollo. Después de la difusión de los datos definitivos sobre emisiones de 2005, resultó claro que la cota de emisiones 2005-6 no se fijó en el valor adecuado visto las emisiones efectivas del período, de manera que los precios cayeron rápidamente durante 2006,[45] pero en la segunda parte de 2006, el mercado trasladó su atención a la Fase II basada sobre las expectativas de que las cotas serían mucho más exigentes para asegurar precios más altos y más estables. En la próxima sección explicamos este fenómeno desde el punto de vista teórico.

[45] En 2006 la Comisión de la UE proclamó la Fase I como de aprendizaje y prometió evaluar los planes del segundo período (Fase II) de manera de "asegurar la aplicación correcta y consistente de los criterios y suficiente escasez de asignaciones EU ETS".

Desde el punto de vista físico, es importante hacer el seguimiento de las reducciones de carbono alcanzadas por su mercado. A diferencia del mercado altamente volátil de EUA 2006, los activos basados en proyectos mostraron una gran estabilidad de precios, mientras los volúmenes transados también crecieron a tasas estables y los países en desarrollo ofrecían casi 450 $MtCO_2e$ de créditos primarios de CDM para un valor total de mercado de 5 mil millones de dólares. Los precios medios para certificados de reducciones de emisiones (CERs) de países en desarrollo en 2006 aumentaron en el margen a 10,90 dólares con una amplia mayoría de transacciones en el rango de 8 a 14 dólares. China siguió con una participación de mercado dominante en el CDM con 61% y fijo un piso de precios relativamente estable para la oferta global de CERs.

Para resumir, desde 2002 se acumularon 920 $MtCO_2e$ –equivalentes a 20% de las emisiones de la UE en 2004– que fueron transadas a través de transacciones primarias CDM por un valor de 8 mil millones de dólares.

7. ¿Cómo fija el mercado los precios del carbono y qué controla la estabilidad?

La sección anterior demostró cómo se logró un mercado que funcionara en 2006 partiendo de una única construcción teórica en el Protocolo de Kyoto de 1997. Un mercado del carbono que transa más de 30 mil millones de dólares, que logró reducir emisiones de carbono y transferir cerca de 9 mil millones de dólares a los países en desarrollo para proyectos CDM de reducción de carbono.

A pesar del éxito de la estrategia de mercado, la estabilidad del mercado de carbono analizado en la sección anterior sigue preocupando a la industria privada, por cuanto busca objetivos firmes para planificar costos y oportunidades en los años venideros. Los legos confunden comprensiblemente cómo se fijan los precios en el mercado y creen que se fijan por las fuerzas de oferta y demanda de los comerciantes que actúan libremente. En realidad, los precios fluctúan en el corto plazo según las fuerzas de la oferta y la demanda, como se demostró en la sección anterior de 2006, pero es posible identificar valores fundamentales del mercado que determinen precios del carbono -y no tienen nada que ver con las fuerzas de la oferta y demanda de corto plazo de parte de los comerciantes. Como se analizó en la sección anterior, la caída de precios durante 2006 se debió a bajas cotas de emisión, como reconocimos en una declaración de la Comisión de la Unión Europea. Esta sección explicará cómo funciona el mercado de carbono para determinar su precio, y cómo estos precios fluctúan en el tiempo. Mostraremos que en una economía dominada por el combustible fósil, hay dos valores fundamentales que determinan los precios en el mercado de carbono: (1) las cotas de emisión, que

miden la escasez y el alcance de la demanda de *permisos* para *emitir,* y (2) la eficiencia de la tecnología en transformar combustibles fósiles en bienes y servicios, que es el equivalente al costo de supresión. Esta sección termina con una explicación de cómo el mercado de carbono evolucionará si se adopta la tecnología termostática global, y una visión general en la transformación del mercado que ocurre desde la economía de combustibles fósil hasta la era solar.

Las variables fundamentales del mercado de carbono y el funcionamiento del mercado en sí mismo se explican en el *Anexo 1* de este trabajo. La tecnología es crucial para la determinación de precios de carbono, por lo tanto se espera que un cambio tecnológico, como se propone aquí, tendrá un gran impacto sobre el precio del carbono.

8. La transición del corto plazo al largo plazo: de la economía del combustible fósil a la energía solar

Puede ilustrarse gráficamente cómo una nueva tecnología impacta la *frontera de transformación* entre bienes y supresión, y los cambios que ocurren en el mercado de carbono cuando se adopta la tecnología termostática global.

La adopción de la termostática global (TG) lleva a la *figura 3* a continuación, que reemplaza a la *figura 3 del Anexo* cuya validez se limita a las economías de combustible fósiles. Cada adopción de termostática global lleva a una nueva curva, tal como ilustra la *figura 3.* Debido a que la termostática global puede generar energía y al mismo tiempo disminuir el dióxido de carbono en la atmósfera, la nueva curva muestra niveles de supresión cada vez mayores correspondientes con el mismo nivel de producción de bienes. Además, debido a que cada planta aumenta la energía eléctrica disponible, la curva de la producción factible de bienes X también se desplaza a la derecha.

Puede ilustrarse y comparar el efecto de construir una planta de carbón estándar y una planta termostática global. Cada planta de carbón aumenta la energía y por lo tanto el producto, pero disminuye la supresión de carbono, (véase la *figura 4*). Si la nueva planta de carbón tiene capacidades de *carbón limpio,* es decir, captura y almacena el carbono que emite, entonces la situación es tal como se presenta en la *figura 5,* a saber, construida la nueva planta el nivel de supresión de carbono permanece invariante, pero el producto total disminuye en alguna medida respecto de lo que sería posible debido al costo adicional del dióxido de carbono capturado y almacenado (CAC o captura y almacenaje de carbono). Para resumir: las plantas de carbón limpio constituyen una mejoría respecto de plantas de carbón estándar porque permiten más energía y producto sin aumentar las emisiones de carbono. Sin embargo, ambas son inferiores a la solución termostática global porque ésta simultáneamente puede aumentar el producto y reducir la concentración de carbono de la atmósfera y de otras fuentes, además de la emisión propia de la nueva planta.

Falta comentar el posible efecto de una estrategia termostática global sobre los mercados de carbono. La *figura 6* ilustra esta situación. Si las cotas sobre emisiones se reducen a niveles más adecuados y como la Unión Europea indicó que seguirá haciendo, entonces el precio del carbono puede permanecer constante durante una parte del proceso. Sin embargo, en algún momento, a medida que más infraestructura se base en energía renovable, se necesitarán menos cotas a las emisiones y por lo tanto el precio del carbono disminuirá y en algún momento en la economía renovable el precio del carbono será, por supuesto, cero.

En la *figura 6* vemos que el proceso de transformación continúa hasta que todas la instalaciones de combustibles fósiles se reemplazan por fuentes de energía alternativa que son neutrales al carbono. En esta situación ya no hay compensaciones entre más bienes y un mejor medio ambiente. El monto total de los bienes se determinará como en la *figura 2 del Anexo*, en términos del monto de energía disponible. En la economía solar es simplemente una cuestión de capital por cuanto la materia prima es gratis. Ya no hay compensación con la supresión del carbono y la amenaza del cambio climático se neutralizó.

Una última observación que emerge de estos diagramas es que el elemento limitante en la producción y el consumo en la economía solar es el capital, por ejemplo la capacidad para construir plantas solares que son muy costosas como descubrimos en el *cuadro 1*. La energía solar es muy abundante y renovable, se ha dicho que brinda el equivalente de un pie de petróleo bañando el planeta todos los días. Aunque no sea infinito, es tan abundante y su distribución tan democrática sobre la superficie terrena que la energía solar podría brindar un proceso rápido sin dañar la atmósfera del planeta. Existen, por supuesto, otros límites medioambientales. Pero el cambio climático podría mantenerse bajo control mediante el termostato global en el corto y largo plazo.

Figura 3

Cada nueva planta TG cambia la curva de transformación entre bienes y supresión de carbono brindando más energía y aumentando la supresión de carbono.

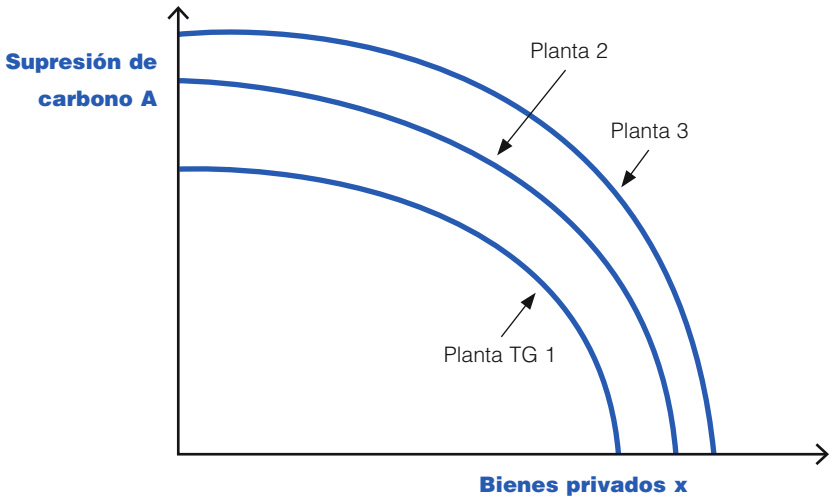


Figura 4

Se construye una nueva planta de carbón estándar.
Aumenta la cantidad de energía y productos pero reduce la supresión de carbono.

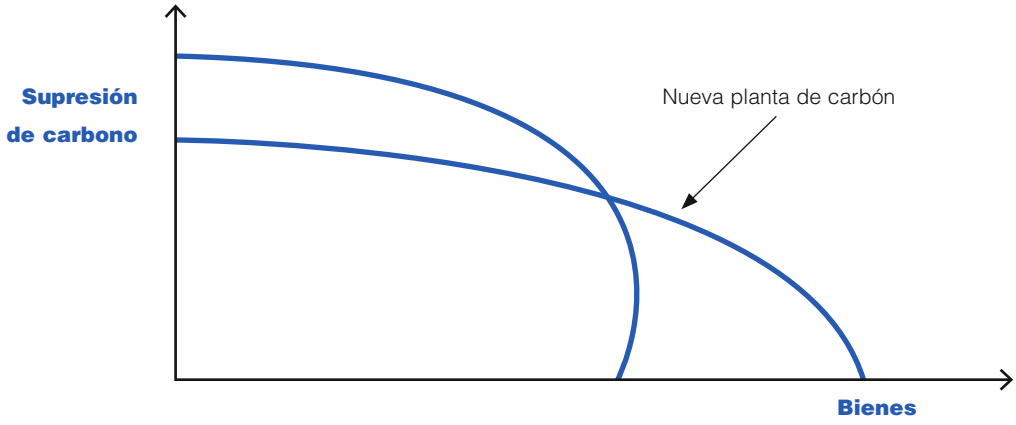


Figura 5

Una nueva planta de *carbón limpio.*
Aumenta el suministro de energía –algo menos que la TG– pero mantiene la supresión del carbono.

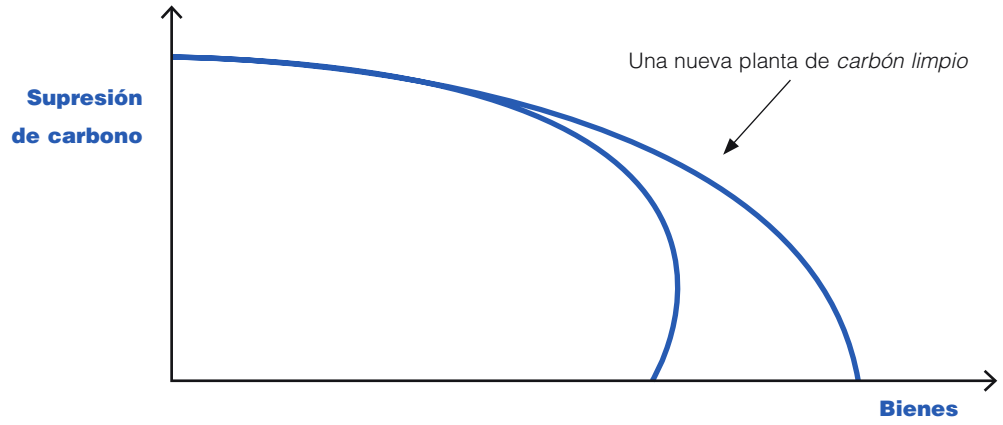


Figura 6

Los precios del carbón disminuyen a medida que los combustibles fósiles se reemplazan gradualmente por fuentes renovables

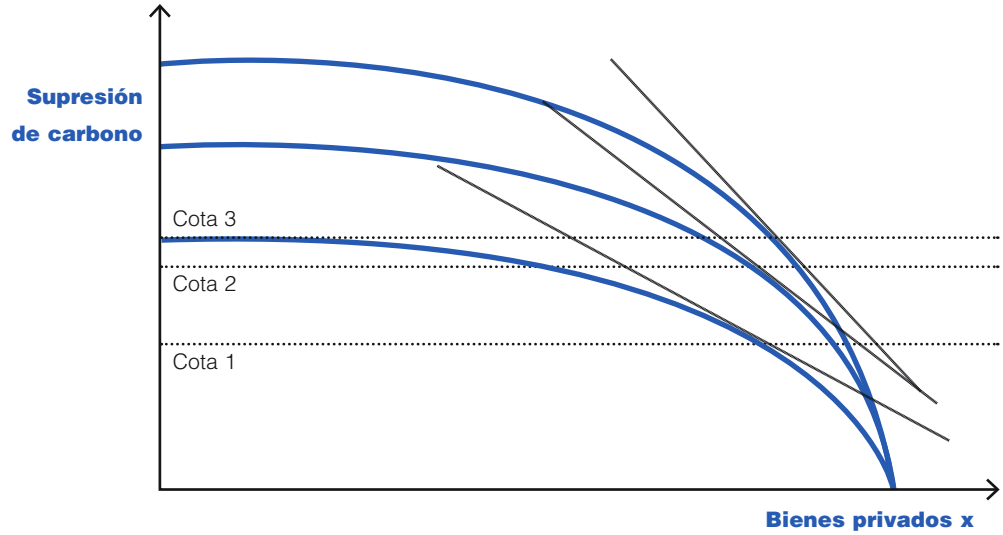
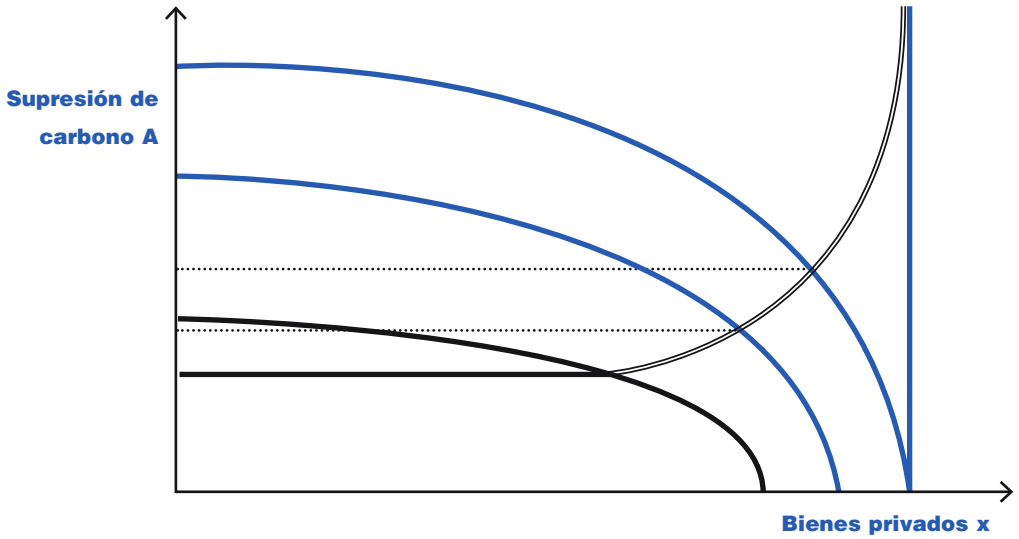


Figura 7

Transición del combustible fósil a la energía solar



La *figura 7* muestra cómo disminuye la compensación inicial entre bienes y un medio ambiente mejor y finalmente desaparece en la era solar. A medida que se instalan plantas del termostato global y se reducen las cotas sobre emisiones, la curva de *transformación* de pendiente negativa del *corto plazo* identificada con un trazo grueso (como lo señalan las curvas de transformación azules) y la curva actual que se observa en el largo plazo, vinculando los bienes producidos y la supresión de carbono realizada, en cambio tiene una pendiente positiva: es la curva ascendente de varios trazos. En el muy largo plazo, la misma converge suavemente en la línea vertical azul que indica el monto total de bienes producidos por la economía, una cantidad que no depende ni disminuye con la supresión de emisiones de carbono.

9. Países en desarrollo: el carbono evitado y el carbono reducido

Los países en desarrollo aumentan masivamente su utilización de energía y se espera que dentro de veinte a treinta años se conviertan en los emisores de carbono más grandes del mundo. Ciertamente, como ya se señaló, China construye una nueva planta de carbón por semana. No hay política pública que pueda reducir el riesgo de calentamiento global en el largo plazo sin encontrar una manera de controlar y reducir las emisiones de China.

La mayor parte de la energía generada este siglo vendrá de plantas de energía recién construidas, porque se espera que la energía utilizada aumente entre cinco y diez veces en lo que queda del siglo. Por lo tanto es importante apreciar la diferencia entre tres estrategias energéticas diferentes sustentadas en plantas de carbón convencionales, plantas de *carbón limpio* y plantas de termostato global.

Las figuras anteriores ilustran la diferencia entre construir una nueva planta de carbón estándar, una planta de *carbón limpio* y una planta de termostato global. Las plantas de carbón estándar aumentan la energía y la producción a expensas de la calidad del medio ambiente, aumentando los riesgos del cambio climático. Las plantas de carbón *limpio* mantienen un nivel similar de supresión de carbono pero aumenta la energía y la producción de bienes (aunque un poco menos). Estabilizan las emisiones por cuanto limpian sus propias emisiones, pero las emisiones de otras fuentes siguen aumentando, alterando así la atmósfera a medida que aumenta la concentración de carbono y llevando a aumentar los riesgos del cambio climático. La estrategia propuesta en este artículo es introducir en su lugar plantas de termostato global, que tienen la capacidad de aumentar la energía y producción de bienes sin emisiones de carbono y al mismo tiempo disminuyen la concentración atmosférica de dióxido de carbono de otras fuentes - reduciendo así el riesgo global del cambio climático.

El mercado de carbono del Protocolo de Kyoto asegura que la reducción de concentraciones de carbono brinda más compensación financiera para los países en desarrollo (a través de CDM) que simplemente estabilizando emisiones. En particular las plantas de termostato global conseguirían crédito por el carbono evitado por utilizar una fuente neutral al carbono para producir electricidad y por la reducción en dióxido de carbono de otras fuentes que brindan por la captura del aire y almacenaje. Así el CDM puede ser una herramienta poderosa para financiar plantas termostáticas globales en países en desarrollo. Esto a su vez puede proveer a los países en desarrollo en el largo plazo de infraestructura de energía limpia, y en el corto plazo puede brindar transferencia de tecnología y una fuente de energía abundante y limpia para el crecimiento de sus economías.

10. Conclusiones

Utilizando fuentes neutrales al carbono de energía térmica pueden generarse conjuntamente electricidad y la captura en el aire de dióxido de carbono y su almacenamiento. Esto brinda más energía y disminuye la concentración de carbono en la atmósfera. Fomenta la seguridad energética y el desarrollo económico mientras previene el cambio climático. En el largo plazo, el proceso acelera la transición hacia fuentes alternativas y es compatible con el desarrollo sostenido. Examinamos las estrategias para utilizar esta capacidad en el contexto del mercado de carbono creado por el Protocolo de Kyoto, y las implicancias para las naciones industriales y en desarrollo de una transición de combustibles fósiles a una economía solar. La estrategia de termóstato global propuesto en este trabajo es al día de hoy la solución más eficiente de las examinadas, brindando una transición más segura y más veloz hacia un futuro renovable.

Los mercados de carbono tienen un rol importante. El mercado de carbono es crítico para adoptar las tecnologías de reducción de carbono que se sugieren en este trabajo, en términos comerciales. La captura y almacenaje de carbono suman costos a las plantas generadoras de electricidad. Por lo tanto se necesita un mercado de carbono funcionando con cotas para emisiones de carbono cada vez más bajas para brindar precios del mercado de carbono realistas que pueden brindar un ingreso a los inversores en estas plantas y justificar su construcción en términos comerciales.

Recuadro 1. El Termostato Global

La expresión Termostato Global se utiliza para describir una tecnología que tiene la inusual capacidad de aumentar el suministro de energía y a la vez reducir la concentración de carbono en la atmósfera. La tecnología denominada Pantalla Parabólica de Energía Solar Concentrada, también indicada como PP ESC, e instalada en plantas de energía que utilizan *energía solar térmica* como fuente de electricidad, utilizan equipos denominados *pantallas parabólicas* que concentran el calor generado por el sol y lo focalizan en un material absorbente como sales tratadas. El calor se utiliza para girar las turbinas que generan electricidad. La energía residual utilizada en este proceso –también denominada *calor del proceso*– luego se utiliza por el Termostato Global para operar las instalaciones de captura de carbono que extraen el carbono del aire y almacenan el dióxido de carbono en la tierra dentro de cavidades especiales, o para elaborar materia sólida como piedra caliza para la construcción de vivienda o limo para fertilizantes. Por cada kwh de electricidad producida, esta tecnología puede capturar y almacenar más de 2,2 kg de carbono. Cuanta más electricidad genera el Termostato Global, más carbono extrae. El Termostato Global puede utilizar otras formas de *calor del proceso* para extraer carbono del aire, calor producido por otras fuentes de energía renovable como la hidroeléctrica, eólica, nuclear y geotermal. También puede utilizar calor del proceso de fuentes de combustible fósil que se utilizan para producir electricidad como carbón, petróleo y gas, aunque la mayoría de los beneficios proviene de plantas de energía renovable (en el caso de las plantas de combustible fósil, la extracción de carbono tiene doble tarea, a saber, reducir no solo el carbono producido por la planta sino también el carbono ya existente en la atmósfera). El Termostato Global puede reducir la concentración de carbono en la atmósfera a la tasa deseada y por lo tanto en principio puede controlar la temperatura media global, lo cual explica su nombre. Si bien la tecnología del Termostato Global es nueva, se basa en tecnologías probadas que brindan (i) fuentes solares térmicas de electricidad, (ii) captura de dióxido de carbono en el aire, y (iii) el almacenaje del carbono bajo tierra o sobre materiales sólidos, los cuales se conocen todos y se describen en la literatura.[46]

[46] P. Eisenberger and G. Chichilnisky 2007 op. cit, Eisenberger and Chichilnisky poseen la patente del Termostato Global. Klaus S Lackner et al., *The Case for Carbon Dioxide Extraction from the Air* Source Book 57 (9): p6-10. Klaus S. Lackner et al., *Carbon Disposal in Carbonate Materials,* Energy 20,1153-1170(1995). Reference 6 in Kydes Report, EIADOE-0607(99). Franz Trieb et al., *A Renewable Energy and Development Partnership EU-ME-NA for Large Scale Solar Thermal Power & Desalination in the Middle East and North Africa,* http://www.trecumena.org.documents/sanaa paper and annex 2004 04 15.pdf. Joshua Stolaroff et al., *A pilot-scale prototype contactor for CO2 capture from ambient air: cost and energy requirements,* http://www.ucalgary.ca/~keith/papers/84.Stolaroff.AirCaptureGHGT-8.p.pdf Mcmahan L. Gray, Amine *Rich Solid Sorbents for Carbon Dioxide Capture,* Patent 6547854, 04/15/ 2003. David W. Keith et al., *Climate Strategy with CO2 Capture From Air,* Climate Change (2005), DOI:10.1007/s10584-005-9026-x. W.K. O'Connor et al., *Carbon Dioxide Sequestration by Direct Mineral Carbonation* First National Conference on Carbon Sequestration, Washington DC, May (2001). David L. McCollum et al., *Techno-Economic Models for Carbon Dioxide Compression, Transport, and Storage,* Institute of Transportation Studies, University of California Davis, UCD-ITS-RR-06-14. P.S. Newall et al CO_2 *Storage as Carbonate Materials,* IEA Greenhouse Gas Program Report IEA/PH3/17, February (2000). T..M. L. Wigley, in The Carbon Cycle, T.M.L. Wigley and D.S. Schimel, Eds., Cambridge University Press, 2000) pp 258-276.

Recuadro 2. Mecanismo para el desarrollo limpio - Clean Development Mechanism (CDM)

El Protocolo de Kyoto de las Naciones Unidas fue suscripto por 166 países en 1997, EEUU entre ellos, y fue ratificado en 2005. Incluye un cuadro que estipula límites para cada país industrializado (a saber, los países de la OCDE) de la cantidad permitida de emisiones de dióxido de carbono y otros gases de invernadero. Los países en desarrollo no tienen límites para la emisión de gases. De acuerdo con la Convención para el Clima de las Naciones Unidas de 1992, las naciones en desarrollo no están obligadas a reducir las emisiones de gases salvo que reciban una compensación por hacerlo. La justificación proviene del hecho que, tanto en la actualidad como históricamente, alrededor de 70% de las emisiones globales se originan en los países de la OCDE donde vive alrededor de 20% de la población mundial. El Protocolo de Kyoto brinda tres *mecanismos de flexiblización* para implementar los límites de emisión globales. El primero es el *mercado de carbono,* por el cual países de la OCDE pueden transar libremente entre ellos sus derechos de emisión de gases, con tal que en conjunto permanezcan dentro de los límites globales. El segundo *mecanismo de flexibilización* comprende las naciones industriales y las en vías de desarrollo. Estipula que créditos de carbono se asignarán a inversores en las naciones industrializadas que inviertan en el territorio de los países en desarrollo en proyectos de tecnología *limpia* que pueden ser comprobados (en los términos de la Convención del Clima de la ONU) que reducen las emisiones de carbono por debajo de la línea nacional convenida. Los *créditos de carbono* pueden utilizarse para reducir las obligaciones de las naciones industriales de emitir, aunque las reducciones actuales de las emisiones ocurren en el territorio de las naciones desarrolladas. Estos créditos pueden intercambiarse en el mercado de carbono a los precios establecidos por los derechos de carbono intercambiados entre los países de la OCDE. En 2006, 30 mil millones de dólares se transaron en el mercado de carbono y proyectos CDM por un total de 8 mil millones de dólares se iniciaron en las naciones en desarrollo, equivaliendo a alrededor de 20% de las emisiones de carbono de la UE.[47]

[47] Véase Chichilnisky and Heal *Environmental Markets: Equity and Efficiency* Columbia University Press, 2000, que contiene el Protocolo de Kyoto y un registro detallado de la negociación y explicación de sus provisiones entre ellas el mecanismo de desarrollo limpio.

Recuadro 3. Implementación Conjunta - Joint Implementation (JI)

Un tercer mecanismo de *flexibilización* autorizado por el Protocolo de Kyoto, consiste en proyectos conjuntos iniciados en países industrializados y en desarrollo con el propósito de reducir emisiones globales y se denomina Implementación Conjunta –*Joint Implementation*– porque se implementa conjuntamente en el territorio de los países industrializados y en vías de desarrollo. Este mecanismo comprende acuerdos bilaterales entre países y por lo tanto es independiente del mercado de carbono, y correspondientemente su alcance es mucho más pequeño que el mercado de carbono o el mecanismo de desarrollo limpio CDM, comprendiendo alrededor de 100 millones de dólares en proyectos desde 2006.[48]

[48] 49 Véase World Bank Report *State and Trends of the Carbon Market 2007* op. cit.

Anexo 1

Este anexo brinda un breve resumen de la teoría existente detrás del mercado de carbono global e incluye una serie de diagramas a modo de ilustración (las figuras a continuación). El cuerpo de la teoría detrás del mercado de carbono fue desarrollado por uno de los autores cuando propuso la creación del sistema de *cota e intercambio* del Protocolo de Kyoto a la comunidad internacional en 1995 y 1996, mientras se presentó en varias reuniones de la OCDE, del Banco Mundial y la Convención Marco del Cambio Climático de las Naciones Unidas y en la redacción misma del Protocolo en Kyoto en diciembre de 1997. Los resultados a continuación indican que aunque los mercados de carbono operan de alguna manera similar a los mercados estándares, en otros son absolutamente diferentes y se comportan de manera diferente a otros mercados.[49]

Los antecedentes son los siguientes. En la economía actual, la energía de combustible fósil se utiliza para producir la mayoría de los bienes y servicios según la representación en la *figura 2* del cuerpo prinicipal. Sabemos que alrededor de 90% de toda la energía utilizada en el mundo de hoy proviene de fuentes fósiles, de manera que para simplificar el análisis supongamos que toda la energía proviene de los mismos. Debido a las características físicas de los combustibles fósiles, utilizar más combustible fósil emite más dióxido de carbono. Podemos escribir estas relaciones simplemente como sigue:

$X = F(E)$

denota la transformación de energía E en bienes, X, y se ilustra en la *figura 1* a continuación, y

$X = \psi(S),\ d\psi / dS < 0$

denota la transformación entre bienes y supresión de carbono S, cuya pendiente es negativa, como se ilustra en la *figura 2* más abajo. Al medir la energía y la supresión adecuadamente, podemos escribir,

$E = - S$

lo cual significa que cuanta más energía se utiliza, más carbono se emite y menor es la supresión de carbono S, un hecho que es propio de la economía del combustible fósil. Es importante comprender que la calidad de la atmósfera, medida por ejemplo por la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera en partes por millón, también puede considerarse *buena* o *mala* según cómo se mida. Ciertamente, menores concentraciones de CO_2 se asocian con un régimen climático más estable, mientras que concentraciones más altas de CO_2 aumentan la temperatura media y crean turbulencias atmosféricas, suben el nivel del mar y aumentan el riesgo de cambios climáticos catastróficos. El *bien* en cuestión también puede describirse como la *supresión* del dióxido de carbono, a saber una disminución de las emisiones de carbono a partir de la base de hoy de alrededor de 400 ppm. La supresión del carbono puede considerarse buena porque mejora nuestro bienestar.

La supresión del carbono de hecho es un *bien público* debido a las características físicas del dióxido de carbono, que se difunde uniforme y establemente por la atmósfera del planeta. Se considera un *bien público* porque todos en el planeta se enfrentan con la misma concentración de CO_2, sin opción. Los bienes privados son aquellos en los cuales tenemos la posibilidad de elegir consumir independientemente el uno del otro, por ejemplo, podemos elegir consumir cierta cantidad de bananas, pan y autos independientemente el uno del otro. Que la calidad de la atmósfera sea un *bien público* no es una afirmación económica ni política, es una realidad física. Yo puedo consumir teóricamente una banana mientras Ud. elige consumir dos o ninguna. Pero es físicamente imposible que yo soporte 430 ppm de carbono en la atmósfera y Ud. soporte 280 ppm. Toda la atmósfera tiene una única concentración de carbono, que es igual para todos los países. Esta característica resulta importante en las negociaciones internacionales sobre el clima.

El próximo paso está en la *figura 2* a continuación, que ilustra cómo, en una economía de combustible fósil, cuánto más energía se utiliza, menos supresión de carbono se produce. Esto se traduce en una compensación cruel que sintetiza nuestro dilema ambiental: la elección entre más bienes y un mejor clima. Esto es el por qué en una economía de combustible fósil, la industrialización y el

[49] Algunos de los resultados discutidos más abajo se publicaron en G. Chichilnisky and G. M. Heal *Environmental Markets: Equity and Efficiency,* Columbia University Press, 2002, G. Chichilnisky and G. Heal *Who Should Abate Carbon Emissions: An International Perspective* Economic Letters, Spring 1994, pp. 443-449, G. Chichilnisky, *Development and Global Finance: The Case for an International Bank for Environmental Settlements,* UNESCO and UNDP, New York, 1996.

Figura 1

La transformación de energía en bienes y servicios.

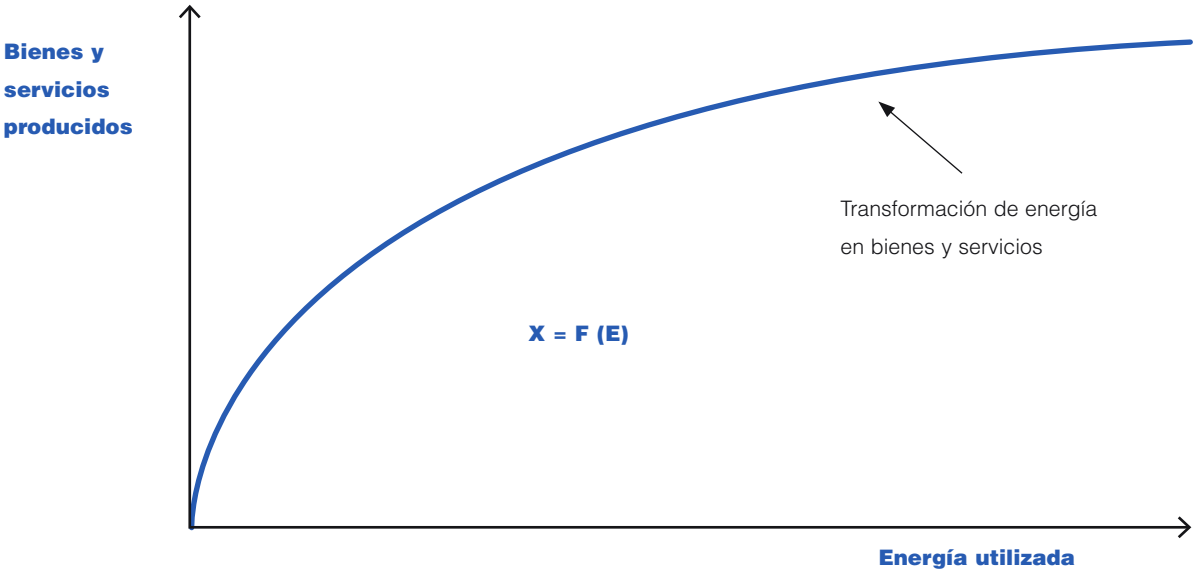
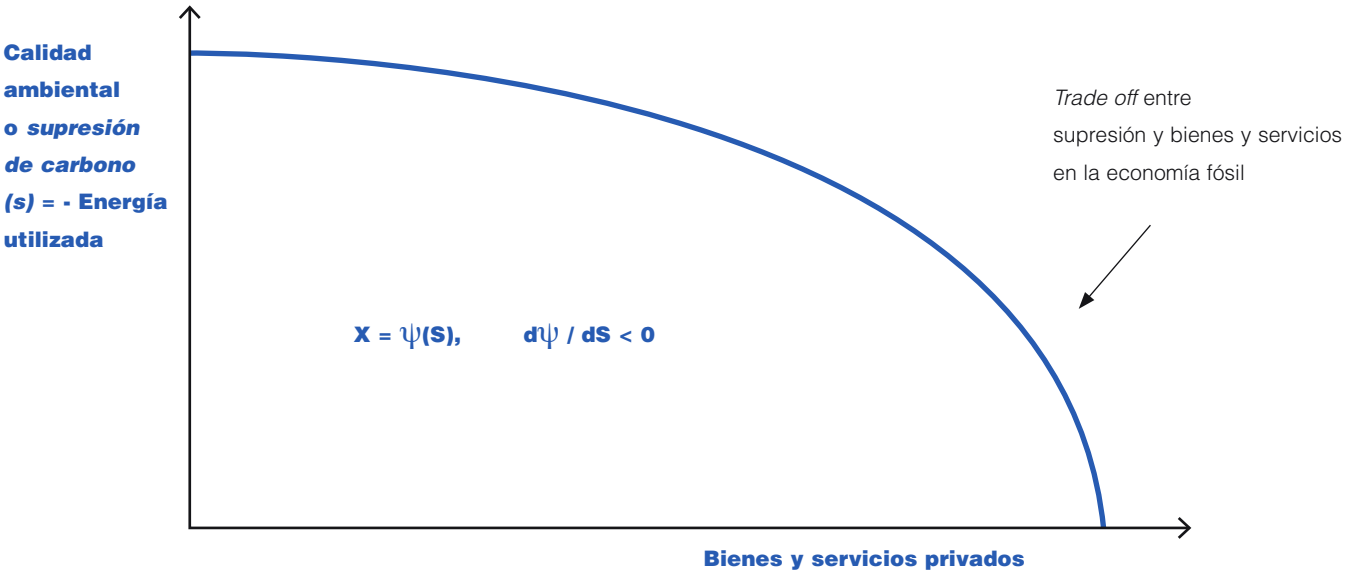


Figura 2

A mayor utilización de energía fósil, mayores emisiones de carbono.



consumismo se ven como los *culpables* del cambio climático. Ciertamente, en una economía fósil, cuantos más bienes producimos menor es nuestra calidad atmosférica.

Podemos graficar cómo funciona el mercado de carbono. La *figura 3* a continuación ilustra una economía mundial de dos países. Cada uno queda representado por un sistema de coordenadas, a la izquierda el país 1 y a la derecha el país 2. El eje horizontal representa los niveles de consumo de bienes y servicios, y el eje vertical representa los niveles de supresión de carbono, el bien público. La frontera de transformación ilustrada para cada país en la *figura 3* es la misma curva de compensación representada en la *figura 2* anterior.

Observe que cada país puede utilizar una tecnología de producción diferente, que se representa en la *figura 2* anterior mediante una curva de transformación convexa. Por lo tanto cada país en la *figura 3* puede tener una curva de transformación o compensación distintas, porque cada uno puede tener una tecnología de producción diferente. Sin embargo debido a que ambos países utilizan combustibles fósiles, como muestra la *figura 2* anterior, cuanto más energía de combustible fósil utilice un país, más carbono emitirá

Figura 3

Dos países con economía de combustible fósil. Cada uno enfrenta un *trade off* tecnológico: producir más bienes y utilizar más energía o emitir menos carbono.

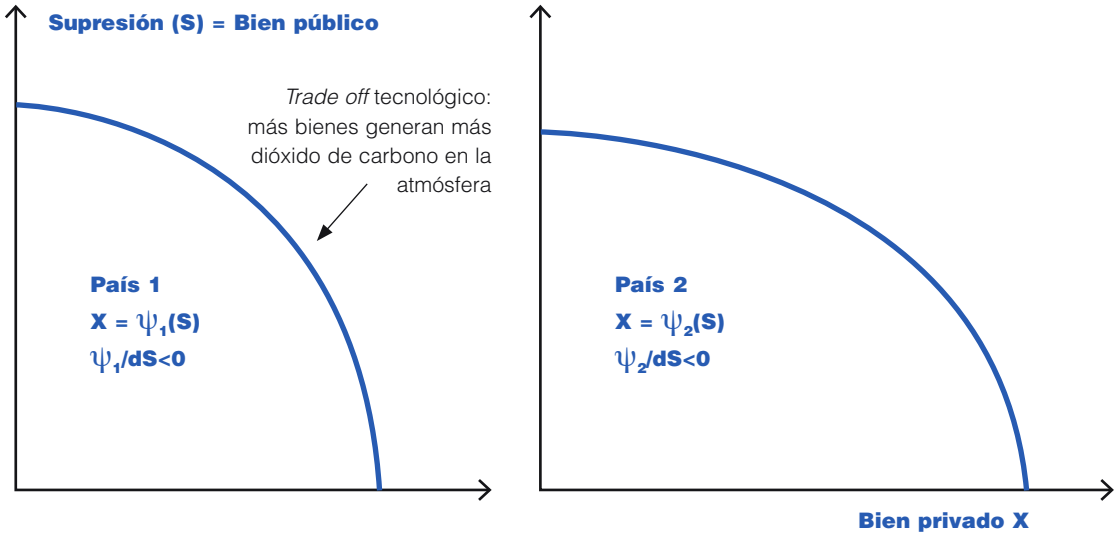
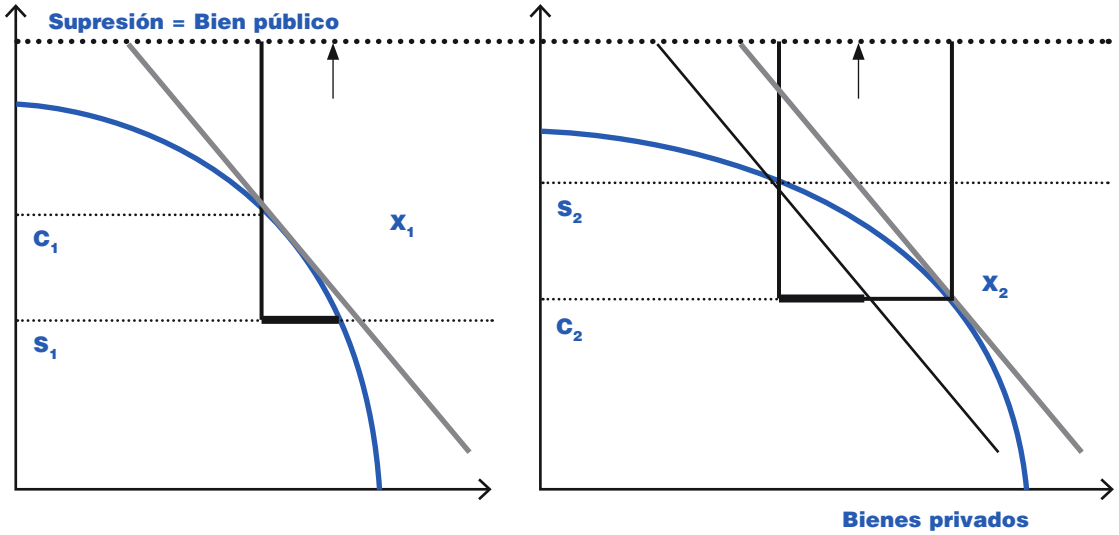


Figura 4

El precio del carbono se representa mediante la línea decreciente de color gris. Tiene la misma pendiente para ambos países por los mercados competitivos. La pendiente indica la "tasa de intercambio" entre el carbono y bienes. Este precio depende solamente de la tecnología y las "cotas" elegidas. El segmento horizontal lleno del país 2 representa el valor que el país 2 paga por importar del país 1 'permisos' para emitir, en términos de los bienes que el país 1 exporta al país 2 a cambio de esos permisos.



y menos supresión generará. Por esta razón en cada uno de los sistemas de coordenadas de la *figura 3,* la curva convexa tiene una pendiente negativa, ilustrando la relación negativa entre los bienes producidos y la supresión de carbono que es típica de economías de combustible fósiles. Para resumir: cuantos más bienes se producen, más energía se utiliza y más carbono se emite en una economía fósil.

Ahora introducimos el mercado de carbono, que se ilustra en la *figura 4*. Para esto suponemos que cada uno de los dos países de la *figura 2* se convirtió en signatario del Protocolo de Kyoto o se comprometió de alguna manera con una obligación de supresión –que anteriormente llamamos *compromiso* o *cota*– para limitar o reducir sus emisiones de carbono. Esto queda indicado por una línea horizontal punteada en la *figura 4* que es distinta para cada nación, por cuanto cada país tiene una cota diferente. La altura de esta línea vertical puede interpretarse como el compromiso de supresión de carbono del país y por lo tanto la altura es su *compromiso* o *cota*. Los niveles A y B en la *figura 4* indican las *cotas* de los países 1 y 2 respectivamente.

El monto total de supresión en el mundo es, desde luego, la suma de lo suprimido por ambos países. El total de carbono suprimido es el mismo para ambos países debido a las propiedades físicas del dióxido de carbono. Por lo tanto existe una línea horizontal punteada común en la *figura 4* que es válida para los dos países, señalando una disminución de las emisiones en el mundo en total, es decir, una *supresión mundial.*

Utilizando la *figura 4,* ahora podemos ilustrar el funcionamiento del sistema de *cota e intercambio* y cómo los precios se determinan por *valores fundamentales* de los mercados. El sistema de cota e intercambio representado aquí podría ser el sistema de comercio o la economía mundial y, solamente para el caso de EEUU, los agentes podrían ser estados, ciudades, o empresas públicas según cómo se construya el sistema. Sin embargo, en este último caso, el monto total suprimido se determinará no solamente por las *cotas* de EEUU sino también por las *cotas* de emisión del resto del mundo. Esto se debe a que, como ya se mencionó, el nivel general del dióxido de carbono en la atmósfera del planeta es igual para todas las personas en el mismo. De hecho es la suma de las emisiones generadas por todos los países del mundo. Esta característica es lo que vincula el bienestar de todo país al dilema del calentamiento global y lo que hace posible que las naciones en desarrollo y las industriales compartan la meta de limitar las emisiones de carbono. Las emisiones de carbono generadas en India suben el nivel del mar en América y aquellas generadas en América suben el nivel de mar en India.

Las ecuaciones que describen el equilibrio del mercado de carbono son las siguientes:
Cada país i = 1,2 optimiza el bienestar en términos de su consumo del bien X y la calidad ambiental S, dentro de sus posibilidades tecnológicas y sujeto a la restricción del ingreso nacional Y:

$\text{Max}_{S,X}\ W_i\ (X_i,S)$
Sujeto a $X_i = \psi(S) + \pi(S - S_i)$

Donde π es el precio relativo de los *permisos* de carbono respecto de los bienes X, S_i es la *cota* dada para emisiones o los derechos para emitir de la nación i y el precio de los bienes X se supone igual a un dólar.

Esta ecuación significa que cada nación consumirá una cierta cantidad de bienes X y calidad ambiental S que maximiza el bienestar, dado que produce X utilizando S, y que comercia X y sus permisos para emitir con la otra nación. El equilibrio de mercado significa un precio para los permisos y niveles de producción y consumo para los cuales la oferta es igual a la demanda de manera que ambos mercados se despejan, para bienes y permisos, y cada país maximiza su bienestar dentro de su ingreso.

Que el mercado se despeje significa que el monto total suprimido es igual a la suma de lo suprimido por ambos países, y que el monto de bienes consumidos es igual al producido:

$$C_1 + C_2 = S_1 + S_2$$

y

$$X_1 + X_2 = \psi_1\ (C_1) + \psi_2\ (C_2)$$

En la *figura 4* anterior las flechas pequeñas que señalan hacia arriba indican la solución de mercado luego de iniciado el comercio. Cada país produce bienes y supresión de carbono para maximizar su bienestar dentro de su ingreso, donde el ingreso nacional se mide tomando en cuenta los precios de los bienes y servicios y de los permisos de carbono. El precio en la *figura 4* se da por la pendiente de la línea de color azul. El equilibrio de mercado ocurre cuando *la oferta es igual a la demanda.* Aquí la oferta incluye no solamente bienes y servicios sino también *permisos* de emisión que se intercambian entre países. Las condiciones de óptimo requieren que cada país produzca en el punto de tangencia entre la línea de precios y la frontera de transformación, de manera que el país 1 produce en X_1 y el país 2 en X_2, donde los puntos X_1 y X_2 se indican en la *figura 4*. El país 1 en la *figura 4* suprime *más* carbono en su nivel de X_1 de lo requerido (el requerimiento es el punto S_1, donde el país 1 produce en X_1, y la altura del punto X_1 que indica su nivel de supresión, a saber C_1, es más alto que S_1). El país 2, en vez, suprime menos de lo requerido (lo requerido es el punto S_2, que es más alto de C_2, que es la altura del punto X_2). Por lo tanto un país comprará permisos para emitir gases y el

otro los venderá. De hecho el país 1 será un vendedor neto de permisos de carbono mientras que el país 2 será un comprador neto de permisos, como se demuestra en la *figura 4.* Los dos países producen bienes y fluye un comercio internacional de permisos de carbono entre ellos al igual que de bienes. El país 1 termina utilizando el ingreso adicional de la exportación de permisos para importar más bienes, y su consumo final en equilibrio de mercado es el punto señalado por la flecha. Este país exporta permisos para emitir gases e importa bienes con el ingreso alcanzado de manera que termina consumiendo más bienes de los que produce. Lo opuesto ocurre en el país 2, quien debe comprar permisos del país 1, y tiene que exportar bienes al país 1 para pagar por sus permisos. El país 2 a fin de cuentas consumirá menos bienes de lo producido en el equilibrio de mercado señalado por la flecha. La oferta de permisos debe igualar la demanda de permisos, y esto ocurre cuando el monto de permisos que vende el país 1 es igual al monto de permisos que el país 2 quiere comprar. El precio del mercado de carbono se ajusta hasta que la oferta se iguala a la demanda tanto en el mercado de bienes como en el mercado de permisos. En un mercado competitivo, sin embargo, este precio depende de dos parámetros importantes que llamamos *valores fundamentales* del mercado: (1) la transformación tecnológica entre más bienes y más supresión de carbono, y (2) el nivel de *supresión* o *cotas* que son suministrados externamente por los gobiernos. Cuanto más bajas las cotas, mayor es la obligación de suprimir emisiones de gases y por lo tanto más alto es el precio del carbono. Así opera el mercado. Observe que es exactamente como lo indicó la Comisión de la UE en 2006, cuando descubrieron que los precios del carbono bajaban porque las cotas sobre emisiones de carbono eran demasiado bajas y prometieron ajustar las cotas adecuadamente (ver la sección previa). Al fijar las cotas, los gobiernos determinan la demanda de permisos e inciden en el alza o baja del precio del carbono.

Además, es importante apreciar que la tecnología o *frontera de transformación* juega un rol importante. Un resultado fundamental en la teoría de los mercados competitivos asegura que el precio que iguala la oferta y la demanda de bienes debe ser igual a la tasa de transformación tecnológica entre estos bienes, a saber, la pendiente de la curva de transformación en la *figura 4*. Este es un resultado estándar y no necesita mayor análisis. Sin embargo, vale la pena señalar que los resultados fundamentales se cumplen sólo en mercados competitivos puros. Esto significa que todos los comerciantes comparten la misma información y ninguno domina el mercado como en situaciones monopólicas. Bajo estas condiciones, la tecnología que transforma energía en bienes y supresión de carbono, presentada en las figuras 2, 3 y 4, juegan un rol fundamental en determinar el precio del carbono como también las *cotas* generales de mercado determinadas por los gobiernos.

Algunas reflexiones acerca de las posibles formas que asume el desarrollo económico local en Italia

Fabio Boscherini

Fabio Boscherini es Presidente de la fundación EGIDA de Florencia, Italia.

Este artículo se basa en muchas reflexiones desarrolladas en los últimos años y en dos papers *diferentes presentados en dos seminarios, el primero en Buenos Aires, en octubre de 2006, y el segundo en Montevideo, en noviembre de 2006. Por su participación en estos seminarios el autor agradece a Italia Lavoro (agencia técnica del Ministerio del Trabajo y de otras instituciones del Estado Nacional Italiano). Finalmente el autor agradece a Marco Bellandi por sus sugerencias y a Gabriel Yoguel por sus comentarios.*

En este trabajo se analizan los factores que definen la competitividad de los sistemas productivos locales, el rol que tienen las instituciones en el desarrollo local y la existencia de una multiplicidad de senderos para el desarrollo local.

Para un desarrollo efectivo y equilibrado de la comunidad local, se concluye que el enfoque de política que resulta oportuno adoptar sería *desde abajo y sistémico,* que considere la concertación entre los agentes públicos y privados del sistema local. En este sentido, resulta clave identificar qué instituciones, públicas y/o privadas, pueden hacerse cargo del proceso de concertación entre los actores locales tendiente a definir los caminos a seguir para fortalecer al sistema local.

Por otro lado, los sistemas locales tienen que renovar y/o ajustar los bienes públicos colectivos y las economías externas al nuevo contexto competitivo y a los nuevos competidores. Además, resulta importante definir bien el nivel de *governance* que se necesita para que las políticas de desarrollo local funcionen de la mejor manera. Asimismo, el sistema institucional público y privado debe intensificar su participación en el desarrollo local a través de la profundización de su capacidad de diseño de estrategias para el territorio y de la redefinición de su perfil.

1. Introducción

Existe un amplio reconocimiento en relación al rol que desempeñan las instituciones públicas y privadas en los ámbitos locales, en especial cuando la presencia y la concentración de microempresas y Pymes es muy fuerte. Esto es cierto tanto en los países desarrollados como en los menos desarrollados.

Al mismo tiempo, existe consenso con respecto al profundo cambio del contexto competitivo y de mercado en el cual dichas instituciones se han desempeñado. En el caso de Italia, el sistema institucional ha cumplido plenamente con su papel de *movilizador* del desarrollo y ha representado un aporte fundamental para fortalecer la competitividad de las empresas en un escenario económico y competitivo caracterizado por una economía nacional cerrada y protegida, y una economía internacional en la cual las complejidades no eran muchas, los roles de los agentes eran suficientemente claros y los factores competitivos relativamente estáticos.

Desde hace unos quince años, cuando el escenario comienza a modificarse muy rápidamente, los ajustes y los cambios que se requieren para competir involucran al sistema productivo en su conjunto y se discuten también las acciones que han desarrollado las instituciones hasta aquel momento.

En este sentido, cabe observar que los intensos y profundos procesos de interacción entre las economías y los agentes en el nivel global, conducen a una revalorización del territorio y de los ámbitos locales para el fortalecimiento de la competitividad de las empresas[1]. Esta situación impulsa, por un lado, a repensar en las acciones de las instituciones, en especial las locales, y en la actualización de sus competencias y capacidades; por el otro, a reconocer que el desarrollo de los ámbitos productivos locales no tiene un sentido único, ya que se *descubre* (o, mejor dicho, se *redescubre*) que pueden existir diversos senderos evolutivos para el desarrollo local (Becattini *et al.*, 2001). Todo esto pone de manifiesto la presencia de diferentes formas de sistemas productivos, lo que se puede indicar sintéticamente con el término "multiplicidad de los senderos del desarrollo local": es decir, no existen solamente los Distritos Industriales y las empresas distritales, sino que existe mucho más, tanto en términos de posibles formas de sistemas productivos e instituciones locales, así como distintas tipologías posibles de empresas.

En relación al tema institucional, la actualización de las competencias y capacidades de las instituciones se torna clave para apreciar su rol en el proceso de apoyo en los ámbitos locales a las empresas, en especial a las más débiles y menos estructuradas. A partir de la década de los '90, esta exigencia aparece claramente en todas las opiniones de los *policy-makers,* funcionarios públicos, empresarios, políticos, consultores e investigadores. En ese momento, se pone de relieve la necesidad de un sistema institucional que contribuya a renovar los bienes públicos colectivos[2] y genere economías externas[3], lo cual resulta clave para la competitividad de los ámbitos locales y de sus respectivos sistemas productivos, ya que podría fomentar el desarrollo de actividades y servicios de mayor contenido innovativo, y, por lo tanto, favorecer los procesos innovativos en los ámbitos locales como factor competitivo básico en el actual contexto de mercado (Trigilia, 2005).

En este sentido, el funcionamiento de la economía y de las empresas depende cada vez más de factores ajenos al mercado: las simples relaciones contractuales son menos importantes que las condiciones del contexto que facilitan la cooperación entre actores individuales y colectivos. La competitividad no depende sólo de las capacidades de las empresas individuales o del sistema institucional, sino de la capacidad colectiva de construcción social de la innovación. La innovación radica cada vez más en la capacidad del contexto institucional local para brindar un ambiente favorable para empresas y trabajadores; es decir, favorecer la presencia y renovación continua de las economías externas *materiales e inmateriales* que los actores locales necesitan, pero que no pueden producir individualmente. Entre las economías externas *materiales*, por ejemplo, se pueden recordar las infraestructuras y los servicios específicos que existen en el ámbito local, la presencia de instituciones de investigación y de centros de servicios para la transferencia tecnológica a las empresas, el diseño y el desarrollo de actividades de capacitación, la presencia de una mercado laboral que provea recursos humanos a las empresas etc.; entre las economías externas *inmateriales*, se pueden mencionar el buen nivel de la calidad social del ámbito local, la presencia de redes de cooperación entre empresas, la presencia de colaboraciones entre agentes públicos y privados para el gobierno del territorio, etc.

A partir de estas premisas, en este artículo se analizarán dos factores centrales en el debate actual, que representan las variables decisivas para entender la diversa evolución que tienen los distintos sistemas productivos locales en Italia:

1. el rol que desempeña el sistema institucional en los ámbitos locales, lo que impulsa a profundizar la reflexión acerca de los bienes públicos colectivos gene-

[1] Como señala Gabriel Yoguel en Boscherini y Poma (2000) *"se reconoce que el territorio tiene un rol mucho más significativo que el de simple generación de externalidades* (para una definición de externalidad véase más adelante) *considerado usualmente en la literatura de los Distritos Industriales marshallianos. En el marco de los procesos de globalización, el territorio cumple una función clave en la producción de los conocimientos"* necesarios para generar ventajas competitivas dinámicas. Por otro lado, Poma (Boscherini y Poma, 2000) señala que *"...cuando el proceso de apertura y globalización se difunde a un ritmo muy rápido, la diversidad* (es decir la especificidad que tiene cada sistema productivo local) *se convierte en el nuevo factor clave para la competitividad", "...lo que favorece la recuperación del rol del territorio como elemento de identidad"* en el marco de la competencia globalizada. Finalmente, Trigilia (2005) releva que la evidencia empírica en Europa pone de manifiesto que la globalización estimula la concentración territorial de las actividades manufactureras en ámbitos especializados porque éstas encuentran en el territorio las ventajas competitivas más apropiadas que les permiten producir con más calidad y más contenido tecnológico. Además, desde un punto de vista institucional, siempre Trigilia (2005) observa que *"...la globalización parece estimular el rol más relevante de los gobiernos locales"* porque *"...la gestión de políticas más complejas (como requiere el marco competitivo definido por la globalización) necesita instituciones fuertes en las periferias".*

[2] *Un bien público* no puede producir beneficios privados para el individuo que lo consume porque se caracteriza por: i) la ausencia de rivalidad en su consumo –el consumo de un bien público por parte de un individuo no implica la imposibilidad de que otro individuo pueda consumirlo al mismo tiempo (por ejemplo, este es el caso

de las artes, de la educación)–; ii) la imposiblidad de excluir algún individuo de su consumo –una vez que el bien público es producido, resulta imposible o muy dificil impedir el consumo por parte de algún sujeto (por ejemplo, este es el caso del alumbramiento de las calles)–. Los bienes públicos pueden ser consumidos por la totalidad de la sociedad o solamente por una parte de la misma. Cuando solamente una grupo limitado de la sociedad goza del bien público, éste se define como **bien público colectivo.**

[3] *"Las economías generadas por el aumento de la escala productiva de cierto producto se pueden dividir en las que dependen del desarrollo general del sistema productivo, y en las que dependen de los recursos de las empresas individuales, de su organización y de la eficiencia de su gestión. Podemos definir a las primeras como* ***economías externas*** *y a las segundas como* ***economías internas"*** (Marshall, 1890).

[4] En especial, véase Becattini *et al.*, 2001.

rados por las instituciones públicas y privadas y por las interacciones entre los distintos agentes; todo esto produce economías externas a las empresas, pero internas a los sistemas locales;
2. la presencia de varias tipologías de empresas que operan en los ámbitos locales, junto a las diferentes relaciones que las empresas tienen con el territorio en el cual operan.

El análisis conjunto de estos dos factores permite apreciar el distinto sentido que puede llegar a tener el desarrolo económico local en cada ámbito territorial y, por lo tanto, reconocer la existencia de una multiplicidad de formas que puede asumir el desarrollo local, con variables que lo condicionan y definen sus características específicas. La diversa calidad e intensidad de la interacción entre el sistema productivo (las microempresas, las Pymes, las grandes empresas, los trabajadores, los empresarios, los artesanos) y el sistema institucional (los gobiernos locales, las cámaras empresariales, los centros de servicios, las Universidades, las instituciones de la sociedad civil, etc.), constituyen el eje interpretativo clave para entender la presencia de varias tipologías de sistemas locales, con perfiles de empresas e instituciones locales que varían, así como varía también su capacidad para renovar las ventajas competitivas locales que permiten enfrentar la competencia en los mercados. Dado que la utilidad que asume la profundización de las distintas formas que puede asumir el desarrollo local está estrechamente vinculada a cuestiones que explican las dinámicas internas (en especial en términos de bienestar de la sociedad civil) y las ventajas competitivas de los distintos sistemas productivos, los investigadores y *policy-makers* latinoamericanos deberían considerar con sumo interés esta reflexión, sobre todo a partir de algunas investigaciones desarrolladas en los últimos años en Italia[4] y de las enseñanzas que se pueden aprovechar en términos de diseño de políticas para el desarrollo local y de resultados esperados.

En este artículo, después de presentar algunas consideraciones acerca del rol que las instituciones desempeñan para favorecer la competitividad de los sistemas productivos locales, se profundizan las ventajas competitivas que se generan a nivel local en los sistemas productivos, considerando en especial los bienes públicos colectivos y las consecuentes economías externas. La presencia de estos factores, además, se produce en un contexto que evoluciona de acuerdo a los cambios y estímulos externos, lo que pone en evidencia la capacidad que tienen los sistemas locales para autorreproducirse continuamente, ajustándose a las nuevas modalidades de la competencia global. Por lo tanto, en la cuarta sección el artículo sigue analizando los cambios recientes que han experimentado los sistemas locales en Italia, reconociendo que el modelo de los Distritos Industriales, si bien todavía es muy importante en el marco de la economía del país, no representa la única forma de desarrollo local: el renovado rol del territorio y de los ámbitos locales frente a la globalización, impulsan en los ámbitos locales el surgimiento y/o la revaloración de otras formas de organización colectiva para la producción. La presencia de distintas formas del desarrollo local requiere un análisis específico a partir de la construcción de su taxonomía, que se basa en las distintas tipologías de empresas y en las relaciones que éstas tienen con el sistema institucional y, más en general, con el territorio en el cual operan. Se presentan también algunos ejemplos concretos de cada una de las formas individualizadas a través de la taxonomía. Finalmente, en la última sección se discuten algunas reflexiones en términos de recomendaciones para posibles políticas y acciones a desarrollar en los sistemas locales, las cuales, creemos, pueden servir también para estudiar y entender las problemáticas que hoy en día enfrentan los *policy-makers*, los funcionarios públicos locales y los investigadores en la Argentina.

2. Las instituciones y su rol en los sistema locales

En el contexto actual, el potencial competitivo que tienen los sistemas productivos locales en términos de desarrollo de actividades y servicios de elevado contenido innovativo depende de la capacidad de construcción social de la innovación que existe en cada sistema: esta situación fortalece la importancia de los factores vinculados al desarrollo local, porque el sistema local representa el *ámbito* en el cual se producen, se ajustan y se actualizan los procesos de innovación (Trigilia, 2005).

Las empresas tienen problemas crecientes para mantener su competitividad en términos de innovación, ya que resulta necesario introducir cambios con continuidad (en los productos, en los procesos, en la organización, en el enfoque de mercado, etc.) que requieren cantidades de recursos humanos, cognitivos, financieros y de tiempo que cada vez menos pueden encontrar en su interior. Por lo tanto, se torna fundamental la presencia de un ambiente dinámico, definido a partir de la colaboración público/privado y de las relaciones territorio local/redes más extensas, susceptibles de crear aquellos conocimientos que las empresas puedan usar en sus procesos para incrementar el nivel cualitativo de su producción y *ocupar* nichos de mercado de elevado valor agregado persiguiendo el objetivo de generar oligopolios.

En síntesis, asumiendo que en el actual contexto global la competitividad de las empresas depende básicamente de tres factores fundamentales (la innovación, la calidad y la relación costos/precios[5]) (Poma *et al.*, 2002), las políticas que se necesitan para su fortalecimiento se articulan en distintos niveles de *governance* (gobernanza) que deben ser considerados a la hora de definir el contenido y las acciones a implementar. Hoy en día, las complicadas interacciones que se producen entre las diversas intervenciones y políticas llevadas a cabo en los distintos niveles de *governance* resultan un factor clave para la competitividad de los destinatarios.

[5] De los cuales la innovación es, sin duda, el más importante.

Resumiendo, se pueden individualizar los siguientes niveles de *governance:*

- El primero es un micro-nivel, ya que opera en el **interior de cada empresa.** Dado que se refiere a las temáticas clásicas de la reducción de los costos, del aumento de la calidad y del fortalecimiento de los procesos de innovación, la organización productiva y la gestión de la empresa impacta básicamente a través de la introducción de tecnologías avanzadas y más eficientes o de nuevas formas organizacionales;
- el segundo concierne a los ***clusters* y las redes entre empresas.** A través de la participación en un *cluster,* las empresas individuales pueden extender las posibilidades productivas y relacionales repartiéndolas y desarticulándolas entre más empresas; de esta manera logran economías de escala[6] por medio, por ejemplo, de la participación en consorcios de compra o venta, o de colaboraciones tendientes a complementar distintas producciones para atender un mercado más amplio (Schmitz, 1995; Nadvi y Schmitz, 1999; Di Tommaso y Rabellotti, 1999);
- el tercero se refiere al nivel **territorial;** es decir, al nivel local en el cual operan e interactúan una multiplicidad de agentes (empresas, instituciones públicas y privadas, agentes sociales, agentes políticos). En este nivel local, las acciones del sistema productivo e institucional generan bienes públicos colectivos *dedicados*[7], que incrementan significativamente la competitividad de los agentes empresariales locales a través de la presencia de economías externas (Trigilia, 2005);
- el cuarto corresponde siempre a un concepto territorial, pero de extensión más amplia que el ámbito local porque se refiere al nivel **regional** que, en Italia y en Europa, define políticas y acciones con el objetivo de mejorar las condiciones

[6] Con el término **economía de escala** se indica la relación que existe entre el aumento de la escala productiva y la disminución del costo promedio unitario de producción. Con el término **economía de scope** (o de diversificación) se indica el ahorro generado por la producción conjunta de productos diferentes o por la búsqueda de otros objetivos aprovechando los mismos factores productivos.

[7] Es decir, los bienes públicos de los cuales goza solamente un grupo limitado de la sociedad (bienes públicos colectivos) y que responden a exigencias específicas de creación de economías externas para el desarrollo de un ámbito local definido **(bienes públicos colectivos dedicados).**

del entorno regional, con referencia especial a las exigencias de cada ámbito local ubicado en la región y a la necesidad de coordinar las intervenciones en el contexto regional;

> los demás, que no consideramos expresamente en este artículo, son el **nacional** (importante en términos de incentivos para la demanda interna, la logística, el antitrust, las políticas de internacionalización de las empresas y el involucramiento de las empresas en los programas y fondos europeos), el **europeo** (con las herramientas que antes pertenecían a los Estados Nacionales –política monetaria, inversiones, políticas comerciales etc.–) y el nivel **internacional.**

No caben dudas de que los conocimientos generales que se necesitan para innovar, para mejorar la gestión de la calidad de los productos, procesos y organizaciones, y competir definiendo una buena relación costos/precios, dependen del contexto internacional europeo y nacional. Pero estos factores encuentran su *génesis* y su continua *renovación* en los niveles 1 a 4 recién mencionados; es decir, en los ámbitos locales y en los regionales. Estos últimos cumplen (o deberían cumplir) con la función de *coordinadores* de los ámbitos locales en la región.

De acuerdo a lo anterior, se observa que a diferencia del pasado, los senderos de desarrollo local dependen cada vez menos de elecciones del *centro* (es decir, las políticas keynesianas del Estado Nacional asociadas al fordismo) y de ventajas *geográficas.* Dependen en mayor medida del rol protagónico de los agentes institucionales locales, que desarrollan experiencias de cooperación innovativa a través de acuerdos más o menos formales entre ellos.

Sin embargo, no se pueden definir situaciones homogéneas cuando se observan estas interacciones, ya que la distinta calidad de las interacciones y los diferentes perfiles de las instituciones, empresas y demás agentes que interactúan representan el factor clave que define la multiplicidad de formas que puede asumir el desarrollo local.

Finalmente, la multiplicidad de las formas y senderos del desarrollo local se produce en una etapa en la que la variedad de los bienes públicos colectivos y de las economías externas para las empresas individuales son más relevantes respecto de la etapa fordista, en la cual prevalecían empresas más autónomas del ambiente. La difusión y la calidad de las economías externas a las empresas individuales, pero internas al sistema local, adquieren una importancia crucial para las firmas y le otorgan una renovada relevancia a la relación entre *economía y territorio.*

3. Los factores que definen la competitividad de los sistemas productivos locales: bienes públicos colectivos y economías externas

¿Cómo se genera en el nivel local un ambiente favorable para la competitividad del sistema productivo y de las empresas? Es decir, ¿cómo se generan, cómo surgen, los bienes públicos colectivos que definen las economías externas?

La presencia en los ámbitos locales de bienes públicos colectivos puede representar tanto el resultado de procesos no planificados, espontáneos y que dependen básicamente de los recursos cognitivos y normativos que se han formado históricamente, como también constituir el efecto de elecciones no coordinadas entre actores locales (tanto institucionales, como empresariales) o externos (por ejemplo, una gran empresa que se radica en un ámbito local), hasta ser la consecuencia de

específicas intervenciones intencionales de los agentes institucionales públicos y/o privados, lo que implica, en todos los casos, una relevante actividad de cooperación y concertación entre ellos.

Como consecuencia de estas modalidades de generación, los bienes públicos colectivos producen economías externas que, en términos generales, pueden ser *semi-automáticas o planificadas* (Dei Ottati, 2006).

Las economías externas *semi-automáticas* se generan a través del funcionamiento ordinario de los procesos productivos y cooperativos que se desarrollan entre los agentes en el nivel local. Entre ellas se pueden distinguir:

a. **economías de especialización,** que devienen de la división del trabajo en un nivel espacial limitado. Esta situación incrementa la eficiencia y la productividad de las empresas y de los trabajadores, porque los agentes se especializan en ciertas fases de los procesos productivos, lo que reduce los costos de producción y, además, fortalece la capacidad que el sistema tiene para ajustarse *automáticamente* a los cambios del mercado;
b. **economías de *filiera*,** que devienen de la presencia de empresas especializadas que pueden atender las necesidades del sector productivo principal; es decir, empresas que producen bienes de capital para el sector productivo principal del sistema (por ejemplo, máquinas para la industria indumentaria, máquinas herramientas para la industria mecánica) y empresas de servicios (por ejemplo para el abastecimiento de insumos, para la logística y el transporte, la informática, los servicios financieros etc.);
c. **economías de integración flexible,** que se producen da manera casi automática para ajustarse a los cambios en la división del trabajo inducidos por la demanda de mercado. Las diferentes condiciones de mercado que enfrentan las empresas impulsan el sistema a adaptar los volúmenes de producción en las distintas fases en las que está dividido el proceso productivo y los correspondientes requerimientos en términos de mano de obra;
d. **economía de aprendizaje:** la concentración local de empresas y recursos humanos produce interacciones que, a su vez, generan aprendizajes continuos: Marshall (1919) usó el término *atmósfera industrial* para ilustrar esta tipología de economía externa;
e. **economías de innovación:** las innovaciones devienen, también en este caso, de la atmósfera industrial que favorece el flujo de conocimientos, habilidades y aprendizajes que definen innovaciones, entre otras, en los productos, en los materiales, en los procesos característicos de la producción local;
f. **economías de empresarialidad:** la presencia de conocimientos y capacidades y, por otro lado, el potencial brindado por la división del trabajo facilita y favorece la creación continua de empresas. En este contexto, la creación de nuevas empresas depende positivamente de las capacidades que los sistemas territoriales han desarrollado para funcionar como *incubadoras* de los conocimientos necesarios para forjar y preparar nuevos empresarios. La *riqueza* y *complejidad* del sistema de relaciones (no necesariamente formales) entre los distintos agentes locales económicos e institucionales, establecen importantes externalidades[8] para la creación de nuevas empresas y para el fortalecimiento y crecimiento de las que se encuentran en una etapa de expansión; esto porque se han definido formas de interacción no jerárquicas que impulsan la formación (y el fortalecimiento) de capacidades empresariales autónomas y de competencias económicas y proyectuales (Boscherini, 2003 y 2005)[9].

[8] El concepto de **externalidad** alude a la presencia de acciones inconscientes que producen consecuencias (negativas o positivas) sobre terceros, sin que a estas consecuencias les corresponda algún tipo de compensación en términos monetarios (es decir, se pague un precio definido a través del mecanismo de libre negociación del mercado). En este sentido, la externalidad constituye un bien para el cual no existe un precio de mercado. En relación a un ámbito productivo, un ejemplo de externalidad negativa está representado por una empresa que contamina, uno de externalidad positiva está constituido por la presencia de un frutal cerca de un criadero de abejas o por las ventajas para los servicios ubicados en un barrio (bares, restaurantes, fotocopias etc.) generadas por la apertura de una universidad.

[9] Por lo tanto, en estos ámbitos, en el marco de intensos procesos de renovación/regeneración/recambio de las capacidades empresariales, existen muchos estímulos para la creación de nuevas empresas, en especial los vinculados a la búsqueda de economías de especialización. Es decir, la creación de nuevas empresas está estrechamente vinculada a las ventajas que produce la externalización hacia otras unidades productivas de algunas fases productivas que anteriormente se llevaban a cabo en el interior de una empresa integrada. Además, a lo largo de su sendero evolutivo, las empresas producen conocimientos y oportunidades innovativas que exceden sus capacidades internas; el aprovechamiento de esta situación puede darse en nuevas empresas en las que los potenciales empresarios se beneficien de los senderos de aprendizaje que han acumulado y que resultan redundantes para la estructura organizacional de las empresas que los han generado. Finalmente, la presencia de Pymes independientes y de una amplia gama de trabajadores autónomos, permanentemente renovadas por un continuo flujo de *nacimientos* y *cesaciones,* representan un claro ejemplo de la fuerte actitud que existe en Italia hacia el *self-employment* (autoempresarialidad), lo que constituye un estímulo incontrovertible hacía el desarrollo de nuevas iniciativas

empresariales, a menudo maduradas en contextos laborales similares que sirven de punto de partida para el éxito de las nuevas empresas.

[10] De esta manera, el desarrollo local favorece la construcción social de la innovación brindando bienes colectivos que enriquecen continuamente las economías externas que necesitan los distintos agentes, reconociendo que ellos solos no pueden producirlos.

[11] También el aumento en la variedad de los agentes locales, tanto empresariales como institucionales, puede impulsar la diferenciación entre las distintas formas de desarrollo local. La mayor variedad de los agentes locales se puede apreciar, por ejemplo, analizando: a) la creciente importancia de las empresas medianas con un enfoque innovativo y caracterizadas por un sostenido crecimiento cualitativo (en Italia en 2003 había alrededor de 4.000 empresas medianas que generaban el 18% del valor agregado con *performances* entre 1996 y 2006 del +40% para facturación y +50% para exportación), b) el fortalecimiento de la formación de grupos de Pymes como respuesta a la mayor presión competitiva (en Italia en 2003 existían 71.300 grupos de empresas, que involucraban 170.000 empresas –147.800 de las cuales en posición de controladas–, 20% de los ocupados y 25% del valor agregado), c) la presencia de empresas líderes locales de tamaño reducido que asumen el rol de instituciones de naturaleza *privada* catalizadoras y coordinadoras de redes de relaciones y cooperación entre agentes locales, d) el fortalecimiento de los sistemas locales basados en sectores diferentes de la manufactura (turismo, agro, cultura etc.), e) la presencia de grandes empresas que establecen unidades en ámbitos locales específicos y que se insertan en las redes de relaciones existentes, f) el renovado rol de los centros urbanos en la producción de servicios avanzados y de conocimientos innovativos para los sistemas productivos locales, e) el continuo aumento de instituciones públicas y privadas para el desarrollo.

Las economías externas *planificadas* se generan a partir de acciones colectivas, tales como, por ejemplo, el establecimiento de un centro de servicio para las empresas dedicado a la transferencia tecnológica y a la difusión de las innovaciones; la creación de un consorcio garantía para los créditos; el desarrollo de acciones para mejorar la logística del sistema local. Cuando los cambios en el contexto externo no son graduales, las economías externas semi-automáticas no son suficientes para asegurar el mantenimiento de la competitividad del sistema local. Frente a cambios drásticos y profundos, solamente una acción conjunta y planificada de los agentes locales puede producir aquellos bienes públicos específicos que se necesitan para generar nuevas y más adecuadas economías externas, antes que se disperse el patrimonio local de capacidades (empresariales, de conocimientos productivos, de cohesión social), perjudicado por formas de competencia destructiva o por la prevalencia de algún interés particular. La concertación entre los agentes locales puede lograr esto, porque se necesita una coordinación eficaz y una mediación entre los distintos actores[10].

Por lo tanto, el distinto *mix* y contenidos de bienes colectivos favorecen la presencia de diferentes sistemas productivos en los que operan distintas tipologías de empresas y agentes institucionales. Todo esto pone de manifiesto la existencia de varias modalidades de desarrollo local *que no se identifican* con especializaciones productivas específicas o con ciertos modelos institucionales de regulación de la economía o, sobre todo, con un modelo específico de organización productiva. Por esta razón no parece apropiado ni correcto asociar el desarrollo local exclusivamente con el modelo de los Distritos Industriales. Existen otros sistemas productivos locales que asumen características diferentes a partir de: el involucramiento de grandes o medianas empresas-red que organizan juntas proveedores localizados en un mismo territorio, las aglomeraciones de Pymes *(clusters)* con un menor grado de integración y cooperación respecto del Distrito, las renovadas relaciones de colaboración/cooperación entre Pymes y Grandes Empresas en ámbitos territoriales específicos, la creciente presencia de *clusters* de Pymes *high-tech*, y mucho más[11].

3.1 Los factores que caracterizan el desarollo local

Desde una perspectiva teórica, la interpretación de la multiplicidad y de las distintas formas que asume el desarrollo local requiere abrir un breve paréntesis para analizar el diferente equilibrio y *mix* entre algunos factores que caracterizan el funcionamiento de los ámbitos locales. Si bien el objetivo de este artículo es poner en evidencia cuales son los senderos que pueden existir en la realidad, estamos convencidos que vale la pena reflexionar sobre aspectos teóricos que nos provean algunas herramientas conceptuales indispensables para comprender mejor y más en profundidad las distintas situaciones.

En esta dirección, el desarrollo local puede ser interpretado analizando tres factores cuya heterogénea presencia e intensidad permiten definir las distintas situaciones y, por lo tanto, interpretar el sentido que asume el desarrollo local en diversos ámbitos y en los respectivos sistemas productivos (Becattini y Bellandi, 2006).

El primer factor alude al hecho que el desarrollo local puede ser *específico* o *genérico: específico,* cuando el sistema local se basa principalmente en una sola actividad productiva que prevalece respecto de las demás. Por el contrario, se habla de desarrollo *genérico* cuando no existe una actividad productiva principal, sino que el sistema local se caracteriza por la presencia de muchas actividades productivas.

El segundo se refiere al grado de *endogeneidad* o *exogeneidad* del sistema local. Éste puede ser *endógeno* cuando se caracteriza por el aprovechamiento y la valoración del potencial interno del sistema local en términos de capacidades empresariales, laborales, institucionales etc.; y *exógeno* cuando depende básicamente de las capacidades de organizaciones externas (empresas y/o instituciones).

Finalmente, el tercer factor define el desarrollo local como *orgánico* si representa el resultado de la convergencia de acciones privadas, colectivas y públicas definidas por una variedad (relativamente independiente) de centros de decisiones y de la presencia de convenciones acumuladas a lo largo del tiempo; *centralizado* si, por el contrario, en la definición de las estrategias y en las jerarquías sociales locales prevalecen unos pocos centros de decisión y sus rutinas internas organizacionales.

Por ejemplo, resulta fácil reconocer que un Distrito Industrial que funciona *bien* (es decir de acuerdo a sus modalidades clásicas), representa un desarrollo específico, endógeno y orgánico. Por otro lado, los cambios durante las etapas de ajuste y los procesos de innovación requieren cierto grado de generalidad, exogeneidad y centralización, lo que conforma realidades locales que no coinciden con las de los Distritos Industriales[12].

Más allá de estas observaciones, la reflexión acerca de estos elementos teóricos pone en evidencia el carácter autónomo del desarrollo local, bien diferente del simple localismo encerrado en sí mismo, o de un dinamismo de apertura simplemente basado en la atracción de empresas externas que tengan sólo ventajas de costos o en los recursos naturales, perjudicando de antemano la autonomía del sistema local. Y, sobre todo, pone en evidencia que más allá de las especificidades que siempre asume el desarrollo local en cada ámbito en el cual se produce, existen algunos mecanismos y algunas condiciones que merecen ser tenidos en cuenta también en ámbitos sumamente distintos.

En este sentido, si se analiza el distinto peso de los tres factores mencionados junto a los diversos mecanismos y condiciones que conducen a distintos senderos de desarrollo local, se puede entender el potencial que presenta un territorio específico en términos de su capacidad de evolucionar, es decir, de *autorreproducirse*. En efecto, los procesos de cambio que se producen en los distintos sistemas locales ponen de manifiesto signos de cohesión y coherencia, ya que evolucionan reproduciéndose de acuerdo a una lógica propia que depende, además de las características específicas del capital social[13], de las condiciones externas (tecnologías, mercado) que definen cierto sendero de desarrollo local[14].

4. La interpretación de los cambios recientes: la multiplicidad de los senderos del desarrollo local

La comprensión del concepto de multiplicidad de las formas que puede asumir el desarrollo local conduce necesariamente a la construcción de una taxonomía de los posibles senderos locales. Además, acompañaremos la definición de esta taxonomía, que constituye una herramienta interpretativa fundamental para comprender la realidad y los cambios, con algunos ejemplos concretos de los sistemas italianos, de modo que podamos claramente apreciar el sentido de las diferencias entre distintas formas de desarrollo y el contenido de dichas diferencias.

[12] Más adelante, en la sección 4.3, se ilustran algunos ejemplos concretos acerca de los distintos senderos de desarrollo local en Italia. Si se observa el caso del "Sistema local con economía dependiente", se puede ver que el caso de Piaggio constituye un desarollo específico, sólo parcialmente endógeno y sumamente centralizado; el "*cluster* tecnológico" del Etna Valley puede representar un desarrollo génerico, exógeno y parcialmente centralizado; mientras que el "*cluster* tecnológico" del Arno Valley puede representar un desarrollo génerico, endógeno y orgánico.

[13] El capital social está representado por las instituciones, las relaciones, los comportamientos y los valores que gobiernan las interacciones entre los agentes sociales y económicos y que constituyen los cimientos del desarrollo local. De acuerdo a Trigilia (2005) se define como *"...las redes de relaciones sociales personales entre agentes individuales"*. En este sentido, el capital social se identifica con el conjunto de relaciones de distinto tipo (institucional, económico, productivo, social, etc.) que se llevan a cabo en un ámbito local específico.

[14] En Italia, los sistemas locales han demostrado la capacidad de autorreproducirse frente a distintas condiciones del contexto externo. Por ejemplo, durante los últimos años, los sistemas locales (en especial los Distritos Industriales) han experimentado serios problemas debido a la intensidad creciente de la competencia externa. Los últimos 4-5 años fueron difíciles (sobre todo, han sufrido mucho las microempresas artesanales que operaban en sectores tradicionales). Pero a pesar de todo esto, la reducción fue mínima y compensada por una tendencia a la *migración* hacia otros sectores, como el del terciario innovativo de servicios a las empresas. Y también hay que considerar que el número de empresas siempre se incrementa en todos los últimos años (entre 2000 y 2005 +7,5%) y que la tasa de desempleo está en sus niveles más bajos desde hace años (menor al 7%). Todos estos ajustes son simplemente la manifestación de un camino evolutivo natural y esperable.

De todos modos, más allá de la interpretación de los cambios, la construcción de una taxonomía resulta útil para apreciar de manera suficientemente clara las distintas situaciones que se generan en cada ámbito: nuestra taxonomía se centra en el análisis diferencial de las diversas tipologías de empresas radicadas en un ámbito local y de las relaciones que las empresas mantienen con el territorio en el cual viven y operan. Finalmente, cabe subrayar que los distintos sistemas, las distintas tipologías de empresas, se sobreponen y coexisten en los mismos lugares. Los investigadores, los funcionarios públicos y los *policy-makers*, en el momento de diseñar las políticas o tomar decisiones, necesitan herramientas interpretativas para darse cuenta de que la definición "desarrollo local" conlleva muchas situaciones específicas y heterogéneas. Ya lo hemos señalado: en los ámbitos locales, no solamente existen Distritos Industriales, sino mucho más.

4.1 Las Empresas en los Distritos Industriales

Si bien estamos afirmando que cuando hablamos de sistemas locales no tenemos que mencionar o pensar solamente en los Distritos Industriales, hay que reconocer que los mismos y las empresas que operan en ellos[15] siguen teniendo un peso relevante en el contexto de las economías locales en Italia. En 2005, los Distritos Industriales contenían 22% de la población del país (12.591.000 residentes), generaban 25% de la ocupación del país (4.930.000 puestos de trabajo) y tenían un peso sobre la industria manufacturera italiana que era de 39% (1.928.602 puestos de trabajo). Como se puede apreciar en el *Cuadro 1,* la especialización productiva de los Distritos Industriales italianos sigue siendo focalizada en los sectores tradicionales.

[15] Para una ilustración de las características de las empresas distritales, véase Becattini (1987 y 1989) y Brusco (1989); en español, Boscherini (1996 y 1997) y Ministerio de Industria, Turismo y Comercio de España (2006).

En la actualidad, los Distritos Industriales presentan algunos cambios respecto del pasado. Siendo sistemas que evolucionan y que claramente se autorreproducen, resulta interesante analizar algunas tendencias de los últimos años y algunas criticidades, así como desafíos que les plantea el futuro. La tipología de empresa distrital evoluciona continuamente para ajustarse al contexto competitivo global, y el análisis de las tendencias y criticidades recientes nos ayuda para comprender el contenido y las especificidades de esta tipología de empresa y actualizar el mismo sentido de Distrito Industrial.

4.1.1. Tendencias y criticidades recientes en los Distritos Industriales

En primer lugar, en los sistemas locales caracterizados por la presencia de Distritos Industriales ha disminuido la participación relativa del sector manufacturero sobre el total de las actividades económicas locales, en paralelo a un aumento del

Cuadro 1. Italia (año 2005): ocupados en los distritos industriales por sector

Sector	Nº Distritos	Puestos de trabajo	Nº Distritos (%)	Puestos de trabajo (%)
Industria mecánica	38	587.320	24,4	30,5
Textil y confección	45	537.435	28,8	27,9
Productos para el hogar	32	382.332	20,5	19,8
Piel, cuero y calzado	20	186.680	12,8	9,7
Joyería, instrumentos musicales y juguetes	6	116.950	3,8	6,1
Química y petroquímica	4	48.585	2,6	2,5
Papel, edición, artes gráficas	4	35.996	2,6	1,9
Industria alimentaria	7	33.304	4,5	1,7
Total	**156**	**1.928.602**	**100,0**	**100,0**

Fuente: elaboración propia del autor.

peso del sector terciario avanzado y de servicios a las empresas. En relación al sector manufacturero, se registraron fuertes bajas de empresas micro y Pymes, a menudo artesanales y familiares, que operan en las fases del ciclo productivo llevando a cabo producciones de reducido valor agregado; por otro lado, se fortalecen las empresas más cercanas al mercado final y las que centran su *core business* en producciones y servicios de elevado valor agregado (es decir, de fuerte contenido en diseño, de asistencia y servicios para los clientes, de coordinación de redes productivas y comerciales, de fuerte contenido en marketing y en técnicas de venta, de uso de marcas, de la búsqueda y uso de nuevos materiales, etc.).

De acuerdo a esta situación, se consolida también una mayor jerarquía en las relaciones entre las empresas en función de su posicionamiento a lo largo del ciclo productivo y de las funciones que desempeñan; en especial se afirma el rol cada vez más relevante de empresas líderes que coordinan redes y que se caracterizan por desarrollar actividades de elevado valor agregado. En este contexto, un factor competitivo clave está representado por las estrategias orientadas a fortalecer los procesos de afirmación de marcas reconocidas, también de carácter local, lo que conduce a reflexionar no sólo acerca del rol de las empresas líderes, sino también acerca de la renovada presencia de empresas medianas y grandes en los sistemas locales, que ponen de manifiesto un modelo de radicación diferente respecto al pasado y que trata de insertarse en el territorio como agente coordinador y movilizador de los recursos y de los conocimientos del Distrito (Bacci, 2004).

Adicionalmente, los Distritos Industriales han experimentado una apertura de sus límites hacia afuera, no necesariamente hacia países extranjeros, sino también a otros sistemas productivos italianos. En este sentido, se reconoce que el proceso de apertura puede tener lógicas diferentes y recorrer caminos distintos.

Por ejemplo, puede tener que ver con las distintas estrategias de internacionalización, sobre todo comerciales pero también productivas, que dependen del perfil empresarial y sectorial de las firmas involucradas. De acuerdo a un estudio reciente sobre los procesos de descentralización hacia Rumania de las empresas de la región Veneto (Tattara *et al.*, 2006), se destaca que en el sector calzado las empresas desarrollan relaciones de subcontratación con las empresas rumanas para aprovechar las diferencias en el costo laboral; en el sector del mueble[16] se realizan inversiones directas; mientras que en el sector de la refrigeración las empresas, más intensivas en capitales y conocimientos, producen directamente en el exterior a través de inversiones directas (sobre todo, para mejorar su posicionamiento comercial en nuevos mercados de elevado potencial).

[16] Donde el interés principal de las empresas está representado por la materia prima.

Otra estrategia de apertura tiene un sesgo especificadamente nacional, ya que considera todos los procesos que involucran el incremento de relaciones con los demás Distritos Industriales (y también con sistemas productivos no distritales) y sus empresas, aprovechando especializaciones de fase que, en el marco de una misma producción, se han desarrollado mejor o con mayor eficiencia en sistemas locales específicos. Este es el caso, por ejemplo, del sector del mueble con las sinergias que se han desarrollado entre los Distritos Industriales de Pesaro (en la región Marche, en el centro de Italia), de la Brianza (en la región norteña de Lombardía) y del Véneto. Las relaciones interdistritales se desarrollan a partir del aprovechamiento de las mejores especializaciones en algunas producciones o servicios que cada Distrito tiene respecto de los demás. Las empresas del distrito del Véneto se especializan en la producción de componentes de los muebles, mientras que compran las máquinas herramientas

en Pesaro. Las empresas de la Brianza tienen un reconocimiento como proveedores de servicios calificados tales como *design* industrial, desarrollo de nuevos productos, investigaciones de mercado, publicidad, marketing, mientras que depende de los demás dos distritos en relación a las tecnologías y las maquinarias y la automatización de los procesos (Zagnoli, 2001).

Al mismo tiempo, juntos a estos procesos de apertura, se destacan algunos procesos importantes que van en una dirección opuesta y que contribuyen de manera importante al fortalecimiento del sistema productivo local. Por un lado, se fortalece la radicación territorial de las especializaciones y de los conocimientos más estratégicos para el Distrito; por el otro, se profundiza la estructura del sistema productivo a través de la diversificación hacia sectores cercanos a los principales, situación que incrementa la presencia de otros espacios productivos en el marco del territorio del Distrito. Este último ha asumido una relevancia particularmente especial: por ejemplo, en Toscana este es el caso de las producciones mecánicas que han pasado de ser complementarias a los sectores productivos distritales (entre otros textil, indumentarias, curtiembre, mármol), para llegar a asumir una autonomía propia, hasta representar en los últimos años uno de los sectores líderes de la región.

Tendencias y criticidades recientes se cruzan y sobreponen en un tema central, que constituye al mismo tiempo un progreso y una carencia actual. Estamos hablando de los recursos humanos y de sus perfiles, en especial de los nuevos perfiles que los cambios recientemente ilustrados requieren. Nuevos y/o renovados recursos humanos capacitados y preparados para los procesos en curso: todo esto tiene que ver con la reproducción de los conocimientos y de los saberes tácitos locales y con el rol de la capacitación. En este sentido, resulta clave fortalecer la capacidad para atraer a los jóvenes y estimular el crecimiento de las competencias recíprocas entre los agentes locales. Dichos aspectos están fuertemente vinculados al fortalecimiento de las relaciones entre sistema educativo y sistema productivo, y entre sistema de investigación público y sistema productivo. La transferencia tecnológica en un sentido amplio se convierte en un eje estratégico para el fortalecimiento de la competitividad de los Distritos Industriales.

Fortalecer la competitividad implica la necesidad de adecuarse a las nuevas modalidades de la competencia y a los nuevos competidores recorriendo un camino basado en la innovación y en la calidad. Esta situación tiene como consecuencia el abandono de los segmentos de los ciclos productivos más pobres en términos de valor agregado y de conocimientos para transitar hacia actividades más innovativas y más intensivas en conocimientos. Pero este proceso requiere una planificación y un diseño estratégico para evitar las tensiones sociales que necesariamente se generan cuando algunas producciones retroceden y ceden el paso a otras: lamentablemente, dicha planificación y diseño está, en buena medida, aún ausente (Trigilia, 2005).

Esta ausencia pone de manifiesto otra criticidad importante: las fallas en las modalidades operativas y la menor efectividad, respecto del pasado, del rol que desempeña el sistema institucional tanto público (en especial, las instituciones que operan en el marco de la *governance* regional y los centros de servicios) como privado (en especial, las cámaras empresariales). Durante los últimos años ha disminuido el reconocimiento que el sistema productivo le otorga a las instituciones como catalizadores y promotores del desarrollo local: una amplia porción de empresas está cada vez más alejada de las instituciones que, por otro lado, focalizan sus acciones solamente en

grupos muy limitados y estáticos de empresas. Esta situación les plantea un desafío enorme a las instituciones públicas y privadas en términos de los requisitos necesarios para que éstas puedan desempeñar su rol de catalizadores del desarrollo local, recuperando su capacidad de diseño de estrategias para el territorio, su reconocimiento por parte de los actores locales y su capacidad para crear consenso[17].

[17] Este desafío no es marginal porque cuestiona profundamente un aspecto muy delicado, es decir, el perfil de los recursos humanos que trabajan en las instituciones. En el nuevo contexto competitivo global, la calidad de los recursos humanos resulta el factor clave para diseñar acciones de fomento y apoyo (y, luego, implementarlas) que correspondan a las necesidades del sector productivo local.

Las fallas en las acciones de las instituciones ponen de manifiesto las fallas en las políticas y la necesidad de ir más allá de las simples políticas para los Distritos e insertarse en el marco más amplio de las políticas para el desarrollo local. A menudo las políticas se ocupan de favorecer los procesos de internacionalización, innovación, transferencia tecnológica, creación de nuevas empresas, capacitación, paliar el desempleo, mejorar la calidad y la logística, fortalecer el sistema institucional y su organización interna, pero sin considerar las relaciones sistémicas entre estas variables y las relaciones entre los distintos sistemas productivos que pueden coexistir en el mismo ámbito local de los Distritos. Por lo tanto, se definen esquemas interpretativos y se diseñan políticas separadas y autónomas que no tienen un marco de referencia común. Esto también pone de manifiesto que de esta manera disminuye la capacidad de *leer* e *interpretar* lo que pasa en un Distrito, lo que tiene que ver con el hecho de que a estas variables hay que considerarlas como *dependientes* y no *independientes* de las dinámicas de los lugares en los cuales se ubican los Distritos Industriales.

De todos modos, seguiremos tratando estas últimas dos temáticas en las reflexiones finales.

4.2 Otros senderos de desarrollo local

Los procesos de desarrollo local y, por supuesto, de cambio, evolución y autorreproducción de los sistemas productivos, operan también en ámbitos diferentes a los Distritos Industriales, ámbitos que, a menudo, se ubican en los mismos lugares de los Distritos. En este sentido, se puede producir una superposición entre sistemas locales que pueden coexistir en el mismo lugar y desarrollar interacciones y complementariedades. Los factores característicos del funcionamiento de los sistemas locales que ilustramos en la sección 3.1 (específico/genérico, endógeno/exógeno, orgánico/centralizado) asumen rasgos y equilibrios diferentes para responder al contexto competitivo y de mercado. Este contexto requiere una fuerte adaptabilidad de los sistemas locales para mantener una siempre renovada capacidad competitiva y un elevado nivel cualitativo de la sociedad civil. Por lo general, se trata de sistemas locales, no necesariamente manufactureros, que tienen capacidad de autorreproducción y, por lo tanto, de evolución, y que ponen en evidencia la presencia de múltiples caminos en el desarrollo local (Bellandi y Sforzi, 2001).

A continuación definimos algunas tipologías de empresas no distritales, individualizadas en el marco de dos macro-agrupaciones de empresas:
1. *los ámbitos de la gran empresa y*
2. *los ámbitos de las Pymes y micro empresas no distritales.*

Al igual que para las empresas que se encuentran en los Distritos Industriales, estas dos tipologías se definen a partir de las relaciones y de los vínculos que las empresas mantienen con el territorio en el cual operan; es decir, analizando las modalidades que caracterizan la ubicación de las distintas empresas en un ámbito específico.

4.2.1 Los ámbitos de la gran empresa

En los Distritos Industriales, o en una porción de estos, y/o en los ámbitos locales que no tienen estas características, las grandes empresas han fortalecido su presencia, desarrollando el rol de empresas líderes y/o de coordinadoras de redes de empresas. Se debe reconocer que, durante los últimos diez años, las grandes empresas han cambiado el enfoque hacia las modalidades de interacción con el territorio en el cual se ubican[18].

[18] Para profundizar las modalidades de radicación de las grandes empresas en los sistemas locales, véase Bellandi (1992 y 2001), Labory y Zanni (2002) y Bacci (2004).

En términos muy sintéticos, se observa que la organización de las grandes empresas asume la estructura de empresa a red multilocal, a partir de la cual distintas divisiones de la gran empresa se radican en distintos sistemas locales para aprovechar sus habilidades específicas a través del desarrollo de relaciones productivas, comerciales y de subcontratación con una red de otras empresas locales. Las empresas locales pueden tener relaciones distintas con la gran empresa, desde la dependencia más estrecha, en un rol de pasiva subcontratación vinculada por ejemplo a ventajas de costo o de reproducción de modelos de productos/insumos definidos por la gran empresa, hasta tener cierto grado de autonomía que les permite, por ejemplo, vender su producto con marca propia y funcionar al mismo tiempo como proveedor de la gran empresa.

Las relaciones de las grandes empresas red con el sistema local son diferentes de acuerdo a la forma con la cual se vinculan con los agentes locales. Se pueden individualizar dos situaciones opuestas: por un lado, la gran empresa puede optar por relaciones jerárquicas con las demás empresas, lo que hace que el sistema local dependa totalmente de sus decisiones y estrategias; por el otro, puede radicarse en condiciones de paridad con los demás actores empresariales para aprovechar no solamente las competencias productivas locales (como en el primer caso), sino también la combinación e interacción entre las competencias, los conocimientos y las habilidades tácitas del sistema local y las más codificadas de la gran empresa. En este segundo caso es más probable que la presencia de la gran empresa estimule el crecimiento y la evolución de las empresas del sistema local, poniendo en evidencia y fortaleciendo su carácter autónomo. Por supuesto, en la realidad, entre estas dos situaciones opuestas existe una amplia zona gris, es decir, un conjunto de situaciones que mezclan los elementos recién ilustrados.

La presencia de grandes empresas en los sistemas locales productivos representa un aspecto que solamente durante los últimos años ha vuelto a ser analizado, dejando de lado prejuicios y tratando de evaluar objetivamente el rol que desempeña la gran empresa red para el sistema productivo, su impacto en términos de construcción de conocimientos y de bienestar de la sociedad civil.

4.2.2 Los ámbitos de la Pyme y microempresa no distrital

La definición de estas tipologías de empresas locales parte del reconocimiento de que no todas las Pymes y micro son empresas distritales, y no todos los sistemas locales integrados por Pymes o microempresas constituyen Distritos Industriales. En el curso de este artículo este tema ya fue mencionado varias veces, si bien rápidamente y sin especificar. Ahora tratamos de ver en detalle qué tipologías de empresas podemos individualizar.

En primer lugar, se pueden identificar **las empresas de servicios innovativos y de alta tecnología.** Esta tipología incluye empresas que fundamentan su competitividad en el uso de conocimientos innovativos de carácter tecnológico,

organizacional, de diseño, de marketing. Se trata de empresas que operan apoyando el sistema productivo, definiendo el contenido y fortaleciendo importantes funciones de las empresas/clientes. Las empresas de servicios innovativos y de alta tecnología pueden pertenecer a la red de algunas empresas más grandes, como pueden colaborar con redes distintas, también integradas por Pymes o de carácter virtual. Lo que siempre hay que averiguar como factor distintivo, es cuál es su grado de autonomía respecto de las empresas grandes clientes, cuáles son las relaciones con las empresas que integran los demás sistemas productivos locales (por ejemplo, un Distrito) y cuáles son las relaciones con los centros públicos de producción de los conocimientos. Los ámbitos de esta tipología de empresas pueden ser los barrios de las ciudades, los ámbitos metropolitanos, los entramados de las grandes empresas, los Distritos Industriales, las sedes de los politécnicos y de las universidades, los parques tecnológicos, los *clusters* tecnológicos etc.

En segundo lugar, podemos definir las empresas que operan en **los así llamados barrios de artesanía artística:** este caso concierne una tipología de empresa que lleva a cabo producciones y/o servicios estrechamente vinculados a las tradiciones culturales de los distintos lugares. Se trata, en la mayoría de los casos, de empresas caracterizadas por la presencia de competencias y conocimientos de artesanía artística tales como la orfebrería, la decoración, las pinturas, la reparación de obras de artes, las producciones de artículos de hierro, entre otros. La competitividad de estas empresas radica en la capacidad individual que cada empresa tiene para actualizar continuamente el patrimonio común histórico/artístico/monumental, más que en la complementariedad entre las competencias y las especializaciones de los distintos agentes como en los Distritos Industriales. Este representa el factor competitivo clave, que no puede ser codificado y, por lo tanto, transferido. Las empresas de los barrios de la artesanía artística pueden operar en distintos sistemas locales porque la presencia de un patrimonio histórico/artístico/monumental estimula la creación de concentraciones geográficas internas a los mismos sistemas locales. No existe una relación distrital entre empresas y entre éstas y la sociedad local, porque las relaciones productivas, si bien son alimentadas necesariamente por la presencia de economías externas en términos de conocimientos y capacidades de los recursos humanos, no se difunden por todo el sistema local, definiendo su evolución, sino que quedan en un lugar específico del sistema local como, por ejemplo un barrio.

La tercera tipología de empresas Pyme y micro no distritales se refiere a **las empresas radicadas en los ámbitos rurales.** El sector primario, que ha representado la necesaria premisa para generar la empresarialidad en los Distritos Industriales (Boscherini, 1996), ha sido revalorizado durante los últimos años a través de la recuperación de muchos lugares caracterizados por una tradición rural. La tradición rural se recupera a la luz de un renovado interés por producciones locales asociadas a productos típicos, a lugares gastronómicos, al paisaje; y todo esto genera un interés y movimiento de turismo enogastronómico y cultural que, al mismo tiempo, fortalece el proceso que en el nivel local se desarrolla para asegurar la tutela y protección de los recursos humanos y medio ambientales que la globalización puede poner en peligro[19]. Las empresas se caracterizan por una experiencia laboral y social común que ha sido desarrollada en ámbitos locales específicos y que está vinculada al uso de los recursos naturales a través de una agricultura de tipo no intensivo.

Finalmente, la última tipología corresponde a **las empresas no radicadas en los ámbitos locales;** estas empresas, si bien se ubican en un sistema productivo local, no interactúan y no desarrollan relaciones con el territorio porque pertenecen a

[19] Véanse aquellos procesos que claramente convierten el territorio en *producto* y no más en simple recurso, a través de la implementación de vínculos más estrechos entre tipicidad y turismo. Las así llamadas *"Strade del Vino e dei sapori"* (Caminos del vino y de los sabores) representan el clásico ejemplo de turismo enogastronómico organizado, que en la región Toscana involucra 49 ciudades y pueblos y unas mil empresas, en Emilia-Romagna 29 ciudades y pueblos y unas mil empresas. En cada región estos caminos contribuyen a fortalecer la identidad y la tipicidad de muchos Distritos del vino (D'Amico y Pulejo, 2006).

redes vinculadas estrechamente al control vertical y jerárquico de grande empresas; no están radicadas porque no se insertan en las relaciones socioeconómicas e institucionales que definen el lugar, a menudo un Distrito o un ámbito cercano. Estas empresas pueden tener un carácter muy diferente, tanto agrícola como manufacturero o comercial, de servicios genéricos tanto internos como externos a las grandes empresas. La relación con las grandes empresas clientes es muy pasiva, dado que se fundamenta en pedidos definidos externamente a la realidad de las empresas que los reciben y que los deben cumplir aceptando las condiciones impuestas. Por lo tanto, esta tipología de empresa no goza de ninguna autonomía y depende de las *performances* y de las decisiones de la empresa grande o depende pasivamente de una demanda local de bienes y servicios.

En el *Cuadro 2* se resumen las tipologías de empresas que acabamos de ilustrar en las páginas anteriores.

Si cruzamos las tipologías de empresas con la tipología de posibles formas que los sistemas locales pueden asumir en la realidad italiana (Bellandi y Sforzi, 2001) se obtiene el *Cuadro 3* que define el contenido de los distintos (múltiples) senderos del desarrollo local en Italia, mostrando qué tipologías de empresas se encuentran en cada uno de los sistemas locales.

Cuadro 2. Tipologías de empresas

Empresas multi locales
(a) empresas-red
Empresas locales radicadas
(b) distritales
(c) de servicios innovativos y de alta tecnología
(d) artesanas de elevado contenido histórico-cultural
(e) vinculadas a la valoración de los recursos naturales
Empresas locales no radicadas
(f) subproveedores dependientes y unidades controladas de las empresas-red
(g) empresas vinculadas a la demanda local de bienes y servicios y a la oferta local de trabajo e infraestructuras

Fuente: elaboración propia del autor

Cuadro 3. Taxonomía de los senderos del desarrollo local

Tipología de sistema local	**Principal tipología característica de las empresas ubicadas en el sistema local**	**Tipología secundaria de empresas**
Polos industriales	- empresas-red (a)	f, c
Sistemas locales con economía dependiente	- subproveedores dependientes (f) - empresas vinculadas demanda local (g)	e, b
Sistema local rural	- vinculadas valoración recursos naturales (e)	d, b, f, g
Gran ciudad dinámica	- de servicios innovativos y alta tecnología (c) - artesanas elevado cont. histórico-cultural (d) - empresas-red (a)	f, b, g
Cluster tecnológico	- de servicios innovativos y alta tecnología (c)	a, f, g
Distrito industrial	- empresas distritales (b)	c, f, a

Fuente: elaboración propia del autor a partir de Bellandi-Sforzi (2001)

4.3 Algunos breves ejemplos acerca de los distintos senderos de desarrollo local en Italia

A partir de las definiciones desarrolladas en las secciones anteriores, resulta oportuno presentar algunos ejemplos concretos de las distintas formas de desarrollo local en Italia para entender mejor la taxonomía presentada. Sin embargo, no se mencionarán los ejemplos de los Distritos Industriales, dado que se consideran suficientes las observaciones presentadas en la *sección 4.1.*

Con respecto a los **Polos Industriales,** un ejemplo interesante está constituido por el sector de la marroquinería en los alrededores de Florencia, en el cual se nota claramente cómo la gran empresa, aprovechando los conocimientos productivos locales, combina eficientemente economías de escala y de *scope* a través de una organización a red. En este ámbito local existen al mismo tiempo algunas grandes empresas que operan en mercados caracterizados por oligopolios (Gucci, Prada, Ferragamo, Dolce & Gabbana entre otras) y un grupo más amplio de Pymes que ocupan nichos de mercado. Por ejemplo, en relación a Gucci, esta gran empresa focaliza su producción especialmente en la municipalidad de Scandicci, en las cercanías de Florencia, ámbito en el cual opera un conjunto de empresas que colaboran en forma de subcontratistas de acuerdo a distintas modalidades.

El caso de la empresa Gucci ayuda a ilustrar la situación de estos sistemas productivos. Gucci (Labory, 2002) adoptó la estrategia de no poseer fábricas productivas para poder concentrarse en las actividades que generan más valor; es decir, el *design,* el desarrollo de nuevos productos, la coordinación de la producción, la compra de insumos y componentes, la asistencia a los clientes, la logística. Por otra parte, Gucci se asegura producciones de elevado estándar cualitativo y mucha flexibilidad aprovechando las empresas manufactureras del sistema local a través de distintas formas de colaboración que se desarrollan en distintos niveles. En el primer nivel, Gucci tiene relaciones exclusivas y muy estrechas que llegan a constituir una verdadera *partnership* con unas 6 empresas, en el segundo, con alrededor de 40 empresas y en el tercero con unas 15 empresas (que incluyen curtiembres y productores de accesorios). El sistema no depende totalmente de la gran empresa, y las Pymes (excepto algunas), tienen cierto grado de autonomía (si bien están obligadas a cumplir con los estrictos estándares de la gran empresa) y existe un intenso intercambio de conocimientos, informaciones e innovaciones entre las empresas que operan el ámbito local. La ventaja es recíproca, porque la gran empresa utiliza el *know-how* local, las empresas locales pueden acceder a nuevos mercados por medio de la gran empresa que, al fin y al cabo, mantiene el control sobre las fases productivas estratégicas, incrementando su competitividad global. Para no caer en una situación de control total por parte de la gran empresa, con un consecuente empobrecimiento del sistema productivo, a menudo las empresas Pymes locales implementan acciones tendientes a mantener su autonomía, por ejemplo, a través de la creación de consorcios para vender marcas propias o del fortalecimiento de las estructuras empresariales[20].

Diferente es el caso de los **Sistemas locales con economía dependiente,** en los cuales las empresas dependen de un solo cliente y tienen un grado de autonomía muy limitado. Un caso muy interesante para ilustrar esta tipología se encuentra en el sistema local que se desarrolla alrededor de la Piaggio, gran empresa que se dedica a la producción de motocicletas en la zona de Pisa (en Toscana). Las empresas mecánicas subcontratistas se encuentran en una situación de fuerte dependencia

[20] Como señala Labory (2002) en Monsummano Terme, cerca de Pistoia y a pocos kilómetros de Florencia, las empresas en los '90 se han convertido en subcontratistas de muchas marcas importantes (siempre Gucci, Prada, Ferragamo) perdiendo mucha de su autonomía (en especial, en las actividades de mayor valor agregado como el *design* y la comercialización) debido a una fuerte crisis que estaban experimentando. La colaboración con las grandes empresas les ha permitido sobrevivir y fortalecer su estructura empresarial, lo que ha conducido, posteriormente, a la creación del Consorcio *Export Shoes* para comercializar marcas propias o a ejemplos como el de la empresa de calzado Calzaturificio Meg que, además de producir con marcas propias, ha invertido en un departamento interno de I&D para brindar servicios y consultorías a las demás empresas que no pueden disponer de dicha estructura.

de su principal cliente, es decir, Piaggio. El así llamado sistema de las 2-3 ruedas de Pisa (Nomisma, 2006) está integrado por unas cien empresas, con más de 4.000 ocupados y 1.000 millones de euros de facturación. Piaggio, con sus 3.000 ocupados, constituye el actor principal, mientras que las demás empresas son Pymes o, en menor medida, filiales de empresas trasnacionales. Piaggio ha organizado a las empresas subcontratistas jerárquicamente alrededor de tres *filieras* complementarias para el aprovisionamiento de componentes mecánicos: la primera concierne a los componentes de mayor contenido en conocimientos (por ejemplo, sistemas de freno completos, amortiguadores, faroles) para los cuales es clave la calidad; la segunda concierne a los componentes de contenido medio en conocimientos (por ejemplo, chasis, algunas elaboraciones mecánicas específicas, palancas) para los cuales resultan fundamentales la relación precio/calidad y los tiempos de entrega; la tercera, concierne a componentes de bajo contenido en conocimientos cuyo abastecimiento puede también proceder de mercados internacionales. El proceso de innovación y de diseño de los productos, además de las estrategias comerciales, se desarrolla internamente en Piaggio y no se relevan formas de colaboración con otras empresas, por lo que el sistema resulta totalmente dependiente de las elecciones de Piaggio.

En relación a la tipología de **Sistema local rural,** un caso clásico de sistema local basado en la tipicidad de la producción rural está representado por los ámbitos del queso Parmigiano Reggiano, cuyo sistema (más bien *filiera*) productivo se ubica en Emilia Romagna, en el área de las provincias de Parma, Módena y Reggio Emilia. El sistema está integrado por unas 6.700 empresas agrícolas que en 2001 producían leche a través de alrededor de 270.000 vacas; con la leche se elaboraba queso en cerca de 600 empresas que producían 108.425 toneladas de queso, lo que correspondía a 1.345 millones de euros y una producción agrícola de alrededor de 815 millones de euros (D'Amico y Pulejo, 2006). Sistemas parecidos (es decir, basados en el potencial brindado por los productos típicos), se encuentran en Montefalco (Umbría), en Montalcino (Toscaza) y en Franciacorta (Lombardía) en relación al vino, en la Val di Non (Trentino) en relación a las manzanas.

Otro ejemplo interesante de evolución de un sector primario clásico hacia formas más evolucionadas que conforman un sistema local rural se encuentra en la región Marche, en el centro de Italia. En este ámbito, en especial en las provincias de Pésaro, Urbino y Macerata, existe un sistema local rural basado en la llamada "agricultura terciarizada"; o sea, basada en la diversificación del sector primario que incentiva, por un lado, el fortalecimiento de las especializaciones típicas del sector agrícola y, por el otro, estimula la generación de fuentes alternativas de ingresos. En 2003, en este sistema local existían 433 empresas, dedicadas al Agroturismo; es decir actividades de hotelería junto a actividades recreativas, culturales y didácticas, y también de degustación de los productos típicos elaborados, con criterios biológicos, en las mismas empresas. En lugar de empresas se habla también, con mucho énfasis, de *granjas didácticas* que involucran a los huéspedes en los cultivos y en la ganadería, en la ecología del medio ambiente local a través de talleres interactivos en los cuales se elaboran conjunta y cotidianamente los alimentos que se comen en las mismas estructuras hoteleras (Pretini, 2006).

En lo que concierne a la **Gran ciudad dinámica** se pueden mencionar muchos ejemplos y, en especial, se puede recordar que en esta forma de desarrollo local se encuentran tanto empresas de artesanía artística, empresas red y empresas de alta tecnología, así como las demás tipologías que hemos ilustrado. La razón es fácil de entender: en muchas regiones del centro/norte de Italia, las ciudades constitu-

yen históricamente los centros de referencia cultural y comercial. En este sentido, Florencia representa un ámbito en el cual se ubican muchas empresas, la mayoría artesanales, de artesanía artística: las orfebrerías y los artesanos que trabajan el oro y la plata se remontan a 400 años atrás. Ya en la Edad Media (desde el año 1322) existía la corporación de los orfebres. Esta tradición ha permanecido, ha pasado de generación en generación, hasta llegar al día de hoy siempre en la misma ubicación, es decir en el Ponte Vecchio y alrededores, donde se encuentran todavía decenas de laboratorios de microempresas que elaboran los metales a mano de acuerdo a las antiguas técnicas.

Por otro lado, en la misma Florencia se encuentran algunas grandes empresas red que, si bien desarrollan relaciones con Pymes de los sistemas productivos ubicadas en las afueras, tienen sus sedes, sus establecimientos y hasta algunos centros de diseño en la ciudad. Este es el caso, entre otros, de la misma Gucci, que recientemente reestructuró un edificio histórico al lado de Palazzo Vecchio en el centro de Florencia, edificio en el cual además de la administración se encuentra el departamento dedicado al diseño; o de la Nuovo Pignone, empresa metalmecánica que se dedica a la producción de bombas para la industria petrolera; o la Officine Galileo, que se dedica a las telecomunicaciones; y la Menarini, empresa transnacional que opera en el sector farmacéutico.

Finalmente, vale la pena mencionar que en muchas ciudades grandes, tales como Milán, Roma, Turín, Florencia, se ubican partes importantes de los *clusters* tecnológicos, algunos de los cuales vamos a ilustrar a continuación.

Un ejemplo interesante de ***cluster* tecnológico** está constituido por la aglomeración de empresas que opera en el sector de las telecomunicaciones que se encuentra en Catania, en la región Sicilia, y que se denomina Etna Valley. Este cluster está integrado por unas mil empresas en las cuales trabajan unas 4.000 personas, si bien el agente clave y catalizador del desarrollo del mismo cluster es uno solo, la ST Microelectronics. En 1997, esta empresa transnacional italo-francesa estableció en Catania un centro de producción, lo que constituyó un estímulo para la creación de las demás empresas que al principio trabajaban solamente para ST Microelectronics; y luego algunas comenzaron a desarrollar producciones autónomas[21]. A partir de esta radicación se ha generado una red de relaciones entre empresas de alta tecnología, centros de investigación, centros de capacitación, Universidades, Instituciones locales, cuyas sinergias han estimulado la creación de nuevas empresas *high-tech*, de sus proveedores y también la radicación de los establecimientos de investigación en *mobile technology* de algunas transnacionales tales como Vodafone-Omintel, Nokia, IBM, Alcatel, Telespazio.

En Toscana, en las ciudades de Florencia y Pisa y, sobre todo, en sus alrededores y en las zonas entre las dos ciudades a lo largo del río Arno, se ha desarrollado en los '90 un *cluster* de empresas ICT, el así llamado Arno Valley, en el cual operan unas 2.000 empresas especializadas en informática y en telecomunicaciones, incluyendo Internet y las aplicaciones/servicios vinculados. En el marco de un contexto caracterizado por un sistema de innovación integrado por polos universitarios y grandes empresas *high-tech*, en la década de los '90 el *cluster* se ha desarrollado básicamente a través de: *spin-offs* de las empresas pertenecientes al sector *high-tech* del área florentina y pisana; *spin-offs* del sector de investigación público (universidades y centros de investigación); la evolución de empresas que en la década de los '80 vendían y/o distribuían productos informáticos y que han aprovechado los

[21] Entre otras, se recuerdan Antech, proveedor de los equipamientos de los mayores canales televisivos nacionales, Teleservice S.p.A., system partner de Matra-Nortel, Nextel, Albacom, Zetel, que diseña *hardware* y *software* para la automatización industrial y las telecomunicaciones, además de algunas *software house* (ProtoByte, SeaSoft S.p.A, Sistemi Data s.p.a., S.T.S. s.r.l.), Cities on Line *(e-commerce)*, Telecolor (primera televisión italiana que funciona por Internet).

nuevos adelantos tecnológicos para lanzar una producción autónoma y/o renovada; y *spin-offs* de grandes empresas de la región. Por lo tanto, el proceso de génesis del Arno Valley está estrechamente vinculado al sistema de relaciones territoriales, tanto con el sector institucional como con el resto del sistema empresarial. Sin embargo, excepto este momento inicial de creación/nacimiento, el Arno Valley se caracteriza por su carácter introvertido, ya que se presenta como escasamente vinculado con el resto del territorio, en especial con el sistema institucional local; y este aislamiento es particularmente acentuado en las fases sucesivas a la creación de las empresas. Esto se debe fundamentalmente al perfil de los recursos humanos que opera en estas firmas y que se caracteriza por ser centrado básicamente en las cuestiones tecnológicas, lo que favorece la vinculación que existe en la etapa inicial entre empresas y sistema de innovación regional, pero no provee a los recursos humanos los instrumentos y las herramientas empresariales necesarias para desarrollar colaboraciones y actividades cooperativas con otros agentes e instituciones (Boscherini, 2003).

5. Algunas reflexiones finales sobre recomendaciones para políticas

El análisis de las temáticas ilustradas en las secciones anteriores, junto a la profundización de las distintas características que asume el desarrollo de los sistemas locales de producción y a la necesidad de entender cómo actuar para favorecer la competitividad de dichos ámbitos[22], sugiere la necesidad de efectuar algunas reflexiones finales acerca de las posibles políticas para el fortalecimiento y la mejora de la competitividad de los sistemas productivos, con el objetivo de asegurar el desarrollo efectivo y equilibrado de la comunidad local y, al mismo tiempo, actualizar el rol y las funciones que el sistema institucional desempeña.

[22] Y esto en un marco en el cual los ámbitos locales se diferencian por sus marcadas heterogeneidades, tanto en relación a las tipologías de empresas como a las relaciones entre ellas.

Estas breves reflexiones finales, si bien son efectuadas a partir de la experiencia italiana, se pueden extender fácilmente a ámbitos diferentes, como por ejemplo el argentino, ya que se discuten enfoques de políticas que van más allá de la especificidad local; sin embargo, y no cabe dudas, cada enfoque de política necesita ser enmarcado localmente para que sea realmente efectivo y tenga un impacto que se ajuste a la realidad que pretende mejorar.

En primer lugar, parece importante reflexionar acerca del enfoque de política que resulta oportuno adoptar en un contexto en el cual aumentan las complejidades externas y, al mismo tiempo las internas (representadas por la multiplicidad de los agentes y de las formas de los sistemas locales). Sin dudas, existe consenso en afirmar que un enfoque desde abajo y sistémico constituye la elección más apropiada. Por un lado, un enfoque desde abajo que considere la concertación entre los agentes públicos y privados del sistema local a partir de una visión inclusiva es el más recomendable, porque focaliza sus acciones en el desarrollo local a partir de su potencial y de sus criticidades específicas. De acuerdo a este enfoque, no se definen los instrumentos que se pueden usar, sino se define un proceso a través del cual surgen los instrumentos a usar[23]. Por otro lado, hay que subrayar con fuerza que las actividades e iniciativas orientadas a fomentar el desarrollo local requieren un enfoque sistémico, sobre todo cuando se trata de individualizar los componentes en los cuales se fundamenta la competitividad del mismo sistema y sus criticidades. Como ya observamos, los *policy-makers* demuestran cierta tendencia a separar los distintos componentes que integran los mecanismos de funcionamiento y la competitividad de los sistemas locales (tales como la innova-

[23] Vale la pena recordar que los Pactos Territoriales en Italia constituyen un ejercicio bueno de política para el desarrollo local. Para profundizar las características de los Pactos territoriales véase Boscherini (2002) en el número 309 del Boletín Techint y, en especial, Magnatti *et al.* (2003) y Trigilia (2005).

ción, la calidad, la internacionalización, la logística, etc.), sin que *comuniquen* entre ellos y se creen las condiciones para que actúen juntos y contemporáneamente. Se observa, en otras palabras, el recurso a intervenciones regulatorias y de política basadas en esquemas de incentivos individuales; es decir que se dirigen a las empresas individuales, en lugar de definir y diseñar políticas para el desarrollo local que involucren al sistema y no sólo a la empresa individual.

En este sentido, el rol de las instituciones locales se torna clave, y en especial se torna clave la individualización de cuáles instituciones, públicas y/o privadas, pueden hacerse cargo del proceso de concertación entre los actores locales tendiente a definir los caminos a seguir para fortalecer el sistema. De antemano, no se puede individualizar cuál es el agente institucional al que le corresponde este rol de catalizador del desarrollo local, dependiendo esto de las características específicas de cada ámbito local. Por ejemplo, el rol de catalizador puede ser desempeñado también por empresas locales líderes que a menudo asumen un rol institucional porque son las que se encargan de poner en marcha y llevar adelante dichos procesos[24]. Estas empresas pueden representar el agente institucional intermedio clave para fortalecer y difundir por el territorio los procesos de *institutional bulding*. Si analizamos la cuestión en términos de posibles políticas, la tarea más importante consistiría en fomentar y fortalecer los procesos de *governance* susceptibles de contribuir a estimular la emergencia de las empresas líderes. Estas empresas, por su perfil de *coordinadores* de amplias y complejas redes empresariales, pueden orientar las acciones de los sistemas y alentar la participación de otras firmas en los procesos sistémicos de ajuste que necesariamente producen las acciones de las empresas líderes.

En este marco, resultan importantes dos temáticas. La primera destaca la capacidad que los sistemas locales necesariamente tienen que desarrollar para poder renovar y/o ajustar los bienes públicos colectivos y las economías externas al nuevo contexto competitivo y a los nuevos competidores. La segunda alude al nivel de *governance* que se necesita para que las políticas de desarrollo local funcionen de la mejor manera. En efecto, para su éxito resulta importante definir bien el nivel de las instituciones involucradas y la definición de los roles que tiene que desempeñar cada nivel. Si bien el valor agregado para el desarrollo local deviene de la participación de una multiplicidad de agentes e instituciones que operan en ese ámbito a través de los procesos de concertación, al mismo tiempo hay que reconocer que este proceso por sí mismo no asegura éxitos ya que pueden prevalecer, por ejemplo, coaliciones regresivas que premien sus intereses específicos y perjudiquen los de la comunidad local. Por lo tanto, las instituciones de *governance* de nivel superior al local deberían desempeñar la función de estímulo de la *institucionalidad concertada* local y de control, de provisión de (eventual) asistencia técnica a los agentes e instituciones locales, de selección de los proyectos de desarrollo local otorgándoles una prioridad, de monitoreo y control de la implementación en pos de premiar los proyectos y las políticas que en la realidad se llevan adelante como se ha planeado y que cumplan con sus objetivos[25].

Otra reflexión se refiere al debate acerca del renovado rol que deberían desempeñar las instituciones locales. Frente a los cambios en el contexto externo y las complejidades que conlleva el reconocimiento de la multiplicidad de los senderos de desarrollo local, el sistema institucional público y privado necesita profundizar su rol y su participación en el desarrollo local a través de la profundización de su capacidad de diseño de estrategias para el territorio y de la redefinición de su

[24] A veces las empresas líderes desempeñan su rol "institucional" de manera muy informal y desapercibida; o sea, sin darse cuenta de que lo están desempeñando, ya que es la misma naturaleza de su actividad que los lleva a actuar como instituciones catalizadoras del desarrollo local. Una de las principales fallas de las políticas desarrolladas en los ámbitos locales consiste en que no se tratan de diseñar acciones para estimular la emergencia de líderes locales susceptibles de guiar el sistema y acompañar los procesos de innovación e internacionalización; y esto a pesar de que la evidencia empírica demuestre que, por ejemplo, en muchos casos las empresas líderes representan los agentes claves en la *governance* de estos procesos (Corò y Volpe, 2003; Corò y Micelli, 2004).

[25] Para un análisis de las problemáticas concernientes a los riesgos de una concertación local en la que prevalecen coaliciones regresivas y el rol de las instituciones de nivel superior, véase Bianchi y Miller (2000) y Trigilia (2005).

perfil, como ya hemos discutido a propósito del rol de las empresas líderes. En este sentido, el sistema institucional tiene que renovar y fortalecer su reconocimiento por parte de los agentes locales y crear consenso sobre las acciones a implementar (y cómo implementarlas). Por esta razón, se convierte cada vez más central el perfil y las capacidades de los recursos humanos que trabajan en las instituciones. Los recursos humanos se convierten en los recursos estratégicos necesarios para acompañar las acciones de fomento y apoyo; además, resultan claves para crear las condiciones para la difusión de la cultura de una concertación que tenga un enfoque inclusivo y que conduzca a la formación de coaliciones progresivas entre agentes y no coaliciones regresivas que pueden bloquear el desarrollo a través de la protección de intereses específicos y clientelares.

En este sentido, se aprecia hoy en día la exigencia de favorecer la emergencia de instituciones líderes para que coordinen el sistema y eviten la competencia entre instituciones, la superposición y duplicación de las acciones de las instituciones, el alejamiento del sistema productivo y el menor reconocimiento por parte de las empresas hacia muchas instituciones, en especial las cámaras empresariales y muchas instituciones públicas que se dedican al fomento de las actividades de las empresas y del territorio. Y, para ampliar la reflexión, convendría favorecer la emergencia de líderes locales que no sean necesariamente y únicamente instituciones sino, como ya adelantamos anteriormente, también empresas con un rol reconocido de liderazgo y coordinación de otros agentes.

Directamente vinculado a lo anterior, llegamos a una ulterior reflexión, que sintéticamente se puede indicar como *"capacidad de auto organización del sistema empresarial versus acciones del sistema institucional"*. Este es un tema que merecería un espacio mucho más amplio de lo que nos concede esta última sección; en especial porque tiene mucho que ver con la segunda reflexión; o sea, la necesaria renovación y actualización de las acciones y estrategias del sistema institucional. Durante los años recientes, el sistema empresarial, a través de empresas líderes locales o a través del fortalecimiento de las redes de empresas o de grandes empresas red, ha demostrado claramente que tiene una fuerte vitalidad y que no se queda esperando *ayudas* que no llegan o que si llegan o lo hacen con atraso y/o no se ajustan a sus necesidades. Lo que queremos subrayar es que, hoy en día, otro factor clave se encuentra en la búsqueda del equilibrio más apropiado entre las acciones del sistema institucional versus la capacidad de auto organización del sistema empresarial. Se trata de un aspecto muy delicado pero que pone en evidencia un debate profundo entre los distintos agentes del sistema local. Por un lado, no hay que olvidar nunca la importancia del sistema institucional *clásico:* existe un idea acerca del desarrollo de los Distritos Industriales y que se refiere a las primeras etapas de desarrollo de los mismos, que se perciben como espontáneas, todas *path dependency, animal spirits* y puro mercado. Pero esto no fue cierto porque existe amplia evidencia sobre cómo las políticas y las instituciones locales siempre desempeñaron un rol clave. Sin duda, tanto durante las etapas de fuerte crecimiento y éxito, como durante las etapas de tranquilidad, las instituciones pueden pasar desapercibidas porque se encuentran escondidas y mezcladas en el flujo de relaciones económicas y sociales de la realidad local. Por otro lado, y lo volvemos a repetir, nunca hay que subestimar la capacidad que tiene un sistema productivo para ajustarse y evolucionar autónomamente frente a los cambios, usando sus fuerzas internas endógenas, es decir, su capacidad de auto organización, más allá de las acciones del sistema institucional clásico.

Finalmente, hay que recordar la importancia de dos herramientas que consideramos indispensables para crear las condiciones para que las políticas puedan funcionar y tener éxito.

La primera alude a la necesidad de que los agentes locales que se hacen cargo de guiar el sistema tengan una suficiente capacidad interpretativa del sistema productivo y del territorio más en general. Semejante capacidad interpretativa puede permitir la individualización de los factores críticos del sistema productivo local y puede representar un insumo clave para el diseño de políticas más apropiadas. Vinculada a la capacidad interpretativa se encuentra la presencia de un sistema informativo local que provea informaciones y datos con un flujo constante y continuo en el tiempo.

La segunda herramienta se refiere a la necesaria adopción de procesos de evaluación y monitoreo de las políticas, con el objetivo de comprobar el grado de cumplimiento y las problemáticas relevadas. La mejora de las políticas pasa necesariamente por la implementación de instrumentos y metodologías de evaluación y monitoreo apropiadas, y que no se basen solamente en indicadores cuantitativos, sino también cualitativos.

No existe una política que de por sí asegure su éxito. Su éxito depende claramente de las condiciones del contexto y de los actores involucrados tanto en su diseño como en su implementación. Una apropiada capacidad interpretativa, asociada a igualmente apropiados sistemas informativos y metodologías de evaluación adecuados, pueden ayudar mucho a los *policy-makers* locales en la toma de sus decisiones.

Referencias bibliográficas

Bacci L. (2004) (Eds.), *Distretti e imprese leader nel sistema moda della Toscana,* Franco Angeli, Milán;

Bagnasco A. (1977), *Tre Italie. La problematica territoriale dello sviluppo italiano,* Il Mulino, Bolonia;

Becattini, G. (1987), *Mercato e forze locali: il Distretto Industriale,* Il Mulino, Bolonia;

Becattini, G. (1989), *Modelli locali di sviluppo,* Il Mulino, Bolonia;

Becattini G., Bellandi M., Dei Ottati G. y Sforzi F. (2001) (Eds.), *Il caleidoscopio dello sviluppo locale. Trasformazioni economiche nell'Italia contemporanea,* Rosenber & Sellier, Turín;

Becattini G. y Bellandi M. (2006), *Distretti Industriali: un paradigma socio-economico,* en Fortis M. y Quadro Curzio A. (Eds), Industria e distretti. Un paradigma di perdurante competitività italiana, Il Mulino, Bolonia;

Bellandi M. (1992), *The incentives to decentralised industrial creativity in local systems of small firms,* en Revue d'Economie Industrielle, Nº59;

Bellandi M. (2001), *Local development and embedded large firms,* en Entrepreneurship and Regional Development, vol. 13;

Bellandi M. y Sforzi F. (2001), *La molteplicità dei sentieri dello sviluppo locale,* en Becattini G., Bellandi M., Dei Ottati G. y Sforzi F. (Eds.), Il caleidoscopio dello sviluppo locale. Trasformazioni economiche nell'Italia contemporanea, Rosenber & Sellier, Turín;

Bianchi P. (1997), *Construir el Mercado. Lecciones de la Unión Europea: el desarrollo de las instituciones y de las politicas de competitividad,* Universidad Nacional de Quilmes, Bernal (Buenos Aires);

Bianchi P. y Miller L. (2000) *Innovación, acción colectiva y crecimiento endógeno: un ensayo sobre las instituciones y el cambio estructural,* en Boscherini F. y Poma L. (Eds), Territorio, conocimiento y competitividad de las empresas. El rol de las instituciones en el espacio global, Miño & Davila, Buenos Aires;

Bianchi P. y Labory S. (2006) (Eds), *International handbook on Industrial policy,* Edward Elgar Publishing Limited;

Boscherini F. (1996), *La experiencia de los Distritos Industriales italianos: el proceso de adaptación frente a los cambios de los '80 y la renovada competitividad en los '90,* en Boletín Informativo Techint, Nº288, Buenos Aires;

Boscherini F. (1997), *Qué es un Distrito Industrial: elementos característicos y modalidades de desarrollo,* en Desafío Industrial, Unión Industrial Tres de Febrero, Buenos Aires;

Boscherini F. (2002), *Políticas e instrumentos de apoyo para las Pymes en Italia,* en Boletín Informativo Techint, Nº309, Buenos Aires.

Boscherini F. (2003), *Algunas reflexiones acerca de las TICs y la creación de sectores productivos no tradicionales: el caso del Arno Valley,* en Boscherini F., Novick M. y Yoguel G. (eds.), Nuevas tecnologías de información y comunicación. Los límites de la economía del conocimiento, UNGS/EGIDA, Miño y Davila, Buenos Aires;

Boscherini F., (2003), *Estudio del proceso emprendedor en Italia,* Banco Interamericano de Desarrollo BID- EGIDA, Informe de trabajo, Washington, junio;

Boscherini F. (2005), *Processi di creazione di nuove imprese in Toscana: alcune riflessioni relative ai profili imprenditoriali in settori tradizionali ed ICT* in Economia e Politica Industriale, Nº1/2005;

Brusco S. (1989), *Piccole imprese e Distretti Industriali,* Rosenberg & Sellier;

Corò G. y Volpe M. (2003), *Modelli di integrazione internazionale della produzione nelle Pmi: implicazioni per l'analisi e la politica economica,* Nota di Lavoro 2003.03, Università Cà Foscari di Venezia.

Corò G. y Micelli S. (2004), *Quale futuro per i Distretti Industriali?,* en ZeroUno, Nº265;

D'Amico A. y Pulejo L. (2006), *La tipicità come materializzazione del prodotto-territorio: un'opportunità di sviluppo ad elevato rischio di inflazione,* en Franco M. y Reitano A. (Eds.), Il territorio: da risorsa a prodotto, Franco Angeli, Milán;

Dei Ottati G. (2006), *El efecto distrito: algunos aspectos conceptuales de sus ventajas competitivas,* en Economía Industrial, Nº359, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio de España;

Di Tommaso M.R. y Rabellotti R. (1999), *Efficienza collettiva e sistemi d'impresa,* Il Mulino, Bolonia;

Fortis M. y Quadro Curzio A. (2006) (Eds.), *Industrie e distretti. Un paradigma di perdurante competitività italiana,* Il Mulino, Bolonia;

Franco M. y Reitano A. (2006) (Eds.), *Il territorio: da risorsa a prodotto,* Franco Angeli, Milán;

Hirst P. y Zeitlin J. (1988), *Reversing industrial decline,* Berg;

Labory S. (2002), *Relazioni tra grandi imprese e reti di Pmi: considerazioni generali con particolare riferimento al settore moda,* en Labory S. y Zanni L. (Eds.), Il sistema moda in Toscana, Irpet, Florencia;

Magnatti P., Ramella F., Trigilia C. y Viesti G. (2003), *Lezione dei Patti Territoriali per la progettazione integrata territoriale nel Mezzogiorno,* Il Mulino, Bolonia;

Marshall A. (1890), *Principles of Economics,* McMillan, Londres;

Marshall A. (1919), *Industry and trade,* McMillan, Londres;

Ministerio de Industria, Turismo y Comercio de España (2006), *El Distrito Industrial marshalliano: un balance crítico de 25 años* en Economía Industrial, Nº359, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio de España;

Nadvi K. y Schmitz H. (1999), *Clustering and industrialization: introduction,* en World Development, vol. 27, Nº9, Washington D.C.;

Nomisma (2006), Analisi e ricerca sulla riorganizzazione dei Distretti Industriali e dei sistemi produttivi locali, Docup-Regione Toscana, Florencia;

Pike F. y Segenberger W. (1992), *Industrial districts and local regeneration,* International Institute for Labour Studies, Ginebra;

Piore C. y Sabel M. (1984), *The second industrial divide,* Basic Books, Nueva York;

Poma L., Freddi D. y Nicolli F. (2002), *Il ruolo del territorio nella competizione internazionale,* Centro Studi Antares, mimeo;

Pretini N. (2006), *Diversificazione e multifunzionalità in agricoltura.* Un'analisi per le Marche, Associazione Alessandro Bartola;

Schmitz H. (1995), *Collective efficiency: growth path for small-scale industry* en The Journal of Development Studies, Nº4, Londres;

Tattara G., De Giusti G. y Constantin F. (2006), *Il decentramento produttivo in Romania in tre distretti del Nord-Est,* Studia dell'Economia Veneta - Dipartimento Scienze Economiche, Università Ca' Foscari, Venecia;

Trigilia C. (2005), *Sviluppo locale. Un progetto per l'Italia,* Editori Laterza, Bari;

Viesti G. (2003), *Come nascono i Distretti Industriali,* Editori Laterza, Bari;

Von Tunzelman N.(2003), *High-tech industries and intermediate countries,* paper presentado en la Conference on "Technological Innovation and Globalization - Implications for Intermediate Developed Countries", Lisboa 23/24 de Octubre de 2003;

Zagnoli P. (2001), *La media impresa distrettuale tra tradizione e innovazione,* en Becattini G., Bellandi M., Dei Ottati G. y Sforzi F. (Eds.), Il caleidoscopio dello sviluppo locale. Trasformazioni economiche nell'Italia contemporanea, Rosenberg & Sellier, Turín.

Comercio intra-industrial y desempeño manufacturero

El intercambio de manufacturas entre la Argentina y Brasil

Jorge Lucángeli

Jorge Lucángeli es economista graduado en la UBA. Se ha especializado en temas de comercio internacional e integración regional. Es profesor de la Maestría en Relaciones Económicas Internacionales de la Facultad de Ciencias Económicas de la UBA.

Estas notas están basadas en un documento de trabajo sobre especialización intra-industrial en MERCOSUR realizado para la CEPAL en el marco de la serie Macroeconomía del Desarrollo, en proceso de edición.

El intercambio comercial entre la Argentina y Brasil tiene un componente intra-industrial relevante. El mismo había alcanzado su punto más alto en 1998, luego cayó hasta alcanzar un mínimo en 2002 y, desde ese entonces, los montos de comercio intra-industrial se han venido recuperando. No obstante, el patrón de especialización intra-industrial parecería haberse modificado entre la década de los '90 y la actual.

El objetivo de este trabajo consiste en evaluar los posibles vínculos entre la especialización intra-industrial y el desempeño productivo de los sectores involucrados; basándose en la hipótesis que la especialización resultante del comercio intra-industrial redundará en mejoras en la productividad.

Los diversos cálculos econométricos realizados (mediante la técnica de panel de datos) han confirmado la hipótesis del autor, a saber: la especialización intra-industrial tiene un efecto positivo sobre la productividad de la mano de obra. No obstante, dicho efecto aparece con una intensidad relativamente débil.

Este trabajo se propone indagar el fenómeno del intercambio o especialización intra-industrial entre la Argentina y Brasil. En el desarrollo del mismo se utilizará indistintamente el término comercio (CII) o especialización intra-industrial (EII), en la convicción que el comercio intra-industrial provoca una especialización de la producción que tiene consecuencias significativas en el desempeño manufacturero.

El comercio intra-industrial (CII) –entendido como la exportación e importación simultánea de mercancías que se agrupan en una misma actividad industrial– ha recibido una atención analítica considerable. La razón de mayor peso por este interés radica en el hecho de que las consecuencias teóricas y de política económica que de este fenómeno se derivan difieren, en muchos aspectos, de las que podrían obtenerse a través de los modelos convencionales de dotación relativa de factores.

El indicador corrientemente utilizado para estimar el CII es el coeficiente de Grubel-Lloyd, que mide la proporción de comercio intra-industrial respecto del comercio total para una rama determinada. (Grubel y Lloyd, 1975)

$$C_i = \frac{(X_i + M_i) - |X_i - M_i|}{X_i + M_i} 100$$

El coeficiente de comercio intra-industrial (CCINTRA) variará entre 0 y 100, significando este último porcentaje la presencia plena de comercio intra-industrial, esto es, las exportaciones de una clase o industria se equiparan exactamente con las importaciones.

La estimación del CCINTRA para conjuntos –parciales o el total– de las actividades industriales involucradas en el análisis implica tomar ciertas prevenciones. En primer lugar, si se desea sintetizar una distribución de un conjunto de observaciones referidas a diversas clases elementales es conveniente utilizar una media de los coeficientes que le corresponden, ponderados por el peso relativo de cada una de ellas, medido en términos del intercambio total ($X_i + M_i$), en el comercio del conjunto que se analiza. El coeficiente λ es el resultado de esta estimación.

$$\lambda = \frac{\sum_i^n [(X_i + M_i) - |X_i - M_i|]}{\sum_i^n (X_i + M_i)} 100$$

La información sobre el comercio internacional, a los fines de calcular los coeficientes de comercio intra-industrial, requiere de un cierto ordenamiento ya que de lo que se trata es intentar agrupar la información lo más aproximadamente posible al concepto de *industria* o actividad industrial, dada las características del indicador. La Clasificación Uniforme para el Comercio Internacional (CUCI) desarrollada por Naciones Unidas a fin de permitir una mejor comparación de las estadísticas de comercio exterior representa –en principio– una buena aproximación al concepto de *industria*, ya que el criterio de agregación utilizado en la compilación de las mercancías tiene en cuenta la *sustituibilidad* en el consumo y la similitud de los requerimientos de insumos en la producción.

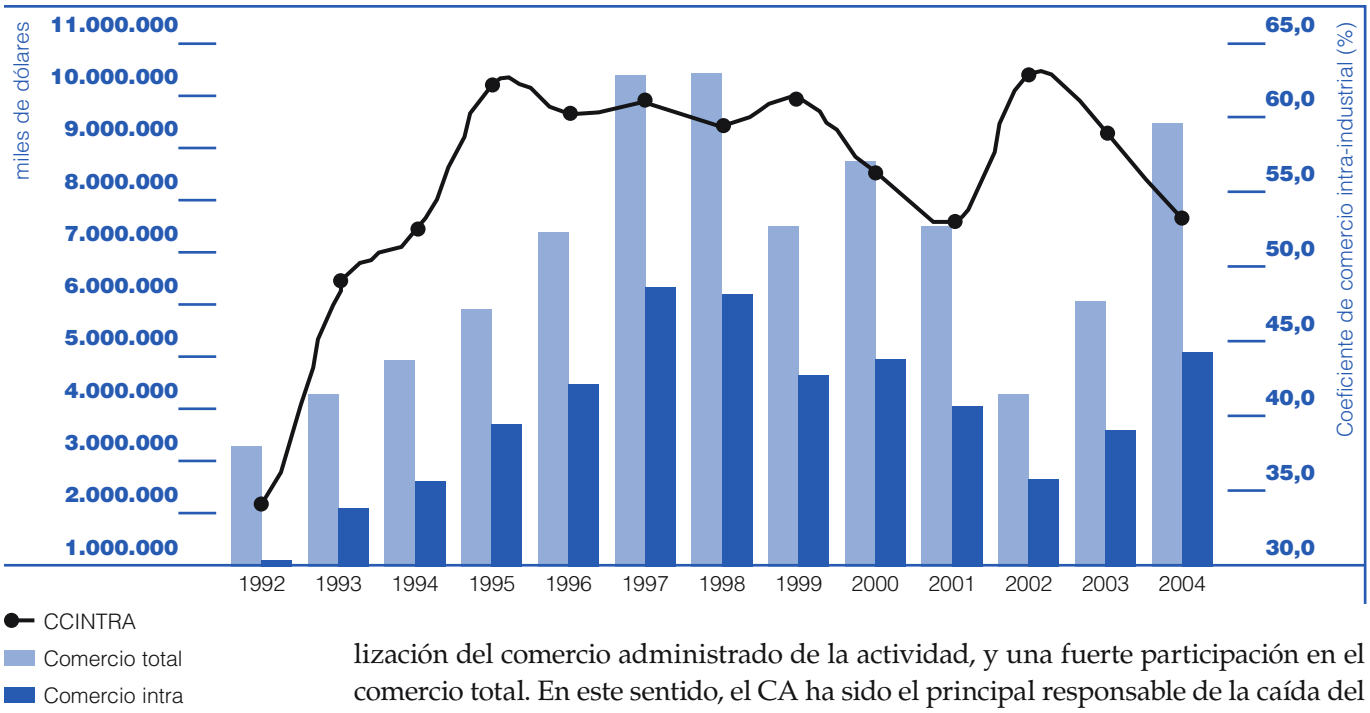
El comercio intra-industrial entre la Argentina y Brasil es relevante desde principios de los noventa. Más aún, antes de la conformación del MERCOSUR, el intercambio de manufacturas entre la Argentina y Brasil mostraba un contenido significativo de comercio intra-industrial (Lucángeli, 1992). Hacia fines de los ochenta, algo menos de la mitad del comercio de manufacturas era intra-industrial. De todos modos, con el inicio del proceso de integración se profundizó este fenómeno. Entre 1995 y 2000, el CCINTRA entre la Argentina y Brasil redondeó 60%. Si bien con la crisis el coeficiente se resintió, el año 2004 –último registro de este informe– muestra un coeficiente superior al 50%.

El comercio total de manufacturas entre la Argentina y Brasil tuvo su pico en 1998 con casi u$s 10,5 mil millones, de los cuales u$s 6,251 mil millones fueron intra-industria. El mínimo del comercio total –del período que se está analizando (1992-2004)– correspondió a 2002 con u$s 4,266 mil millones. Sin embargo, lo que merece destacarse de este período es que el CCINTRA mantiene un valor elevado y bastante estable desde mediados de los noventa hasta 2004 superior al 50%.

Dos conjuntos industriales se destacan dentro del total de los productos manufactureros. Por un lado, lo que hemos denominado el *complejo automotriz*[1]; por otro, Productos Químicos (Sección 5 de la CUCI). El complejo automotriz (CA) representó, en 1998, cerca de la mitad del comercio total de manufacturas y el CCINTRA alcanzó el 69,3%. Siempre ha mostrado coeficientes altos, evidenciando la especia-

[1] Se incluyen los grupos CUCI *Motores de combustión interna* (713), *Automóviles* (781), *Vehículos automotores para el transporte de mercancías* (782), *Vehículos automotores de carretera* (783) y *Partes, piezas y accesorios automotores* (784).

Comercio de manufacturas (CUCI) entre la Argentina y Brasil. 1992 - 2004



lización del comercio administrado de la actividad, y una fuerte participación en el comercio total. En este sentido, el CA ha sido el principal responsable de la caída del comercio total en 2002: en ese año crítico el comercio automotriz fue la cuarta parte del verificado en 1998. Sólo se intercambiaron u$s 1,284 mil millones.

El caso de productos químicos es algo distinto. El comercio total viene creciendo sistemáticamente desde principios de los noventa –con sólo una leve caída en 1999 y 2002– y registra coeficientes de especialización intra-industrial muy altos y estables, rondando el 70%. Si bien su participación en el comercio de manufacturas estaba en alrededor del 20%, estos últimos años se ha acercado al 30%. Pero, además, la especialización es un fenómeno generalizado para el conjunto de la sección 5 de CUCI. La sección *Productos Químicos* está abierta en 32 grupos, de los cuales 21 registraron, en promedio, para el período 2001-2004, coeficientes superiores al 50%.

Indudablemente, se está frente a un fenómeno que no puede considerarse trivial. No sólo tiene su trayectoria, sino que ha adquirido una magnitud considerable. Este trabajo apunta a examinar el fenómeno de la especialización analizando el vínculo que pueda existir entre la especialización intra-industrial y el desempeño manufacturero. En este caso, el análisis se centra en evaluar el comportamiento de la productividad de la mano de obra. Como se desarrolla en el capítulo siguiente, la literatura no ha sido muy generosa en el examen de esta cuestión.

La especialización intra-industrial en la literatura económica

El comercio intra-industrial (CII) ha recibido una atención analítica considerable en las décadas recientes. La razón de mayor peso por este interés radica en el hecho de que las consecuencias teóricas y de política económica que de este fenómeno se derivan difieren, en muchos aspectos, de las que podrían obtenerse a través de los modelos convencionales de dotación relativa de factores.

En realidad, hasta hace poco tiempo, la teoría ha estado dominada por el *paradigma competitivo* y cuestiones de tanta significación como la competencia monopolística no habían sido incorporadas en el análisis de comercio. Estas últimas décadas

muestran un cambio trascendente en la teoría del comercio internacional –que algunos han denominado la *nueva teoría del comercio internacional*– ya que los modelos teóricos han asimilado aspectos tan significativos como la diferenciación de productos, las economías de escala y la cuestión tecnológica en el examen de las causas del comercio internacional y los patrones de especialización internacional.

A pesar de la reciente avalancha de literatura sobre esta nueva teoría del comercio existe consenso en que el trabajo de Grubel y Lloyd (1975) fue pionero en examinar el comercio intra-industrial entre países desarrollados con dotaciones relativas de factores y conocimientos tecnológicos similares. En dicho trabajo, los autores consideran que las economías de escala son el factor principal para explicar el CII. Las razones que explican la emergencia del comercio intra-industrial deben rastrearse en la diferenciación de productos a que da lugar la competencia imperfecta y –esencialmente– la presencia de costos medios decrecientes en la producción. De ahí que este fenómeno se manifieste, principalmente, en el comercio de manufacturas.

Las ganancias que son atribuibles al comercio intra-industrial también pueden descomponerse –de manera similar a los modelos Heckscher-Ohlin-Samuelson (H-O-S)– en aquéllas que tienen que ver con el intercambio y las derivadas de la especialización. En el caso de las ganancias del intercambio cabe tener en consideración que, la presencia de la especialización intra-industrial, requiere incorporar en la definición de la función de utilidad de los consumidores el acceso a una mayor diversidad de bienes de consumo.

Sin embargo, a los fines del tema que nos convoca, las ganancias derivadas de la especialización de la producción son las relevantes. En el caso de la especialización intra-industrial, las ganancias no sólo resultan de la reasignación de los recursos (a la manera de los modelos H-O-S), sino como resultado de las ganancias dinámicas asociadas a la realización de las economías de escala.

La magnitud de las ganancias de especialización dependerá, esencialmente, de la intensidad del *factor escala*, esto es, la pendiente de la función de economías de escala en el tramo relevante. Esto determinará la intensidad de la reducción de los costos unitarios a partir de la expansión del mercado (Greenaway y Milner, 1986).

La literatura económica ha indagado exhaustivamente las razones que explican o dan origen a esta forma peculiar de especialización. Para Grubel y Lloyd (1975), los modelos basados en la proporción de factores ayudan a interpretar algunas de las corrientes de comercio intra-industrial. Tal el caso de los productos funcionalmente homogéneos, aquéllos que resultan indiferentes desde el punto de vista de la elección del consumidor.

El fenómeno del comercio intra-industrial en otro conjunto significativo de bienes se explica por la presencia de economías de escala en la producción de bienes diferenciados. Este es, probablemente, el argumento de mayor peso para justificar este fenómeno. Desde esta perspectiva, el comercio intra-industrial puede provenir de distintos conjuntos de bienes. Uno de ellos es el de los sustitutos cercanos en el uso pero que tienen requerimientos de insumos más bien distintos: muebles (de madera o metal), textiles (de algodón, lana o fibras artificiales), etcétera. Por cierto, la emergencia de comercio intra-industrial en este tipo de productos es compatible con el modelo H-O-S debido a la diferenciación en los insumos.

Un segundo grupo comprende a productos que tienen similitud en los insumos pero que en la práctica no son sustitutos en cuanto al uso: productos planos o no planos de acero; nafta, gasoil u otros derivados del petróleo.

El tercer grupo abarca bienes muy cercanos desde el punto de vista de la función básica que cumplen, pero que están diferenciados por el diseño, el estilo, la calidad, pequeñas variaciones en el desempeño, o muchas veces sólo por la marca. Mantienen, a su vez, la característica de que los insumos requeridos para producirlos son esencialmente similares.

La producción de alimentos procesados, bebidas, cigarrillos, textiles, confecciones, ciertos bienes de capital, automotriz, electrónicos, equipo de procesamiento de datos, químicos, perfumería; son actividades manufactureras típicas de esta categoría, caracterizadas por practicar una intensa diferenciación de productos y estar sujetas a fuertes economías de escala.

Indudablemente, los modelos simples de proporción de factores presentan ciertas restricciones para explicar el comercio intra-industrial y se adaptan mejor para interpretar el comercio inter-industrial. La ausencia de un argumento esencial cual es el de las economías de escala limita la capacidad analítica de estos modelos.

La contribución de P. Krugman (1980) va en esta dirección. El comercio no sólo se explicaría a partir de las diferencias relativas en la dotación de factores sino que las economías de escala y la diferenciación de productos permiten interpretar una parte significativa del intercambio comercial. Pero el argumento de Krugman va mucho más allá. Mientras que las diferencias en la proporción de factores darían lugar a la especialización inter-industrial en la producción y el comercio, las economías de escala conducirían a la especialización intra-industrial de la producción y el comercio. En este sentido, países con dotaciones de factores similares tendrían patrones de comercio basados, fundamentalmente, en el comercio intra-industrial.

Existe una abultada literatura referida a los determinantes de la especialización intra-industrial, si bien, en muchos casos, estas explicaciones se superponen o complementan. Sin embargo, hay acuerdo entre los distintos autores acerca de que la presencia de economías de escala es un determinante central del fenómeno; aunque recientemente algunos autores rescatan a la dotación de factores o los factores tecnológicos como otros determinantes significativos de alguna forma de especialización intra-industrial.

Ahora bien, la literatura no es tan generosa al momento de evaluar las consecuencias o impactos de la especialización intra-industrial. Un aspecto que generalmente es esgrimido por los distintos autores al momento de evaluar los beneficios de la especialización intra-industrial se refiere a que el ajuste que trae aparejado la apertura comercial –sea preferencial o indiscriminada– será relativamente más fácil y menos costoso si la expansión del comercio adquiere la forma de comercio intra-industrial. Es lo que se ha denominado la *smooth adjustment hipótesis* (SAH), centrado –esencialmente– en el ajuste del mercado laboral.

El objetivo del trabajo que se presenta es examinar los posibles impactos que tiene la especialización intra-industrial sobre el desempeño de la producción de manufacturas de la Argentina y Brasil. La hipótesis que se pretende contrastar refiere

a si la presencia de especialización intra-industrial en el intercambio entre ambos países ha contribuido a mejorar el desempeño de la industria manufacturera. En la medida en que la especialización intra-industrial supone una mayor eficiencia en la producción (esencialmente por las ganancias de escala), una mayor especialización debería redundar en un mejor desempeño. La integración de las economías permitiría una profundización de la especialización de la producción como consecuencia de la ampliación de los mercados. El acceso a economías de escala, el mejor aprovechamiento de un factor específico –como ser el capital humano–, la distinta dotación relativa de factores, redundaría en ganancias de eficiencia en el desempeño.

Por motivos de acceso a la información se ha recurrido a la productividad de la mano de obra como indicador del desempeño productivo de la industria: la especialización de la producción provoca –ya sea por presencia de economías de escala, por el acceso tecnológico o mejor aprovechamiento del capital humano o la conjunción de todos ellos– un mejoramiento en el desempeño productivo que se traduciría en aumentos de la productividad laboral.

La especialización intra-industrial y la productividad

A fin de intentar la verificación de la hipótesis recién destacada, se recurrió a estimaciones econométricas utilizando la técnica de panel de datos. El análisis requería examinar los datos de comercio y de la productividad de la mano de obra. La información de comercio fue ordenada de acuerdo a la clasificación CUCI, Rev. 3, cuya base de datos fue proporcionada por la CEPAL. Se recurrió a la apertura a tres dígitos de la clasificación.

Respecto de la información de la productividad de la mano de obra, se recurrió a las estadísticas del INDEC (Argentina) y del IBGE (Brasil). En el primer caso, se estimó mediante el cociente entre el índice de volumen físico y el índice de horas obrero trabajadas para las distintas ramas CIIU (tres dígitos). En el caso de Brasil, se siguió la misma metodología, aunque la apertura de las ramas industriales se ajustó a la clasificación que utiliza el IBGE. Finalmente, teniendo en cuenta que la clasificación CUCI (tres dígitos) presenta una desagregación más extendida que la clasificación CIIU o la utilizada por el IBGE, se procedió a asignar a cada grupo CUCI un índice de productividad afín a la actividad.

Modelo Econométrico

$$\gamma_{it} = \alpha_i + \Sigma\chi_{itk}\,\beta_k + \varepsilon_{it}$$

donde:
i = 1,..n (grupos CUCI)
t = tiempo
k = variables explicativas

En nuestro caso, "γ_{it}" será la productividad media de la mano de obra del sector "i" en el año "t"; "x_{it1}" será el volumen físico de producción del sector "i" en el año "t", "x_{it2}" será el comercio intra-industrial del sector "i" en el año "t", etc. Se utilizó en las estimaciones el método de los *denominados efectos fijos* que refleja las variaciones que se producen al interior de cada grupo. Pero se utilizó, junto con el método de efectos fijos, el método de variables instrumentales, consistente en introducir nuevas variables relacionadas con las variables independientes pero no relacionadas con el error aleatorio.

Las estimaciones estadísticas se realizaron mediante la técnica de *modelos basados en panel de datos*. El panel de datos contiene una serie de observaciones repetidas, sobre las mismas unidades, a través del tiempo. De esta manera, se utilizan, en forma conjunta, datos de tipo transversal con datos en forma de serie de tiempo, de modo de mejorar la cantidad de datos y la calidad del análisis. Es de aceptación generalizada que los estimadores basados en este tipo de modelo son mucho más precisos que los obtenidos por otros métodos.

En este caso particular, los *cortes de tipo transversal* han sido los distintos sectores productivos representados, en esta ocasión, por los grupos CUCI (alrededor de 1500) y las *series de tiempo* estuvieron conformadas por las distintas variables que intervienen en el análisis y abarcan el período de datos disponible (1992-2004). Las estimaciones se hicieron por países, para la Argentina y Brasil por separado. Además, se tomaron conjuntos de grupos CUCI de distinto grado de alcance: se estimó la función para el total de grupos CUCI de Manufacturas (Sección 5, 6, 7 y 8); para cada sección en particular y algunos agrupamientos de la clasificación de K.Pavitt (1984).

Modelo Estimado

La productividad de la mano de obra se considera la variable dependiente, en tanto que el volumen físico de la producción y el valor del comercio intra-industrial son las variables explicativas (independientes). Dado que las variables se las expresará, en su forma logarítmica (logaritmos naturales), el modelo estadístico queda enunciado así:

$$pmo_{it} = c*ivf_{it}^{\beta_1} *intra_{it}^{\beta_2} *u_{it} \quad (1)$$

Donde:
i = 1, …, n (cantidad de sectores)
t = 1, …T (cantidad de observaciones temporales)

Se supone que el error aleatorio "u" sigue una distribución logarítmica normal (esto es su logaritmo se distribuye en forma normal). Tomando logaritmos en (1) obtenemos la ecuación (ya clásica) a estimar:

$$lnpmo_{it} = lnc + \beta_1 ivf_{it} + \beta_2 intra_{it} + lnu_{it} \quad (2)$$

Donde β_1 indica la elasticidad de la productividad media de la mano de obra respecto de las variaciones del índice del volumen físico de la producción y β_2 la elasticidad respecto del comercio intra-industrial.

El modelo estimado considera que la productividad media de la mano de obra –la variable dependiente– es función del volumen físico de la producción industrial y del monto de comercio intra-industrial. Sencillamente, se supone que la productividad de la mano de obra aumentará en la medida en que aumente el volumen de producción y en la medida en que el monto del comercio intra-industrial también crezca.

En primer lugar, se observa una relación estadísticamente significativa y del signo esperado entre el índice de volumen físico de la producción (IVF) y la productividad media de la mano de obra (PMO), esto es, el aumento del volumen de producción afectará positivamente el desempeño de la productividad. Esta relación se verifica tanto para el total de las manufacturas, como para la casi totalidad de los sectores analizados. El fenómeno es observable tanto para la Argentina y Brasil, con algunas diferencias que serán analizadas.

Respecto de la relación entre el monto de comercio intra-industrial (Intra) y la productividad de la mano de obra también es posible determinar que la relación es estadísticamente significativa y del signo esperado. No sólo para el total de las manufacturas, sino en la mayoría de los agrupamientos analizados. En este sentido, la hipótesis que se planteará más arriba acerca de que la dinámica de la especialización intra-industrial tiene una influencia positiva en el desempeño de la productividad estaría comprobada.

β_1 –la elasticidad de PMO respecto del IVF– está asociada al denominado *efecto Verdoorn-Kaldor.* El aumento del volumen de producción repercute positivamente sobre los niveles de productividad. Diversas son las causas que concurren a explicar este fenómeno: la presencia de economías de escala estáticas, la profundización de la división del trabajo como consecuencia del aumento de la producción, progreso técnico incorporado en los bienes de capital, un fenómeno de aprendizaje *(learning by doing)*, etc. El *efecto Verdoorn-Kaldor* resulta muy significativo; aunque cabe destacar que este efecto es, sistemáticamente, mucho más intenso en Brasil que en la Argentina. La elasticidad de la industria brasileña respecto de aumentos en el volumen de producción es entre 3 y 4 veces superiores a la argentina.

La respuesta de la productividad de la mano de obra a las variaciones del monto del comercio intra-industrial, esto es, la elasticidad de la productividad respecto del comercio intra-industrial (β_2), es un fenómeno más débil que en el caso de la respuesta ante las variaciones del IVF. Esta elasticidad está asociada a la profundización de la especialización a que da lugar el comercio intra-industrial. En este sentido, asumiendo que hay una cierta heterogeneidad al interior de las distintas industrias, la especialización tendería a modificar la estructura industrial de los sectores, privilegiando la emergencia de aquellas firmas con mejores niveles de productividad.[2] De cualquier modo, uno hubiese esperado que este efecto fuera más intenso en el caso de la Argentina que en Brasil, ya que la especialización intra-industrial le abre a la industria argentina un mercado varias veces más grande como es el brasileño. Sin embargo, en todos los casos significativos, como en los β_1, las elasticidades son mayores en el caso de Brasil.

[2] El efecto de las economías de escala presentes en la especialización intra-industrial estaría incorporado en los coeficientes β_1.

Productos Químicos muestra, tanto para la Argentina como para Brasil, los β_1 más altos, aunque una respuesta al comercio intra muy débil. Es probable que, dada la fuerte especialización que exhibe este sector industrial, la profundización del comercio intra, de alguna manera, haya alcanzado *rendimientos decrecientes.* El complejo automotriz muestra un comportamiento, por demás, curioso. Los parámetros estimados no son significativos y en algunos casos, de signos cambiados. Probablemente, este modelo no sea el idóneo para examinar el desempeño de una industria cuyo comportamiento se aproxima al de *comercio administrado.*

Adentrándonos en algunos de los agrupamientos de la clasificación de Pavitt, las *industrias intensivas en economías de escala* muestran un β_1 significativo y alto en Brasil, aunque no significativo en la Argentina. Por el contrario, los β_2 son significativos en ambos países, débil en Brasil y más alto en la Argentina. El otro agrupamiento que muestra un ajuste interesante es *industrias intensivas en I&D;* coeficientes significativos y valores altos de la elasticidad de la productividad respecto del volumen físico de la producción, especialmente en Brasil.

En síntesis, se puede concluir que:

i) El *efecto Verdoorn-Kaldor* durante el período analizado adquirió una significación destacable.
ii) Este efecto es mucho más intenso en la industria manufacturera brasileña que en la argentina.
iii) El efecto de la especialización intra-industrial sobre la productividad es estadísticamente significativo. En este sentido, la hipótesis no puede ser rechazada. De todos modos, es un efecto débil, probablemente porque el *efecto Verdoorn-Kaldor* prevalece.
iv) A pesar de su debilidad, la elasticidad del comercio intra asume valores muy superiores en Brasil.

Nuestra incursión en los vínculos entre productividad y especialización intra-industrial ha deparado algunas sorpresas. En primer lugar, resulta llamativa la magnitud que adquiere el *efecto Verdoorn-Kaldor* en la industria manufacturera brasileña en relación con la argentina. Si bien no es el eje central de este documento, amerita examinarse con más detenimiento. Probablemente el tamaño de mercado de una y otra economía tenga algo que ver con este comportamiento dispar. Sin embargo, también debería agregarse a esta interpretación la presencia de un *ambiente o contexto* más propicio para la actividad manufacturera, a través de políticas públicas orientadas en ese sentido y un empresariado industrial con características más *schumpeterianas*.[3]

[3] Durante la década del noventa, la tasa media de crecimiento de la productividad de la industria manufacturera brasileña redondeó el 2,1% trimestral, en tanto que la argentina fue de 1,5%. Véase J.Lucángeli (2001).

A modo de síntesis y conclusiones

El intercambio comercial entre la Argentina y Brasil tiene un componente intra-industrial relevante. Esta especialización no es un fenómeno trivial. Desde fines de los ochenta, al menos la mitad del intercambio de manufacturas entre ambos países era intra-industrial. Si bien el intercambio de manufacturas tuvo su pico en 1998, luego de 2002 se han venido recuperando los montos de comercio intra-industrial.

El patrón de especialización intra-industrial parecería haberse modificado. En efecto, el patrón de mediados de los dos mil difiere del observable a mediados de los noventa. En la década pasada, el complejo automotriz era el que lideraba el intercambio de manufacturas entre la Argentina y Brasil. Alrededor de la mitad del comercio –tanto total como intra-industrial– era acaparado por el complejo automotriz. Esta estructura se ha modificado significativamente en estos años del nuevo milenio: los automotores representan un tercio del comercio. Productos Químicos ha irrumpido en el intercambio bilateral, con niveles de comercio intra que superan el 70%. Esta actividad manufacturera ha consolidado una especialización intra-industrial destacable.

La intención de este trabajo no ha sido examinar las fuentes de la especialización intra-industrial, sino que el objetivo apuntó a indagar en los posibles vínculos entre la especialización intra-industrial y el desempeño productivo en la hipótesis que la especialización a que da lugar el comercio intra-industrial redundará en mejoras en la productividad. Si bien la teoría ha sido un tanto parca en esta cuestión, nuestra sospecha ha sido que la profundización de la especialización tiene que afectar el desempeño de los sectores involucrados.

La especialización de la producción permitirá aprovechar las economías de escala estáticas, la profundización de la división del trabajo y la especialización de la mano de obra, como así también provocará ciertos cambios en la estructura interna de las distintas actividades industriales. Los diversos ejercicios econométricos realizados (mediante la técnica de panel de datos) han confirmado nuestra hipótesis, aunque el fenómeno aparece con una intensidad relativamente débil. Esto es, la especialización intra-industrial tiene un efecto positivo sobre la productividad de la mano de obra, aunque el mismo no es de una magnitud considerable.

Por el contrario, lo que hemos identificado como *efecto Verdoorn-Kaldor* tiene una intensidad significativa, especialmente en la industria manufacturera brasileña. En este caso, la expansión de la producción tendrá un efecto considerable sobre la productividad. El *efecto Verdoorn-Kaldor* ha sido motivo de numerosos trabajos e interpretaciones, aunque generalmente, está asociado a la presencia de economías de escala, progreso técnico y modificaciones en la relación capital-trabajo, entre otros.

De todos modos, la expansión del volumen físico de la producción es consecuencia de diversos factores, entre los que no están ausentes aquellos derivados de una mayor especialización intra-industrial. Quizá, lo que haya que destacar a partir de los resultados alcanzados, es que la especialización intra-industrial, inducida –entre otras causas– por el proceso de integración regional ha favorecido una secuencia virtuosa de mejora del desempeño manufacturero de los países involucrados. La integración, a través del desmantelamiento de las restricciones al comercio entre los países socios, permite acceder a un mercado ampliado con las consiguientes ganancias de bienestar, especialmente por un grado mayor de especialización de la producción.

Cuadro 1. Resultados de las regresiones de panel de datos
$lnpmo_{it} = lnc + \beta_1 ivf_{it} + \beta_2 intra_{it} + lnu_{it}$

Clasificación manufacturas	Argentina					Brasil				
	β_1		β_2		N	β_1		β_2		N
	Valor Coef.	Valor Prob.*	Valor Coef.	Valor Prob.*		Valor Coef.	Valor Prob.*	Valor Coef.	Valor Prob.*	
Total Manufacturas CUCI	0,37	0,00	0,12	0,00	1577	1,18	0,00	0,38	0,00	1577
Sección 5 (Prod. Químicos)	1,45	0,00	0,03	0,06	338	4,60	0,00	-0,03	0,41	338
Sección 6 (Man.clas.s/mater.)	0,45	0,00	0,11	0,01	475	0,47	0,3	0,42	0,00	475
Sección 7 (Maq. y Eq. Trans.)	-0,02	0,93	0,15	0,09	483	1,88	0,00	0,84	0,01	483
Sección 8 (Artíc. Manuf. Div.)	0,44	0,00	0,05	0,49	281	-1,83	0,40	0,72	0,08	281
Industrias Intensivas en Economías de Escala	0,14	0,66	0,24	0,01	438	1,91	0,00	0,28	0,00	434
Industrias Intensivas en I&D	0,78	0,00	0,04	0,01	183	1,183	0,00	0,17	0,00	183
Industrias Intensivas en Trabajo	0,46	0,00	0,02	0,69	384	-1,37	0,09	0,63	0,01	384
Proveedores Especializados	0,11	0,56	0,01	0,85	348	1,37	0,03	0,71	0,00	348
Complejo Automotriz	4,25	0,86	-5,56	0,82	52	-5,68	0,48	1,22	0,39	52

* Valor de probabilidad de la hipótesis nula, esto es, que el coeficiente no difiera de cero.

Cuadro 2. Comercio argentino-brasileño, 1992 - 2004. Manufacturas CUCI (En miles de dólares y %)

Grupos CUCI	1992			1993			1994		
	Comercio Total	Comercio Intra	Coef. Intra	Comercio Total	Comercio Intra	Coef. Intra	Comercio Total	Comercio Intra	Coef. Intra
Total Manufacturas	3.306.146	1.124.198	34,0	4.280.618	2.105.902	49,2	4.970.436	2.621.054	52,7
Productos Químicos	452.703	264.270	58,4	565.422	272.916	48,3	740.489	395.138	53,4
Maquinaria y Equipo	1.737.881	628.014	36,1	2.361.005	1.430.692	60,6	2.727.068	1.764.822	64,7
Complejo automotriz	1.175.580	488.702	41,6	1.575.046	1.188.992	75,5	1.841.475	1.497.574	81,3
Manuf. excluido com. autom.	2.130.566	635.496	29,8	2.705.572	916.910	33,9	3.128.961	1.123.480	35,9
Maq. y equipo exc. com. autom.	562.301	139.312	24,8	785.959	241.700	30,8	885.593	267.248	30,2

Grupos CUCI	1995			1996			1997		
	Comercio Total	Comercio Intra	Coef. Intra	Comercio Total	Comercio Intra	Coef. Intra	Comercio Total	Comercio Intra	Coef. Intra
Total Manufacturas	5.992.628	3.738.916	62,4	7.417.224	4.492.388	60,6	10.418.798	6.371.568	61,2
Productos Químicos	1.027.654	594.898	57,9	1.170.145	731.154	62,5	1.381.143	798.954	57,8
Maquinaria y Equipo	3.082.441	2.251.796	73,1	4.143.817	2.723.490	65,7	6.411.804	4.240.628	66,1
Complejo automotriz	2.110.391	1.743.990	82,6	2.993.854	2.272.662	75,9	4.817.376	3.522.042	73,1
Manuf. excluido com. autom.	3.882.237	1.994.926	51,4	4.423.370	2.219.726	50,2	5.601.422	2.849.526	50,9
Maq. y equipo exc. com. autom.	972.050	507.806	52,2	1.149.963	450.828	39,2	1.594.428	718.586	45,1

Grupos CUCI	1998			1999			2000		
	Comercio Total	Comercio Intra	Coef. Intra	Comercio Total	Comercio Intra	Coef. Intra	Comercio Total	Comercio Intra	Coef. Intra
Manufacturas	10.467.045	6.250.848	59,7	7.576.085	4.602.926	60,8	8.776.422	4.987.614	56,8
Productos Químicos	1.448.789	937.796	64,7	1.338.477	981.846	73,4	1.548.067	1.108.824	71,6
Maquinaria y Equipo	6.446.458	4.144.904	64,3	4.050.802	2.762.750	68,2	4.772.498	2.975.996	62,4
Complejo automotriz	4.958.459	3.435.552	69,3	2.693.599	2.185.132	81,1	2.902.780	2.270.072	78,2
Manuf. excluido com. autom.	5.508.586	2.815.296	51,1	4.882.486	2.417.794	49,5	5.873.642	2.717.542	46,3
Maq. y equipo exc. com. autom.	1.487.999	709.352	47,7	1.357.203	577.618	42,6	1.869.718	705.924	37,8

Cuadro 2. Comercio argentino-brasileño, 1992 - 2004. (Continuación)

Grupos CUCI	2001			2002			2003		
	Comercio Total	Comercio Intra	Coef. Intra	Comercio Total	Comercio Intra	Coef. Intra	Comercio Total	Comercio Intra	Coef. Intra
Manufacturas	7.545.225	4.018.390	53,3	4.276.066	2.705.036	63,3	6.116.472	3.628.332	59,3
Productos Químicos	1.528.850	1.120.696	73,3	1.347.821	905.748	67,2	1.745.995	1.228.198	70,3
Maquinaria y Equipo	3.802.335	2.066.524	54,3	1.824.415	1.132.448	62,1	2.724.794	1.696.412	62,3
Complejo automotriz	2.379.743	1.388.514	58,3	1.284.648	763.786	59,5	1.623.769	1.262.034	77,7
Manuf. excluido com. autom.	5.165.482	2.629.876	50,9	2.991.418	1.941.250	64,9	4.492.703	2.366.298	52,7
Maq. y equipo exc. com. autom.	1.422.592	678.010	47,7	539.767	368.662	68,3	1.101.025	434.378	39,5

Grupos CUCI	2004		
	Comercio Total	Comercio Intra	Coef. Intra
Total Manufacturas	9.572.592	5.116.302	53,4
Productos Químicos	2.365.755	1.796.226	75,9
Maquinaria y Equipo	4.868.492	2.377.934	48,8
Complejo automotriz	3.007.419	1.856.922	61,7
Manuf. excluido com. autom.	6.565.173	3.259.380	49,6
Maq. y equipo exc. com. autom.	1.861.073	521.012	28,0

Fuente: Elaboración propia en base a información de INDEC y División de Estadísticas de CEPAL

Referencias bibliograficas

Baltagi, B. H. (2001). *Econometric Analysis of Panel Data,* Second Edition, John Wiley & Sons Ltd, Chichester.

Greenaway, D. y Milner, C.(1986). *The Economics of Intra-industry Trade,* Basil Blackwell, Oxford.

Grubel, H.G. y Lloyd, P.J. (1975). *Intra Industry Trade,* Macmillan, London.

Krugman, P. (1980). *Scale Economies, Product Differentiation, and the Pattern of Trade,* en American Economic Review, Vol. 70, pp. 950-959.

Lucángeli, J. (1992). *Integración comercial, intercambio intra-industrial y creación y desvío de comercio. El intercambio comercial entre Argentina y Brasil en los años recientes,* Proyecto "Integración Económica", Subsecretaría de Estudios Económicos, Secretaría de Programación Económica, Buenos Aires.

Lucángeli, J. (2001). *La competitividad de la industria manufacturera argentina durante los noventa,* en Boletín Informativo Techint 307, Buenos Aires.

Pavitt, K. (1984). *Sectoral patterns of technical change: Towards and taxonomy and a theory,* en Research Policy, 13, 343-373.

Wooldridge, J. (2002). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data,* The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

Anexos estadísticos

Anexo 1. Evolución del mercado oficial del dólar
(Tipo vendedor para transferencias financieras)

Años (fin de)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Pesos ley 18.188 por dólar estadounidense (Un peso Ley 18.188 = 100 pesos m/n)						
82	10.075,0000	10.050,0000	11.600,0000	12.000,0000	14.600,0000	15.750,0000
83	54.070,0000	60.330,0000	67.370,0000	74.410,0000	81.130,0000	
Pesos argentinos por dólar estadounidense (Un peso argentino = 10.000 pesos Ley = 1.000.000 pesos m/n)						
1983						8,8910
84	26,3140	29,0720	32,7340	37,5360	44,0040	51,2670
85	223,4800	268,1500	342,8900	444,2100	601,9800	
Australes por dólar estadounidense (Un austral = 1.000 pesos argentinos = 10.000.000 pesos Ley = 1.000.000.000 pesos m/n)						
1985						0,8010
86	0,8010	0,8010	0,8010	0,8410	0,8610	0,8910
87	1,3320	1,5410	1,5410	1,5410	1,6220	1,8020
88	5,5400	6,1700	6,6200	7,4900	9,2000	11,2100
89	17,5100	28,2000	49,8000	77,0000	177,0000	262,0000
1990	1.870,0000	5.970,0000	4.660,0000	5.010,0000	5.010,0000	5.270,0000
91	9.430,0000	9.990,0000	9.635,0000	9.810,0000	9.910,0000	9.975,0000
Pesos por dólar estadounidense (Un peso = 10.000 australes = 10.000.000 pesos argentinos = 100.000.000.000 pesos Ley = 10.000.000.000.000 pesos m/n)						
1992	0,9910	0,9910	0,9930	0,9910	0,9910	0,9910
93	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
94	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
1995	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
96	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
97	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
98	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
99	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
2000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
01	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
02	2,0500	2,1500	3,0000	2,9800	3,6000	3,8000
03	3,2100	3,1900	2,9800	2,8200	2,8500	2,8000
04	2,9280	2,9230	2,8600	2,8400	2,9600	2,9580
2005	2,9240	2,9380	2,9170	2,9100	2,8830	2,8870
06	3,0660	3,0740	3,0820	3,0480	3,0850	3,0860
07	3,1030	3,1000	3,1000	3,0900	3,0770	3,0930
08	3,1560	3,1590	3,1650			

Anexo 2. Evolución del mercado libre del dólar
(Basado en los tipos de cambio en los mercados internacionales) (Fin de mes, promedio compra-venta)

Años (fin de)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Pesos ley 18.188 por dólar estadounidense (Un peso Ley 18.188 = 100 pesos m/n)						
82	10.300,0000	10.000,0000	11.800,0000	14.800,0000	21.250,0000	24.250,0000
83	69.250,0000	80.000,0000	93.250,0000	93.500,0000	98.500,0000	
Pesos argentinos por dólar estadounidense (Un peso argentino = 10.000 pesos Ley = 1.000.000 pesos m/n)						
83						11,5000
84	35,2500	44,8500	52,8500	58,4000	65,6500	73,6500
85	266,0000	356,0000	464,0000	557,5000	673,0000	
Australes por dólar estadounidense (Un austral = 1.000 argentinos = 10.000.000 pesos Ley = 1.000.000.000 pesos m/n)						
1985						0,8550
86	0,8850	0,8650	0,9250	0,9100	0,8900	0,8800
87	1,6130	1,7200	2,0350	2,0700	2,0600	2,1450
88	5,4850	6,1650	6,3850	7,3150	9,1900	11,3500
89	17,6350	28,1000	48,4000	80,2500	225,0000	535,0000
1990	1.860,0000	5.840,0000	4.645,0000	4.925,0000	4.995,0000	5.310,0000
91	9.250,0000	10.275,0000	9.630,0000	9.832,5000	9.922,5000	9.992,5000
Pesos por dólar estadounidense (Un peso = 10.000 australes = 10.000.000 argentinos = 100.000.000.000 pesos Ley = 10.000.000.000.000 pesos m/n)						
1992	0,9905	0,9899	0,9934	0,9895	0,9895	0,9915
93	0,9991	0,9991	0,9997	0,9978	1,0001	0,9983
94	0,9984	1,0015	1,0011	0,9986	0,9985	0,9974
1995	1,0006	1,0017	1,0009	1,0011	0,9986	0,9989
96	0,9992	0,9998	0,9997	0,9995	1,0000	1,0006
97	0,9985	0,9993	0,9994	0,9995	0,9993	1,0005
98	0,9988	0,9989	1,0007	1,0001	0,9997	0,9997
99	1,0003	0,9999	0,9987	0,9994	1,0014	1,0049
2000	0,9996	0,9987	0,9991	0,9987	1,0009	0,9984
01	0,9992	0,9996	1,0009	1,0001	0,9994	1,0010
02	1,9500	2,0000	2,9500	2,9750	3,6000	3,8500
03	3,2050	3,2050	2,9750	2,8250	2,8550	2,8000
04	2,9750	2,9150	2,8650	2,8450	2,9600	2,9550
2005	2,9250	2,9250	2,9150	2,9000	2,8850	2,8850
06	3,0650	3,0700	3,0650	3,0450	3,0800	3,0900
07	3,1050	3,1050	3,1050	3,0950	3,0850	3,0900
08	3,1550	3,1550	3,1650			

Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio anual	Años (fin de)
39.000,0000	39.000,0000	39.000,0000	39.000,0000	43.400,0000	48.570,0000	26.837,0800	82
							83
9,9710	11,2820	13,0860	15,8170	19,2920	23,2710	11,2784	83
61,7710	74,4200	91,8340	120,1240	148,7200	178,8900	74,7238	84
							1985
0,8010	0,8010	0,8010	0,8010	0,8010	0,8010	0,6240	1985
0,9210	1,0080	1,0700	1,1310	1,1810	1,2590	0,9638	86
1,9770	2,2705	2,6355	4,0500	4,3400	5,1000	2,9752	87
12,9600	14,4100	14,9900	15,1100	15,6700	16,5400	11,3258	88
655,0000	655,0000	655,0000	655,0000	655,0000	1.800,0000	473,8758	89
5.450,0000	6.200,0000	5.615,0000	5.570,0000	5.130,0000	5.590,0000	5.112,0833	1990
9.960,0000	9.965,0000	9.910,0000	9.910,0000	9.910,0000	9.990,0000	9.866,2500	91
0,9910	0,9910	0,9920	0,9920	0,9940	1,0000	0,9923	1992
1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	93
1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	94
1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1995
1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	96
1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	97
1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	98
1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	99
1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	2000
1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	01
3,7000	3,6300	3,7500	3,5200	3,6400	3,3700	3,2658	02
2,9200	2,9560	2,9150	2,8650	2,9900	2,9300	2,9522	03
2,9800	2,9970	2,9810	2,9700	2,9450	2,9790	2,9434	04
2,8610	2,9110	2,9100	3,0020	2,9660	3,0320	2,9282	2005
3,0720	3,0970	3,1040	3,0890	3,0680	3,0620	3,0778	06
3,1210	3,1560	3,1500	3,1420	3,1440	3,1510	3,1189	07
							08

Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio anual	Años (fin de)
58.500,0000	49.000,0000	47.500,0000	55.000,0000	63.500,0000	68.000,0000	36.158,0000	82
							83
14,7500	19,3000	25,9000	24,1000	24,1500	25,6500	15,7300	83
82,2500	108,5000	121,8000	139,2500	180,5000	205,0000	97,3300	84
							1985
0,9500	0,9500	0,9000	0,9300	0,8650	0,8750	0,7200	1985
0,9250	1,1650	1,2130	1,2650	1,4250	1,6680	1,0850	86
2,5530	3,0830	3,6250	4,0450	4,3350	5,0950	2,8650	87
12,5700	14,3950	14,8300	15,1000	15,5900	16,3800	11,2300	88
655,0000	659,5000	647,0000	720,5000	1.007,5000	1.940,0000	546,9900	89
5.465,0000	6.265,0000	5.725,0000	5.565,0000	5.195,0000	5.815,0000	5.133,7500	1990
9.972,5000	9.972,5000	9.902,5000	99.912,5000	9.908,5000	10.027,5000	9.883,2100	91
0,9919	0,9910	0,9911	0,9911	0,9928	0,9973	0,9916	1992
0,9996	1,0013	1,0013	0,9991	0,9975	0,9984	0,9993	93
0,9984	0,9991	0,9993	0,9990	0,9999	1,0014	0,9994	94
0,9994	0,9984	0,9989	1,0003	0,9992	1,0016	0,9999	1995
1,0012	1,0001	1,0002	0,9995	0,9989	1,0005	0,9999	96
0,9998	0,9996	0,9995	1,0022	1,0007	1,0014	1,0000	97
1,0002	1,0019	1,0001	1,0035	0,9999	1,0010	1,0004	98
0,9997	1,0004	0,9990	1,0000	1,0007	1,0014	1,0005	99
0,9990	0,9986	0,9989	0,9999	1,0004	1,0014	0,9995	2000
1,0029	0,9974	0,9989	1,0029	1,0038	1,1499	1,0130	01
3,6900	3,6150	3,7400	3,5150	3,6200	3,4050	3,2425	02
2,9150	2,9450	2,9050	2,8500	2,9700	2,9400	2,9492	03
2,9750	3,1050	2,9850	2,9750	2,9450	2,9750	2,9563	04
2,8650	2,9050	2,9050	3,0050	2,9750	3,0300	2,9267	2005
3,0900	3,0950	3,1050	3,0950	3,0750	3,0800	3,0796	06
3,1400	3,1750	3,1550	3,1550	3,1450	3,1525	3,1260	07
							08

Anexo 3. Indice de precios al Consumidor para la Capital Federal y Gran Buenos Aires
Series empalmadas

Años	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
(índices: base 1988 = 100)						
1980	0,0029071	0,0030625	0,0032400	0,0034401	0,0036391	0,0038479
81	0,005337	0,005560	0,005893	0,006358	0,006837	0,007478
82	0,013170	0,013866	0,014520	0,015128	0,015591	0,016822
83	0,04227	0,04778	0,05316	0,05862	0,06393	0,07405
84	0,2189	0,2560	0,3079	0,3649	0,4272	0,5037
1985	1,918	2,315	2,928	3,791	4,742	6,190
86	7,665	7,795	8,157	8,543	8,887	9,291
87	14,56	15,50	16,77	17,34	18,06	19,51
88	40,58	44,81	51,41	60,27	69,74	82,27
89	197,57	216,52	253,34	337,88	603,01	1.293,3
1990	16.329,6	26.383,8	51.587,1	57.453,9	65.271,9	74.343,3
91	141.703,9	179.950,3	199.821,0	210.832,2	216.745,0	223.515,6
92	249.445,3	254.818,5	260.168,7	263.516,4	265.290,0	267.370,1
93	286.923,3	289.019,1	291.192,1	294.236,0	298.021,5	300.165,2
94	305.819,7	305.808,9	306.235,2	306.980,6	308.044,6	309.236,7
1995	321.241,0	321.232,2	319.789,0	321.251,5	321.319,0	320.657,3
96	323.355,4	322.304,6	320.565,8	320.570,7	320.284,8	320.293,1
97	324.070,6	325.316,7	323.713,0	322.643,1	322.375,4	323.109,4
98	325.656,2	326.791,7	326.381,2	326.418,0	326.182,3	326.805,0
99	327.308,1	326.782,3	324.328,8	324.011,2	322.415,9	322.396,3
2000	322.578,1	322.591,3	320.886,9	320.526,1	319.280,2	318.689,9
(índices: base 1999 = 100)						
2000	100,71	100,71	100,18	100,07	99,68	99,49
2001	99,21	98,99	99,18	99,84	99,90	99,18
2002	99,84	102,97	107,05	118,17	122,91	127,36
2003	139,38	140,17	140,99	141,07	140,52	140,40
2004	143,20	143,34	144,20	145,43	146,50	147,32
2005	153,54	155,00	157,39	158,16	159,11	160,57
2006	172,12	172,80	174,88	176,58	177,41	178,27
2007	188,81	189,38	190,83	192,25	193,05	193,90
2008	204,37	205,33				

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censos.

Series del Sistema de Indices de Precios Mayoristas y del Indice del Costo de la Construcción en el Gran Buenos Aires

Nota explicatoria a los Anexos 4, 5, 6 y 7

Los nuevos Sistemas de Indices de Precios Mayoristas (SIPM) e Indice del Costo de la Construcción en el Gran Buenos Aires según base 1993 = 100, fueron dados a conocer en enero de 1996.

Según la información de prensa distribuida el 2 de febrero de 1996, las características metodológicas de los mismos son las siguientes:

A. El SIPM: Sistema de Indices de Precios Mayoristas

El SIPM reemplaza al Indice de Precios al por Mayor base 1981 = 100. El objetivo buscado con esta modificación de la información que suministra el INDEC es ofrecer una mayor precisión en la evolución de los precios en la etapa mayorista. Ello permitirá diferenciar las variaciones de precios provocadas por efecto de las modificaciones en la estructura impositiva de aquellas otras variaciones que provengan de decisiones de los productores, imperfecciones de los mercados, cambios en las productividades, etc.

El SIPM permitirá observar, por un lado, la evolución de los precios de los productos destinados al mercado interno –sean de origen nacional o importado– y por otro, las variaciones de los precios de los bienes que componen la oferta nacional total, esto es, sin diferenciar si su destino es el mercado interno o el externo.

Por esta razón el SIPM ofrece tres índices en lugar del único anterior. En todos los casos, los precios que se relevan se refieren a la primera etapa de la venta mayorista, sin considerar intermediaciones. Ellos son:

1. Indice de Precios Internos al por Mayor (IPIM): mide la evolución promedio de los precios a los que el productor local y/o el importador directo venden sus productos en el mercado doméstico. Se incluyen el Impuesto al Valor Agregado (IVA) y los impuestos internos y a los combustibles, y se deducen subsidios explícitos (como por ejemplo a los Bienes de Capital). Por tratarse de bienes destinados al mercado interno, se excluyó el valor de las exportaciones en el cálculo del peso de cada rama de actividad. Este índice, por su cobertura, es el que más se asemeja al anterior Indice de Precios al por Mayor.

2. Indice de Precios Internos Básicos al por Mayor (IPIBM): tiene igual cobertura que el IPIM, pero los precios se computan sin impuestos y sin el efecto de subsidios explícitos.

3. Indice de Precios Básicos del Productor (IPBP): mide la variación de los precios percibidos por el productor local por su producción. Es decir, considera a las exportaciones y excluye la oferta de productos importados. Los precios se miden a valores básicos y, por lo tanto, valen las mismas consideraciones sobre los impuestos realizadas para el IPIBM. Al no incluir el efecto impositivo contenido en el precio, esta valoración se considera como la más relevante para las decisiones de los productores.

Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio anual	Años
0,004023	0,0041616	0,0043507	0,00468200	0,0049010	0,0050879	0,0039453	1980
0,008244	0,008897	0,009533	0,010088	0,010815	0,011767	0,008067	81
0,019557	0,022430	0,026258	0,029590	0,032947	0,036446	0,02136	82
0,08327	0,09763	0,11849	0,13860	0,16526	0,19451	0,09480	83
0,5958	0,7319	0,9335	1,1139	1,2807	1,5327	0,6889	84
6,573	6,775	6,910	7,044	7,211	7,440	5,320	1985
9,920	10,791	11,571	12,272	12,922	13,534	10,112	86
21,48	24,43	27,28	32,61	35,97	37,19	23,39	87
103,37	131,92	147,35	160,60	169,77	181,39	103,62	88
3.836,3	5.288,8	5.783,6	6.107,2	6.505,4	9.112,3	3.294,6	89
82.391,3	95.028,2	109.926,1	118.379,9	125.696,5	131.574,4	79.530,5	1990
229.306,9	232.289,9	236.393,2	239.586,4	240.518,2	242.079,7	216.061,9	91
271.992,4	276.063,0	278.917,0	282.447,8	283.749,7	284.554,7	269.861,1	92
301.130,8	301.179,1	303.661,1	305.377,6	305.552,2	305.512,1	298.497,5	93
312.091,7	312.735,6	314.876,0	315.885,0	316.599,2	317.287,7	310.966,8	94
321.958,2	321.178,0	321.706,1	322.799,8	322.062,5	322.388,9	321.465,3	1995
322.029,7	321.780,3	322.364,6	323.989,6	323.486,4	322.564,0	321.965,75	96
323.827,4	324.360,3	324.205,0	323.697,1	323.071,5	323.622,0	323.667,6	97
327.826,4	327.892,6	327.791,2	326.592,0	325.816,5	325.772,4	326.660,5	98
322.995,5	321.779,7	321.138,6	321.088,4	320.073,5	319.874,4	322.849,4	99
320.074,0	319.385,4	318.894,9	319.481,4				2000

99,93	99,71	99,56	99,74	99,25	99,13	99,84	2000
98,86	98,51	98,43	98,00	97,68	97,60	98,78	2001
131,42	134,50	136,31	136,61	137,31	137,57	124,33	2002
141,03	141,06	141,12	141,95	142,30	142,60	141,05	2003
148,00	148,51	149,45	150,04	150,04	151,30	147,28	2004
162,18	162,89	164,79	166,07	168,08	169,95	161,48	2005
179,37	180,38	182,00	183,56	184,86	186,67	179,08	2006
194,87	196,01	197,58	198,93	200,63	202,49	194,89	2007
							2008

Respecto al anterior índice, se renovó y amplió la muestra de productos e informantes (un total de 1400 empresas productoras y/o importadoras suministran 2800 precios que integran la base de los indicadores; se incorporó la Energía Eléctrica como un nuevo sector representado en los índices). Los nuevos índices se diseñaron siguiendo como modelo dos clasificaciones de las Naciones Unidas: la CIIU-3 (Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas, Revisión 3) y la CPC (Clasificación Central Provisional de Productos). El cambio del año base obedece a la necesidad de que la evolución de los precios se encuadre dentro de una estructura productiva y de precios relativos actualizada. El SIPM adopta 1993 como año base y también como referente de las ponderaciones. Para desarrollarlo se contó con la información del Censo Nacional Económico 1994. Cabe resaltar que el año 1993 será la base de las nuevas Cuentas Nacionales y que, de esta manera, los nuevos índices se ubican en un marco más amplio de renovación general de las estadísticas económicas. Es importante destacar que el relevamiento de los datos se realiza el día 15 de cada mes.

Las ponderaciones del SIPM son las siguientes:

Estructura	IPIM	IPIBM	IPBP
Nivel General	100,00	100,00	100,00
– Indice de Productos Nacionales	92,71	92,52	100,00
Productos Primarios	19,36	19,98	21,68
Agropecuarios	13,55	13,98	15,41
Pesqueros	0,68	1,70	0,68
Mineros	5,13	5,30	5,59
Productos Manuf. y energía eléctrica	73,35	72,54	78,32
Manufacturas	71,49	70,78	76,63
Energía Eléctrica	1,86	1,76	1,69
– Indice de Productos Importados	7,29	7,48	0,00

B. El ICC: Indice del Costo de la Construcción en el Gran Buenos Aires

El objetivo del ICC es medir las variaciones mensuales que experimenta el costo de la construcción privada en edificios destinados a vivienda, en la Capital Federal y los 19 partidos del conurbano bonaerense.

El ICC base 1993 = 100 reemplaza al índice de base 1980 = 100. Las principales diferencias se resumen en esta tabla:

Se aprecia que la renovación del índice fue profunda. En primer lugar, se amplió la cobertura a los 19 partidos del Gran Buenos Aires. Respecto a la tipología de los modelos de construcción, el anterior índice solo usaba un modelo multifamiliar, mientras que el nuevo incorporó cuatro modelos multifamiliares (de 99, 36, 5 y 2 viviendas) y dos unifamiliares (de una vivienda). La reducción en el número de materiales implica una depuración de variedades de poca relevancia, al tiempo que la selección de materiales tuvo en cuenta las nuevas variedades que ofrece el mercado. La cantidad de informantes se incrementó por la ampliación geográfica de la cobertura.

Para selecionar los tipos edilicios que representarán al sector como para selecionar los materiales con los que se construyen cada uno, se aplicaron técnicas de muestreo. Al igual que con el SIPM, el relevamiento de los datos tiene lugar el día 15 de cada mes.

Base	Cobertura Geográfica	Cantidad de Modelos	Cantidad de Materiales	Cantidad de Informantes
1980	Capital Federal	1	337	377
1993	Gran Buenos Aires	6	212	520

Anexo 4. IPIM: Indice de los Precios Internos al por Mayor

Nivel general (de 1988 a 1992: series empalmadas; desde 1993: serie según nueva metodología)
(índice, base: 1993 = 100)

Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
1990	10,679	20,044	34,332	36,867	39,771	43,065	44,747	52,462	57,241	58,603	59,377	59,318	43,042
1991	65,313	90,058	90,463	91,718	92,666	93,660	93,992	93,629	94,026	94,713	93,904	92,976	90,593
1992	93,361	93,781	95,175	95,271	95,279	96,049	96,930	97,515	98,196	98,303	96,474	95,940	96,023
1993	99,120	99,570	99,860	100,380	100,060	100,250	100,360	100,800	100,410	100,580	99,710	98,880	100,000
1994	98,400	97,780	97,860	98,210	99,360	100,140	100,640	100,540	100,530	100,810	101,630	101,800	99,808
1995	103,24	103,64	103,02	106,47	106,60	106,93	107,33	107,66	107,68	107,56	107,37	107,73	106,27
1996	107,97	107,86	108,70	110,32	110,57	109,74	109,61	109,27	110,52	110,97	110,10	109,95	109,63
1997	110,35	110,16	109,84	109,36	110,05	109,61	109,20	109,88	110,02	109,89	109,66	108,94	109,75
1998	107,56	107,94	107,66	107,76	107,53	107,53	107,05	106,53	105,41	104,27	103,30	102,12	106,22
1999	101,66	100,82	101,03	102,01	101,97	101,88	102,07	102,33	103,19	103,07	102,85	103,35	102,19
2000	104,59	105,50	106,04	104,75	105,85	106,41	106,26	106,45	107,74	107,96	107,83	105,83	106,27
2001	105,87	105,99	105,29	105,09	105,17	104,70	104,33	103,82	103,37	101,82	100,40	100,22	103,84
2002	106,60	119,74	134,80	161,64	181,57	197,08	206,24	216,64	221,92	223,02	219,32	218,44	183,76
2003	219,36	220,21	218,70	214,70	213,33	213,04	212,96	215,87	215,50	216,65	218,90	222,71	216,83
2004	221,96	225,05	226,03	227,84	230,77	231,29	233,41	239,06	239,62	241,02	238,15	240,23	232,87
2005	237,93	240,46	245,20	248,78	248,60	249,19	252,31	255,46	260,29	263,22	263,43	265,86	252,56
2006	269,47	273,66	271,96	275,90	277,00	279,23	281,22	283,03	282,29	283,46	283,73	284,85	278,82
2007	285,85	288,22	290,02	295,04	299,62	305,45	312,38	314,76	317,99	320,92	324,28	326,32	306,74
2008	328,90	331,64											

Nacional (de 1988 a 1992: series empalmadas; desde 1993: serie según nueva metodología)
(índice, base: 1993 = 100)

Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
1990	10,301	19,064	33,323	35,856	38,925	42,272	44,073	51,743	56,892	58,463	59,359	59,519	42,483
1991	65,072	89,058	89,608	91,060	92,178	93,407	93,808	93,465	94,878	94,601	93,715	92,793	90,220
1992	93,209	93,733	95,201	95,223	95,284	96,138	97,005	97,588	98,306	98,396	96,287	95,674	96,004
1993	98,930	99,430	99,740	100,310	100,040	100,320	100,470	100,940	100,540	100,660	99,730	98,900	100,000
1994	98,390	97,680	97,810	98,270	99,460	100,230	100,700	100,490	100,410	100,630	101,330	101,350	99,729
1995	102,84	103,25	102,47	105,83	106,03	106,36	106,90	107,23	107,273	107,25	107,03	107,39	105,82
1996	107,66	107,62	108,58	110,34	110,67	109,84	109,76	109,47	110,88	111,41	110,43	110,32	109,75
1997	110,75	110,51	110,27	109,77	110,44	110,00	109,53	110,33	110,54	110,45	110,28	109,51	110,20
1998	108,04	108,45	108,16	108,29	108,12	108,15	107,85	107,15	106,02	104,84	103,87	102,60	106,80
1999	102,14	101,27	101,55	102,64	102,66	102,58	102,79	103,10	103,99	103,84	103,57	104,08	102,85
2000	105,36	106,34	106,92	105,54	106,74	107,36	107,26	107,52	108,89	109,15	109,02	106,89	107,25
2001	106,90	107,04	106,32	106,05	106,28	105,80	105,30	104,84	104,35	102,71	101,21	101,09	104,82
2002	106,84	117,99	131,55	156,76	175,68	191,24	200,78	211,23	217,10	218,08	214,96	214,27	179,70
2003	216,00	217,15	215,84	212,24	211,40	211,32	211,62	214,32	213,81	215,25	217,62	221,30	214,83
2004	220,55	223,71	224,72	226,85	229,58	229,79	232,09	237,78	238,49	240,04	236,85	238,86	231,61
2005	236,47	239,38	244,30	248,28	248,13	249,07	252,46	255,85	261,11	263,92	263,88	266,37	252,44
2006	270,11	274,32	272,46	276,54	277,37	279,26	281,36	283,31	282,38	283,56	284,03	285,18	279,16
2007	286,16	288,52	290,29	295,28	299,93	305,88	313,01	315,15	318,52	321,32	324,90	326,98	307,16
2008	329,57	332,05											

Importado (de 1988 a 1992: series empalmadas; desde 1993: serie según nueva metodología)
(índice, base: 1993 = 100)

Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
1990	16,066	34,021	48,678	51,246	51,760	54,281	54,248	62,587	62,062	60,403	59,437	56,241	50,919
1991	68,551	104,087	102,420	100,843	99,353	96,975	96,318	95,661	95,834	95,997	96,289	95,285	95,634
1992	95,228	94,152	94,488	95,629	94,891	94,452	95,536	96,145	96,293	96,642	98,828	99,436	95,977
1993	101,560	101,430	101,440	101,360	100,390	99,360	98,950	98,950	98,850	99,620	99,420	98,670	100,000
1994	98,520	99,010	98,520	97,440	98,080	98,910	99,860	101,220	102,130	102,990	105,460	107,500	100,803
1995	108,28	108,55	109,97	114,57	113,90	114,18	112,77	113,06	112,85	111,40	111,69	112,08	111,94
1996	111,93	110,97	110,27	110,14	109,34	108,50	107,60	106,81	105,98	105,46	106,01	105,17	108,18
1997	105,34	105,71	104,38	104,75	105,07	104,69	104,10	104,70	103,28	102,74	101,73	101,64	104,01
1998	101,48	101,39	101,30	100,94	99,99	99,75	99,04	98,64	97,71	96,87	96,09	95,96	99,10
1999	95,48	95,01	94,47	94,04	93,14	93,02	92,96	92,48	93,01	93,21	93,66	94,17	93,72
2000	94,83	94,79	94,80	94,60	94,58	94,26	93,59	92,79	93,05	92,79	92,80	92,34	93,77
2001	92,86	92,64	92,14	92,78	91,05	90,67	92,06	90,82	90,92	90,44	90,07	89,14	91,30
2002	103,55	141,94	176,18	223,72	256,57	271,51	275,75	285,46	283,32	285,84	274,75	271,46	237,50
2003	262,09	259,09	255,13	245,98	237,95	234,88	230,02	235,67	236,92	234,46	234,51	240,56	242,27
2004	239,93	242,06	242,69	240,50	245,81	250,36	250,19	255,45	253,97	253,49	254,62	257,74	248,90
2005	256,59	254,24	256,65	255,20	254,59	250,72	250,40	250,42	249,83	254,40	257,73	259,43	254,18
2006	261,35	265,27	265,62	267,82	272,34	278,85	279,50	279,35	281,23	282,19	279,90	280,69	274,51
2007	281,93	284,41	286,57	291,98	295,70	299,98	304,40	309,78	311,14	315,83	316,32	317,87	301,33
2008	320,28	326,38											

Anexo 5. IPIB: Indice de Precios Internos Básicos al por Mayor

Nivel general (de 1988 a 1992: series empalmadas; desde 1993: serie según nueva metodología)
(índice, base: 1993 = 100)

Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
1990	10,477	19,665	33,683	36,170	39,019	42,251	43,901	51,470	56,159	57,495	58,254	58,197	42,228
1991	64,079	88,355	88,753	89,984	90,914	91,890	92,215	91,859	92,249	92,922	92,128	91,218	88,880
1992	91,596	92,008	93,375	93,470	93,478	94,233	95,098	95,672	96,340	96,445	94,650	94,126	94,208
1993	98,750	99,220	99,520	100,050	100,170	100,500	100,610	101,070	100,560	100,730	99,840	98,980	100,000
1994	98,720	98,080	98,160	98,520	99,710	100,510	101,030	100,950	100,940	101,220	102,070	102,250	100,180
1995	103,74	104,15	103,53	104,34	104,48	104,86	105,27	105,59	105,63	105,50	105,32	105,68	104,84
1996	105,92	105,75	106,57	108,25	108,51	107,81	107,68	107,35	108,32	107,24	106,36	106,21	107,17
1997	106,52	106,33	106,01	105,53	106,22	105,78	105,30	106,04	106,18	106,05	105,81	105,08	105,90
1998	103,70	104,08	103,80	103,90	103,67	103,68	104,20	103,54	102,37	101,17	100,17	98,93	102,77
1999	98,44	97,58	97,81	98,81	98,75	98,68	98,88	99,12	100,03	99,90	99,63	100,12	98,98
2000	100,66	101,59	102,16	100,86	101,97	102,54	102,38	102,57	103,91	104,17	104,07	102,03	102,41
2001	102,07	102,29	101,62	101,41	101,75	101,31	101,03	100,50	99,41	97,85	96,45	96,24	100,16
2002	102,77	116,07	131,41	157,68	177,88	193,68	202,81	212,85	218,35	219,40	217,12	218,17	180,68
2003	218,29	217,42	215,73	211,60	210,21	209,84	209,42	212,42	211,98	213,27	215,60	219,51	213,77
2004	218,74	221,87	222,82	224,51	227,45	227,94	229,83	235,53	236,09	237,43	234,50	236,37	229,42
2005	233,93	236,55	241,44	245,02	244,95	245,63	248,86	252,06	256,95	259,98	260,25	262,69	249,03
2006	266,39	270,67	268,94	272,95	274,03	276,25	278,31	280,14	279,44	280,79	281,23	282,37	275,96
2007	283,36	285,73	287,54	292,69	297,35	303,25	310,25	316,62	320,92	324,91	327,56	329,28	306,62
2008	334,04	338,74											

Nacional (de 1988 a 1992: series empalmadas; desde 1993: serie según nuevas metodología)
(índice, base: 1993 = 100)

Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
1990	10,107	18,706	32,697	35,182	38,194	41,478	43,246	50,771	55,823	57,365	58,244	58,401	41,685
1991	63,850	87,386	87,925	89,350	90,446	91,653	92,046	91,709	92,115	92,824	91,955	91,050	88,526
1992	91,458	91,973	93,412	93,435	93,494	94,332	95,183	95,755	96,460	96,548	94,479	93,877	94,200
1993	98,540	99,050	99,380	99,970	100,170	100,580	100,730	101,220	100,690	100,810	99,870	98,990	100,000
1994	98,720	97,990	98,120	98,590	99,830	100,630	101,110	100,920	100,840	101,070	101,790	101,820	100,119
1995	103,36	103,78	103,00	103,73	104,90	104,32	104,87	105,20	105,26	105,24	105,02	105,38	104,42
1996	105,65	105,54	106,48	108,29	108,64	107,93	107,86	107,57	108,68	107,55	106,56	106,46	107,27
1997	106,79	106,55	106,31	105,76	106,48	106,04	105,56	106,37	106,18	106,49	106,31	105,53	106,20
1998	104,05	104,46	104,17	104,30	104,13	104,16	104,77	104,08	102,90	101,65	100,64	99,32	103,22
1999	98,83	97,94	98,22	99,34	99,35	99,29	99,50	99,80	100,74	100,58	100,25	100,74	99,55
2000	101,28	102,30	102,91	101,51	102,72	103,36	103,24	103,52	104,94	105,24	105,13	102,96	103,26
2001	102,96	103,22	102,54	102,26	102,69	102,22	101,81	101,34	100,15	98,50	96,99	96,84	100,96
2002	102,78	116,07	131,41	157,68	177,88	193,68	202,81	212,85	218,35	219,40	217,12	218,17	180,68
2003	214,83	214,33	212,83	209,10	208,23	208,08	208,00	210,78	210,22	211,81	214,32	218,06	211,72
2004	217,27	220,48	221,46	223,46	226,21	226,38	228,44	234,18	234,90	236,39	233,14	234,91	228,10
2005	232,37	235,39	240,48	244,47	244,44	245,48	248,99	252,45	257,77	260,67	260,69	263,19	248,87
2006	267,04	271,35	269,46	273,62	274,44	276,31	278,48	280,47	279,56	280,94	281,59	282,78	276,34
2007	283,75	286,12	287,90	293,05	297,79	303,83	311,04	317,49	322,03	325,96	328,79	330,52	307,36
2008	335,47	340,07											

Importado (de 1988 a 1992: series empalmadas; desde 1993: serie según nueva metodología)
(índice, base: 1993 = 100)

Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
1990	15,687	33,217	47,528	50,035	50,537	52,998	52,966	61,107	60,595	58,976	58,033	54,912	49,716
1991	66,931	101,628	100,000	98,460	97,005	94,684	94,042	93,401	93,570	93,729	94,014	93,034	93,375
1992	92,978	91,927	92,255	93,369	92,649	92,221	93,278	93,873	94,018	94,358	96,493	97,086	93,709
1993	101,380	101,240	101,250	101,120	100,140	99,520	99,120	99,110	98,990	99,760	99,560	98,800	100,000
1994	98,660	99,150	98,660	97,570	98,210	99,020	99,980	101,340	102,250	103,120	105,590	107,640	100,933
1995	108,42	108,67	110,07	111,87	111,22	111,48	110,10	110,39	110,18	108,76	109,05	109,42	109,97
1996	109,28	108,34	107,61	107,69	106,91	106,34	105,45	104,68	103,87	103,35	103,88	103,05	105,87
1997	103,23	103,59	102,29	102,65	102,96	102,59	102,01	101,96	101,18	100,65	99,66	99,58	101,86
1998	99,42	99,33	99,25	98,90	97,97	97,73	97,22	96,84	95,86	95,12	94,29	94,15	97,17
1999	93,63	93,18	92,70	92,24	91,36	91,25	91,19	90,71	91,27	91,44	91,89	92,37	91,94
2000	92,95	92,91	92,93	92,73	92,68	92,41	91,72	90,94	91,21	90,98	90,98	90,52	91,91
2001	91,06	90,81	90,30	90,99	90,12	89,98	91,39	90,15	90,27	89,79	89,70	88,77	90,28
2002	103,01	140,81	174,48	221,21	253,50	268,66	272,87	282,27	280,07	282,26	272,87	271,84	235,32
2003	260,97	255,62	251,61	242,55	234,66	231,68	226,95	232,61	233,80	231,39	231,51	237,49	239,24
2004	236,87	239,01	239,58	237,50	242,76	247,28	247,05	252,23	250,77	250,28	251,31	254,38	245,75
2005	253,28	250,88	253,29	251,86	251,27	247,49	247,20	247,24	246,72	251,50	254,79	256,48	251,00
2006	258,38	262,20	262,56	264,70	269,07	275,49	276,11	276,04	277,92	278,92	276,72	277,41	271,29
2007	278,48	280,96	283,12	288,27	291,87	296,07	300,50	305,86	307,12	311,88	312,41	313,98	297,59
2008	316,34	322,26											

Anexo 6. IPP: Indice de Precios Básicos del Productor

Nivel general (de 1988 a 1992: series empalmadas; desde 1993: serie según nueva metodología)
(índice, base: 1993 = 100)

Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
1990	10,487	19,682	33,713	36,203	39,055	42,289	43,941	51,517	56,210	57,547	58,307	58,250	42,267
1991	64,137	88,436	88,833	90,066	90,996	91,973	92,299	91,942	92,332	93,006	92,212	91,301	88,961
1992	91,679	92,092	93,460	93,554	93,562	94,319	95,184	95,758	96,427	96,532	94,736	94,211	94,293
1993	98,780	99,010	99,130	99,660	99,990	100,400	100,760	101,260	100,740	100,830	100,050	99,390	100,000
1994	99,350	98,510	98,390	98,710	99,940	100,750	101,120	100,900	101,090	101,330	102,190	102,400	100,390
1995	103,83	104,11	103,16	103,76	103,99	104,51	105,21	105,55	105,63	105,64	105,46	105,79	104,72
1996	106,27	106,10	106,96	109,06	109,44	108,50	108,28	108,02	109,17	107,97	106,95	106,94	107,81
1997	107,30	106,98	106,90	106,32	107,03	106,36	105,72	106,50	106,90	106,93	106,95	106,03	106,66
1998	104,42	104,73	104,26	104,10	104,05	103,92	104,42	103,54	102,49	101,40	100,50	99,15	103,08
1999	98,56	97,44	97,50	98,58	98,63	98,49	98,65	99,17	100,21	100,08	99,66	100,20	98,93
2000	100,86	101,83	102,33	100,88	102,06	102,58	102,37	102,64	104,08	104,36	104,44	102,54	102,58
2001	102,49	102,54	101,73	101,37	101,83	101,56	101,56	101,04	99,81	98,16	96,97	96,81	100,49
2002	103,06	114,44	129,48	154,56	174,27	190,84	201,18	211,47	217,43	218,32	216,76	217,73	179,13
2003	217,84	217,32	215,26	211,24	210,47	210,07	209,62	212,36	212,36	214,74	217,87	221,93	214,26
2004	221,21	224,42	225,49	227,41	229,88	229,08	230,32	235,63	236,59	237,96	234,55	236,89	230,79
2005	233,81	236,70	242,45	245,90	245,78	246,88	250,60	253,80	258,67	261,56	261,48	264,28	250,16
2006	267,87	272,45	270,43	274,65	275,61	277,60	279,59	281,55	280,94	282,85	284,13	285,66	277,78
2007	286,33	288,52	290,01	295,13	299,70	305,85	313,52	320,82	326,17	330,78	333,80	335,90	310,54
2008	341,48	346,56											

Anexo 7. Indice del Costo de la Construcción en el Gran Buenos Aires

Nivel General (de 1988 a 1992: series empalmadas; desde 1993: serie según nueva metodología)
(índice, base: 1993 = 100)

Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
1990	6,517	12,635	19,686	21,614	24,037	26,796	27,776	31,708	35,337	37,333	39,492	41,309	27,020
1991	43,956	61,523	65,969	66,830	67,546	69,020	69,110	69,856	70,189	70,454	70,780	71,252	66,374
1992	72,054	72,921	74,470	76,354	77,640	80,669	84,551	85,078	87,085	87,118	88,477	89,602	81,335
1993	90,116	90,188	91,602	92,841	93,504	94,107	93,720	96,569	98,627	100,057	100,377	102,130	95,320
1994	100,632	98,933	98,754	99,438	99,760	100,324	99,555	99,930	99,930	100,314	100,350	100,667	99,882
1995	103,0	103,8	105,8	106,0	105,9	105,8	105,5	105,2	104,2	103,8	103,2	103,0	104,6
1996	102,7	102,2	102,1	101,9	101,9	101,9	98,7	98,3	98,1	98,0	97,7	97,8	100,1
1997	97,7	97,9	98,0	98,1	98,4	98,6	99,0	99,3	99,3	99,2	99,0	98,9	98,6
1998	98,6	98,7	98,9	98,9	98,8	98,6	98,4	98,5	98,4	98,4	98,8	98,9	98,7
1999	98,9	99,2	99,4	99,1	99,2	99,1	99,1	98,7	98,5	98,4	98,5	98,6	98,9
2000	98,3	98,2	98,2	97,7	97,6	97,5	97,0	96,7	96,4	96,1	95,8	95,5	97,1
2001	95,5	95,5	97,1	97,1	96,9	96,6	96,4	95,7	95,3	95,2	95,2	95,0	96,0
2002	97,6	103,0	107,4	114,4	119,6	123,9	127,6	130,2	132,3	133,3	134,0	134,2	121,46
2003*	135,7	135,7	136,3	133,6	137,5	137,6	138,7	140,9	142,6	144,1	145,8	147,7	139,72
2004	151,0	154,1	156,2	157,7	159,1	160,2	160,9	161,8	162,2	163,5	164,2	165,1	159,7
2005	169,8	170,5	176,7	180,5	181,9	182,5	183,2	184,8	185,9	192,8	197,6	199,6	183,8
2006	201,4	203,9	206,7	208,9	219,1	223,9	223,9	225,9	231,2	232,7	234,8	235,6	220,7
2007	242,6	244,0	246,0	249,0	259,8	263,7	271,3	274,3	274,5	282,7	285,8	286,2	265,0
2008	288,3	289,9											

Materiales (de 1988 a 1992: series empalmadas; desde 1993: serie según nueva metodología)
(índice, base: 1993 = 100)

Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
1990	8,000	15,762	25,470	26,771	28,724	31,158	32,752	38,345	41,937	44,570	47,380	48,561	32,453
1991	52,833	75,025	78,008	78,855	80,055	81,232	82,463	83,526	83,976	84,379	84,807	85,128	79,191
1992	85,912	87,454	89,867	91,970	93,165	94,042	94,988	96,541	96,261	96,373	96,986	97,344	93,409
1993	97,352	97,486	97,899	98,302	98,768	98,911	99,126	99,306	99,475	99,635	99,651	99,722	98,803
1994	99,797	100,074	100,139	100,211	100,192	100,195	100,169	100,229	100,504	100,514	100,281	100,434	100,228
1995	102,6	102,9	103,2	103,5	103,6	103,8	103,7	103,7	103,6	103,4	103,0	103,0	103,3
1996	102,8	102,6	102,3	102,3	102,4	102,3	102,2	102,0	101,9	101,9	101,8	101,7	102,2
1997	101,8	101,9	101,9	101,7	101,7	101,6	101,7	101,7	101,7	101,8	101,8	101,8	101,8
1998	101,6	101,6	101,6	101,4	101,4	101,2	101,2	101,3	101,2	101,1	101,0	100,9	101,3
1999	100,9	100,7	100,7	100,7	100,6	100,5	100,5	100,4	100,2	100,1	100,1	100,2	100,5
2000	100,2	100,0	100,0	99,4	99,4	99,3	99,0	98,8	98,8	98,6	98,4	98,3	99,2
2001	98,3	98,1	98,0	97,9	97,9	97,7	97,7	97,2	97,2	97,1	96,9	96,5	97,5
2002	101,8	113,4	122,4	136,2	146,3	153,5	158,9	161,7	164,2	166,3	167,6	167,9	146,7
2003	167,3	167,1	167,5	167,6	167,5	167,7	167,9	169,2	170,6	170,9	172,5	174,4	169,2
2004	175,5	178,6	182,6	185,7	188,8	191,6	193,1	194,9	195,6	197,5	198,9	200,2	190,3
2005	202,5	204,3	206,4	207,8	209,4	210,2	211,2	212,8	214,0	215,9	219,0	221,1	211,2
2006	223,6	226,3	229,5	233,2	241,6	244,0	246,3	248,0	249,3	251,7	253,4	254,0	241,7
2007	257,7	259,3	263,4	268,3	273,3	278,9	284,8	289,3	293,8	298,2	302,2	306,2	281,3
2008	309,6	312,1											

Indice del Costo de la Construcción *(continuación)*

Mano de obra (de 1988 a 1992: series empalmadas; desde 1993: serie según nueva metodología) (índice, base: 1993 = 100)

Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
1990	4,116	7,710	10,241	13,245	16,470	19,830	19,739	21,004	24,528	25,274	26,468	29,459	18,178
1991	29,349	39,439	46,577	46,776	46,677	48,715	46,842	47,042	47,157	47,219	47,400	48,022	45,101
1992	48,532	48,209	48,363	49,981	51,480	58,259	67,142	65,943	71,840	71,731	74,410	76,863	61,063
1993	95,1	96,7	97,3	97,7	97,7	96,6	95,7	103,0	103,3	104,6	105,6	106,7	100,0
1994	107,5	104,4	104,9	104,9	103,4	103,6	103,2	102,5	101,4	101,5	101,5	102,1	103,4
1995	103,4	104,7	108,6	108,6	108,4	108,1	107,8	107,3	105,5	104,8	103,8	103,6	106,2
1996	103,1	102,1	102,1	101,9	101,8	101,6	95,0	94,3	94,1	93,8	93,7	93,8	98,1
1997	93,7	93,9	94,2	94,6	95,1	95,5	96,6	97,2	97,1	96,8	96,2	96,1	95,6
1998	95,6	95,8	96,2	96,3	96,3	96,1	95,7	95,7	95,7	95,6	96,6	96,8	98,6
1999	96,8	97,5	97,8	97,3	97,7	97,4	97,5	96,9	96,7	96,5	96,7	96,8	97,1
2000	96,3	96,2	96,2	95,9	95,5	95,3	94,5	94,2	93,7	93,3	92,8	92,3	94,7
2001	92,3	92,4	96,0	96,1	95,7	95,3	94,7	93,9	93,1	92,9	93,3	93,2	94,1
2002	93,1	93,2	93,5	94,1	94,4	94,6	100,0	101,3	102,6	102,0	102,4	102,8	97,9
2003	106,2	105,9	106,7	105,0	108,7	108,7	110,8	114,2	116,2	119,0	121,0	123,2	112,1
2004	128,9	132,3	132,7	132,7	132,6	132,1	131,8	131,9	131,9	132,6	132,6	132,9	132,1
2005	140,0	139,3	149,9	156,3	157,8	158,0	158,4	159,8	160,9	173,5	180,4	182,4	159,7
2006	183,7	186,1	188,7	189,8	202,8	210,1	207,7	210,2	220,0	220,6	223,2	224,2	205,6
2007	235,4	235,3	235,2	236,3	254,0	255,8	265,8	267,4	263,4	275,5	278,1	275,1	256,4
2008	275,3	275,9											

Gastos generales (de 1988 a 1992: series empalmadas; desde 1993: serie según nueva metodología) (índice, base: 1993 = 100)

Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
1990	5,772	10,942	18,005	19,858	22,235	24,758	25,855	29,136	33,446	36,153	37,703	39,107	25,248
1991	41,738	57,626	61,128	64,906	65,597	66,807	67,024	67,792	68,205	68,343	68,537	69,464	63,931
1992	71,637	72,703	73,938	75,534	76,384	78,943	82,687	83,147	85,087	85,141	86,256	87,260	79,878
1993	96,9	97,5	98,2	98,6	98,5	99,7	99,7	100,6	101,5	102,9	103,1	102,7	100,0
1994	102,7	100,0	100,0	100,1	101,4	101,8	102,3	101,0	100,9	101,0	101,8	102,2	101,3
1995	102,7	103,2	105,4	105,4	104,9	104,0	102,6	101,8	100,6	100,4	99,8	99,6	102,5
1996	99,5	99,9	99,6	99,3	99,6	99,7	99,8	99,3	99,2	98,8	97,5	97,2	99,1
1997	97,1	97,6	97,7	97,9	97,6	97,5	97,4	97,8	97,8	97,9	98,5	99,0	97,8
1998	98,9	98,9	98,9	99,0	98,3	98,2	98,3	98,2	98,2	98,3	98,9	99,1	98,6
1999	99,4	100,3	100,8	100,5	100,1	100,2	100,2	99,5	99,3	99,0	99,2	99,2	99,8
2000	98,9	98,9	98,9	98,8	99,1	99,1	99,0	98,3	97,9	97,7	97,8	97,5	98,5
2001	97,8	97,7	97,8	97,4	97,6	97,8	98,3	97,8	97,6	97,3	96,7	96,7	97,5
2002	98,1	99,5	100,2	105,0	107,1	110,0	115,0	118,3	120,0	120,5	121,0	121,1	111,3
2003	123,8	125,0	126,7	126,7	129,4	130,0	130,5	130,9	131,8	133,1	133,9	134,8	129,7
2004	136,6	138,8	139,0	140,2	140,7	141,2	142,5	142,8	144,2	144,9	145,8	147,3	142,0
2005	152,4	154,2	159,1	162,4	163,0	163,8	164,8	167,0	167,3	170,6	173,5	175,0	164,4
2006	175,7	177,4	179,7	179,7	184,7	189,2	188,6	190,3	193,4	194,2	195,5	196,8	187,1
2007	198,9	207,5	209,7	211,3	217,5	223,3	227,9	229,2	229,5	237,4	238,2	236,1	222,2
2008	242,8	245,2											

Anexo 8. Producción de hierro primario, acero crudo y laminados

(en miles de toneladas)

Período	Hierro primario			Acero crudo	Laminados terminados en caliente			Laminados en frío
	Total	Arrabio	Hierro esponja		Total	No planos[1]	Planos[2]	Planos[3]
1990	2.967,8	1.932,5	1.035,3	3.635,6	2.892,1	1.524,0	1.368,1	733,3
91	2.259,0	1.305,3	953,7	2.971,7	2.671,5	1.457,2	1.214,3	673,2
92	1.933,1	966,1	1.027,0	2.679,9	2.411,4	1.519,4	892,0	717,4
93	2.140,2	984,2	1.156,0	2.869,9	2.862,4	1.597,4	1.265,0	780,2
94	2.658,1	1.388,9	1.269,2	3.274,2	3.421,3	1.793,9	1.627,4	1.078,6
1995	2.896,1	1.568,5	1.327,6	3.568,8	3.684,1	1.892,9	1.791,2	1.168,6
96	3.387,9	1.965,8	1.422,1	4.064,6	4.026,2	2.023,4	2.002,8	1.222,0
97	3.576,0	2.079,7	1.496,3	4.157,7	4.258,1	2.114,0	2.144,1	1.303,2
98	3.659,8	2.121,6	1.538,2	4.201,9	4,131,0	1.978,3	2.152,7	1.322,8
99	2.974,3	1.985,3	989,0	3.805,2	3.787,7	1.586,2	2.201,5	1.408,3
2000	3.602,1	2.182,4	1.419,7	4.472,0	4.174,3	1.903,3	2.271,0	1.351,0
01	3.192,8	1.916,5	1.276,3	4.106,9	3.858,8	1.812,0	2.046,8	1.237,8
02	3.649,6	2.180,0	1.475,6	4.356,0	3.821,0	1.726,5	2.094,5	1.318,9
03	4.140,4	2.404,0	1.736,3	5.033,2	4.679,8	2.039,7	2.640,2	1.555,8
04	4.147,4	2.392,1	1.755,3	5.125,1	4.803,1	2.351,7	2.451,4	1.435,2
2005	4.466,5	2.645,6	1.820,9	5.385,6	4.932,4	2.354,7	2.577,7	1.443,2
06	4.427,5	2.482,1	1.945,3	5.532,7	5.308,2	2.528,9	2.779,6	1.406,3
07	4.389,1	2.589,1	1.799,9	5.387,1	5.163,0	2.445,7	2.727,4	1.562,0
Ene-Feb 07	664,3	334,5	329,7	751,5	698,9	375,4	323,5	261,7
Ene-Feb 08	795,8	445,0	350,8	858,9	842,3	378,8	463,5	262,9

[1] Incluye tubos sin costura. [2] Incluye la producción total de chapas y flejes laminados en caliente, incluyendo la producción destinada a la relaminación de chapas y flejes en frío. [3] Cifras no sumables a la producción de laminados planos en términos de laminados en caliente. Fuente: CIS.

Anexo 9. Producción de Petróleo, Gas natural y Energía eléctrica

Años	Petróleo (miles de m³)	Gas (millones de m³)	Energía Eléctrica[1] (GWh)
78	26.255	11.504	28.882
79	27.434	12.815	33.015
1980	28.557	13.466	35.676
81	28.852	13.629	35.193
82	28.471	15.523	36.164
83	28.473	17.181	38.898
84	27.838	18.764	40.819
1985	26.675	19.113	41.463
86	25.179	19.246	44.988
87	24.857	19.168	48.037
88	26.123	22.734	48.471
89	26.713	24.207	46.440
1990	28.004	23.018	47.265
91	28.620	24.643	50.138
92	32.246	25.043	52.204
93	34.468	26.663	55.183
94	38.733	27.702	59.461
1995	41.739	30.441	61.020
96	45.570	34.650	64.297
97	48.403	37.074	69.290
98	49.148	38.630	70.780
99	46.508	42.425	75.554
2000	44.763	44.872	82.740
01	45.366	45.994	84.534
02	43.864	45.819	79.125
03	42.966	50.412	85.257
04	40.508	51.981	91.917
2005	38.593	51.251	96.927
06	38.249	48.913	102.835
07		45.991	108.256

[1] Generación Bruta para Consumo Público, no incluye importación ni autoproducción. Fuente: Secretaría de Energía y Secretaría de Programación Económica.

Anexo 10. Balanza comercial argentina

(en millones de dólares corrientes)

Años	Exportación	Importación	Saldo
78	6.400	3.834	2.566
79	7.810	6.700	1.110
1980	8.021	10.541	-2.519
81	9.143	9.430	-287
82	7.625	5.337	2.288
83	7.836	4.504	3.332
84	8.107	4.585	3.523
1985	8.396	3.814	4.582
86	5.852	4.724	1.128
87	6.360	5.818	542
88	9.135	5.322	3.813
89	9.579	4.203	5.376
1990	12.353	4.077	8.276
91	11.978	8.275	3.703
92	12.235	14.872	-2.637
93	13.118	16.784	-3.666
94	15.839	21.590	-5.751
1995	20.963	20.122	841
96	23.811	23.762	49
97	26.431	30.450	-4.019
98	26.434	31.377	-4.944
99	23.309	25.508	-2.200
2000	26.341	25.280	1.061
01	26.543	20.320	6.223
02	25.651	8.990	16.661
03	29.939	13.851	16.088
04	34.550	22.445	12.105
2005	40.352	28.689	11.663
06	46.456	34.151	12.306
07	55.933	44.780	11.154
Ene-Feb 07	6.972	5.741	1.231
Ene-Feb 08	10.828	8.682	2.146

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censos.

Anexo 11. Producción de productos agrícolas

(en miles de toneladas)

Campaña	Trigo	Maíz	Sorgo	Soja	Girasol
78-79	8.100	8.700	6.200	3.700	1.430
79-80	8.100	6.400	2.960	3.500	1.650
1980-81	7.780	12.900	7.550	3.770	1.260
81-82	8.300	9.600	8.000	4.150	1.980
82-83	15.000	9.000	8.100	4.000	2.400
83-84	13.000	9.500	6.900	7.000	2.200
84-85	13.600	11.900	6.200	6.500	3.400
1985-86	8.700	12.100	4.000	7.100	4.100
86-87	8.700	9.250	2.997	6.700	2.200
87-88	9.000	9.200	3.200	9.900	2.915
88-89	8.540	4.900	1.500	6.500	3.200
89-90	10.000	5.400	2.050	10.700	3.900
1990-91	10.992	7.685	2.252	10.862	4.034
91-92	9.884	10.701	2.767	11.310	3.408
92-93	9.874	10.901	2.860	11.045	2.956
93-94	9.659	10.360	2.148	11.720	4.095
94-95	11.306	11.404	1.650	12.134	5.800
1995-96	9.445	10.518	2.132	12.448	5.558
96-97	15.914	15.536	2.499	11.000	5.450
97-98	15.000	19.360	3.762	18.732	5.600
98-99	12.400	13.500	3.222	20.000	7.100
99-00	15.300	16.800	3.350	20.136	6.070
2000-01	15.960	15.359	2.906	26.881	3.179
01-02	15.292	14.712	2.847	30.000	3.844
02-03	12.301	15.045	2.685	34.819	3.714
03-04	14.563	14.951	2.165	31.577	3.161
04-05	15.960	20.483	2.894	38.300	3.662
2005-06	12.574	14.446	2.328	40.467	3.798
06-07	14.550	21.800	3.000	47.600	3.605

Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Alimentación, Pesca y Secretaría de Programación Económica.

Anexo 12. Faena total de vacunos

Años	Miles de cabezas	Miles de toneladas
78	16.250	
79	15.225	
1980	13.830	2.839
81	14.650	2.939
82	12.362	2.551
83	11.426	2.445
84	12.221	2.554
1985	14.051	2.848
86	14.489	3.023
87	12.538	2.574
88	11.860	2.506
89	12.210	2.559
1990	13.424	3.007
91	13.818	2.918
92	12.824	2.784
93	13.217	2.808
94	13.200	2.783
1995	12.857	2.688
96	12.917	2.694
97	12.795	2.712
98	11.268	2.469
99	12.145	2.720
2000	12.400	2.718
01	11.587	2.489
02	11.499	2.526
03	12.532	2.664
04	14.295	3.024
2005	14.333	3.144
06	13.419	3.038
07	14.891	3.211

Fuente: Secretaría de Programación Económica.

Anexo 13. Oferta y demanda globales

(millones de pesos, a precios de 1993)

Concepto	PBI a precios de mercado	Importac. de Bienes y Servicios	Oferta y Demanda Globales	Consumo Privado	Consumo Público	Inversión Interna Bruta Fija	Exportac. de Bienes y Servicios	Discrepancia Estadística
1995	243.186	24.066	267.252	166.008	32.339	44.528	23.085	1.292
1996	256.626	28.284	284.910	175.196	33.041	48.484	24.850	3.340
1997	277.441	35.884	313.326	190.922	34.104	57.047	27.876	3.375
1998	288.123	38.904	327.027	197.557	35.249	60.781	30.838	2.603
1999	278.369	34.521	312.890	193.610	36.173	53.116	30.449	-459
2000	276.173	34.466	310.639	192.332	36.382	49.502	31.272	1.150
2001	263.997	29.659	293.656	181.290	35.629	41.750	32.129	2.858
2002	235.236	14.812	250.084	155.267	33.820	26.533	33.123	1.305
2003	256.023	20.376	276.399	167.951	34.314	36.659	35.108	2.367
2004	279.141	28.551	307.693	183.906	35.247	49.280	37.957	1.304
2005	304.764	34.301	339.065	200.317	37.403	60.458	43.083	-2.196
2006	330.565	39.575	370.140	215.882	39.365	71.438	46.242	-2.786
2007	359.189	47.757	406.946	235.262	42.268	81.693	50.360	-2.637

Fuente: Dirección Nacional de Cuentas Nacionales.

Anexo 14. Dólares de Estados Unidos por Derechos Especiales de Giro (DEG)

(fin de período)

Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
88	1,36642	1,36101	1,38729	1,38417	1,36483	1,31061	1,29648	1,28818	1,29039	1,34592	1,36637	1,34570	1,34228
89	1,31093	1,32150	1,29271	1,29566	1,24362	1,24639	1,28749	1,24652	1,27981	1,27782	1,28771	1,31416	1,28369
1990	1,32559	1,31681	1,30083	1,30247	1,31200	1,32388	1,36564	1,38595	1,39256	1,43078	1,42677	1,42266	1,35883
91	1,43476	1,42053	1,34081	1,34081	1,34084	1,31452	1,33400	1,33698	1,36800	1,36652	1,38072	1,43043	1,36787
92	1,39733	1,38091	1,37174	1,36976	1,39632	1,43117	1,44416	1,48286	1,47284	1,40595	1,37896	1,37500	1,40892
93	1,38188	1,37610	1,39773	1,42339	1,42847	1,40360	1,39072	1,40758	1,41840	1,39293	1,38389	1,37356	1,39849
94	1,38067	1,39930	1,41260	1,42138	1,41733	1,44837	1,4433	1,4477	1,4674	1,4845	1,4567	1,4599	1,4366
1995	1,4767	1,4944	1,5605	1,5730	1,5759	1,5688	1,5595	1,4925	1,5063	1,4946	1,4862	1,4865	1,5229
96	1,4517	1,4687	1,4612	1,4501	1,4422	1,4433	1,4655	1,4577	1,4394	1,4462	1,4446	1,4380	1,4507
97	1,3947	1,3849	1,3869	1,3655	1,3918	1,3881	1,3586	1,3636	1,3652	1,3836	1,3618	1,3493	1,3745
98	1,3454	1,3502	1,3359	1,3467	1,3354	1,3315	1,3295	1,3422	1,3713	1,4084	1,3802	1,4080	1,3571
99	1,3898	1,3656	1,3578	1,3512	1,3448	1,3359	1,3642	1,3699	1,3877	1,3807	1,3696	1,3725	1,3651
2000	1,3529	1,3393	1,3469	1,3192	1,3200	1,3373	1,3134	1,3048	1,2979	1,2793	1,2820	1,3029	1,3163
01	1,2978	1,2925	1,2607	1,2658	1,2542	1,2457	1,2587	1,2882	1,2890	1,2781	1,2661	1,2567	1,2711
02	1,2420	1,2416	1,2469	1,2677	1,2907	1,3305	1,3225	1,3275	1,3227	1,3216	1,3241	1,3595	1,2998
03	1,3765	1,3708	1,3738	1,3839	1,4199	1,4008	1,3919	1,3773	1,4298	1,4318	1,4488	1,4860	1,4076
04	1,4813	1,4801	1,4805	1,4518	1,4688	1,4662	1,4578	1,4607	1,4690	1,4988	1,5359	1,5530	1,4837
2005	1,5248	1,5320	1,5168	1,5168	1,4750	1,4566	1,4519	1,4598	1,4495	1,4458	1,4241	1,4293	1,4735
06	1,4454	1,4350	1,4409	1,4711	1,4942	1,4794	1,4839	1,4885	1,4764	1,4800	1,5077	1,5044	1,4756
07	1,4902	1,5047	1,5102	1,5242	1,5129	1,5156	1,5312	1,5326	1,5567	1,5719	1,5902	1,5803	1,5351
08	1,5953	1,6106	1,6445										

Fuente: Estadísticas Financieras Internacionales. Fondo Monetario Internacional.

Anexo 15. Evolución de la cotización del ecu/euro

Promedio mensual ecus por dólar

Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
1991	0,7366	0,7225	0,7809	0,8261	0,8339	0,8686	0,8704	0,8501	0,8279	0,8255	0,7950	0,7690	0,8089
1992	0,7725	0,7918	0,8127	0,8049	0,7886	0,7673	0,7296	0,7133	0,7211	0,7546	0,8072	0,8071	0,7726
1993	0,8250	0,8458	0,8484	0,8190	0,8215	0,8439	0,8784	0,8824	0,8481	0,8592	0,8859	0,8859	0,8536
1994	0,8975	0,8948	0,8757	0,8778	0,8588	0,8450	0,8184	0,8175	0,8095	0,7931	0,8040	0,8225	0,8429
1995	0,8059	0,7945	0,7593	0,7455	0,7566	0,7511	0,7436	0,7666	0,7759	0,7563	0,7554	0,7667	0,7648
1996	0,7741	0,7760	0,7804	0,7912	0,8021	0,7981	0,7870	0,7793	0,7880	0,7947	0,7831	0,7998	0,7878
1997	0,8222	0,8578	0,8697	0,8734	0,8701	0,8798	0,9050	0,9322	0,9092	0,8926	0,8777	0,8996	0,8824
1998	0,9194	0,9187	0,9222	0,9165	0,9017	0,9079	0,9112	0,9078	0,8665	0,8377	0,8588	0,8532	0,8935

Promedio mensual euros por dólar

Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
1999	0,8615	0,8922	0,9189	0,9342	0,9409	0,9636	0,9659	0,9431	0,9523	0,9340	0,9673	0,9891	0,9386
2000	0,9865	1,0169	1,0370	1,0560	1,1038	1,0535	1,0642	1,1061	1,1466	1,1694	1,1677	1,1144	1,0852
2001	1,0658	1,0849	1,0995	1,1211	1,1440	1,1721	1,1619	1,1105	1,0976	1,1039	1,1257	1,1206	1,1173
2002	1,1321	1,1494	1,1418	1,1289	1,0905	1,0466	1,0079	1,0227	1,0196	1,0196	1,0082	0,9823	1,0626
2003	0,9416	0,9283	0,9256	0,9220	0,8645	0,8575	0,8794	0,8980	0,8915	0,8553	0,8548	0,8141	0,8858
2004	0,7929	0,7908	0,8156	0,8345	0,8329	0,8239	0,8154	0,8214	0,8185	0,7851	0,7522	0,7459	0,8024
2005	0,7623	0,7684	0,7575	0,7729	0,7878	0,8220	0,8308	0,8135	0,8159	0,8323	0,8485	0,8435	0,8046
2006	0,8262	0,8377	0,8319	0,8149	0,7831	0,7905	0,7884	0,7806	0,7857	0,7930	0,7763	0,7568	0,7971
2007	0,7693	0,7649	0,7552	0,7399	0,7401	0,7452	0,7291	0,7341	0,7196	0,7029	0,6810	0,6863	0,7306
2008	0,6794	0,6781	0,6440										

Fuente: Banco Central Europeo.

Cantidad de ejemplares: 800

Diseño, pre-impresión e impresión:
Carbonatto IDC
Ucrania 1841, Valentín Alsina, Buenos Aires
Tel./Fax: 4208 8454 / 4228 5136
www.carbonattoidc.com.ar
info@carbonattoidc.com.ar

Correo Argentino Central B	Tarifa reducida
	Concesión Nº 1839

