

“Modelo de Producción del Gas en la Argentina” “Gas Production Model in Argentina”

- Conticello, Tomás – Alumno Ingeniería Industrial UADE (Universidad Argentina de la Empresa) – . conticello@gmail.com (Autor)
- Liotta, Hernán –Alumno Ingeniería en Informático UADE (Universidad Argentina de la Empresa) – . hernandliotta@gmail.com (Autor)
- Salvá, Gonzalo Alumno Ingeniería Industrial UADE (Universidad Argentina de la Empresa) – gonzalo_sal@hotmail.com (Autor)
- Ing. Edgard Hernán Maimbil – Docente investigador UADE (Universidad Argentina de la Empresa) – Tutor Tesis de Grado – Ingeniería Informática. tinymaimbil@gmail.com (Tutor)
- Ing. Nahuel Hernán Romera – Docente investigador UADE (Universidad Argentina de la Empresa) – Co Tutor Tesis de Grado – Ingeniería Informática. nahuel.romera@gmail.com (Tutor)

RESUMEN

Argentina está atravesando una situación compleja en materia de gas por un aumento del consumo sostenido durante la última década y paralelamente una baja en la producción y las reservas de hidrocarburos. La producción cae porque se achican las reservas, el causal lo podemos encontrar debido a que hubo una disminución sostenida en la inversión para la exploración. En los próximos años, el país tendrá que afrontar un escenario más exigente que el prevaleciente, la fuerte descapitalización por rápido agotamiento de las reservas de gas, requerirá de un gran esfuerzo en nuevas inversiones para frenar la declinación de las reservas. Al mismo tiempo el creciente desfajase entre precios, tarifas y costos en todos los segmentos de la actividad energética, se convertirá en una cuestión de complejo manejo económico y político durante todo el año 2012 y los próximos años.

A este escenario hay que sumarle el componente referido a la escasez de divisas que sufre el país y la disminución de las reservas del BCRA en el último año. Hacia el 2006 la mitad del superávit comercial externo era aportado por el sector energético, cosa que no ocurre ahora (en el 2011

el déficit comercial energético superó los 3000 millones de dólares) y se espera que en el 2012 llegue a los 7000 millones de dólares.

En las últimas décadas se incrementó fuertemente el consumo de gas en nuestro país, destacándose la creciente utilización del GNC en los vehículos, así como la demanda de gas como combustible para la generación de energía eléctrica.

Sobre este contexto, se requiere de un estudio de las distintas variables que impactan en el sector para poder establecer políticas de acción y lograr recuperar el auto-abastecimiento de gas en el mediano plazo. Las políticas de acción, deberán estar basadas en el estudio costo-beneficio de las acciones a tomar mediante el planteo de distintos escenarios modificando las variables del sistema y realizando estimaciones adecuadas.

Sobre el Modelo Computacional

El trabajo realizado consiste en la construcción de un modelo computacional que simula la disponibilidad del gas en la Argentina. Permite evaluar y visualizar los posibles escenarios que ocurrirían dado diversos comportamientos con respecto a la demanda del gas, ya sea a nivel comercial, industrial, para la generación eléctrica y otros rubros, y como esa demanda puede repercutir en la producción y disponibilidad para cubrirla.

Basándose en técnicas conocidas de Dinámica de Sistemas, adoptamos estas herramientas útiles para la modelización compleja de sistemas realimentados. Dado el universo grande y complejo que representa la producción de Gas en su totalidad, fue de suma importancia acortar y definir el alcance y concentrarse en un foco y variables que quedaron establecidas dentro del Modelo Conceptual.

A partir de haber planteado y descrito la situación actual y percibir las diferentes situaciones futuras que pueden ocurrir con respecto a las diferentes variables se tuvieron en cuenta las siguientes:

- Demanda
- Producción
- Gas Disponible
- Discrepancia
- Importación
- Exportación
- Reservas
- Capacidad Productiva
- Incremento Capacidad Productiva

Cada tópico y área mencionados, permite ensayar escenarios posibles que ayudan a evaluar decisiones y cursos de acción frente a problemáticas o situaciones distintas.

Como herramienta principal para plasmar las variables interrelacionadas, se utilizó el software Vensim Ple Plus, que contiene interfaces de visualización de resultados cuyas evoluciones pueden ser ajustadas en tiempo real a partir de la modificación de los parámetros o variables que marcan la tendencia del sistema y los cursos de acción.

Palabras Clave: *Producción – Capacidad Productiva – Generación Eléctrica – Gas Disponible – Reservas – Importaciones – Exportaciones – Discrepancia – Demanda – Crecimiento PBI – Inversiones en Exploración*

Abstract

Argentina is passing through a complex situation on their gas industry due to a sustained increment of consumption during the last decade. At the same time is suffering a low in production and hydrocarbon reserves. Production goes down because reserves shrink, the factor is explained because there was not enough investment to support

geologic exploration. During the next years, Argentina will have to afford a more demanding scenery. The strong decapitalization caused by a fast reserves depletion will require big efforts in new investments to stop the trends of oil and gas depleting. At the same time it is necessary to take care of prices and cost, which is a complex area that politicians and economists will have to face over 2012 and next years.

Also, it is significant to add the component of currency shortage that Argentina is suffering and a reduction of BCRA reserves in the last year. During 2006, half trade surplus was feed by energetic sector, now (2011) trade energy deficit is more than 3000 USD and is expected to reach 7000 USD at 2012.

During the last decades, Argentina suffered a strong increment of gas consumption. GNC vehicles became popular and gas as a resource for electric energy was the main factors.

Above this context, it is required to study the factors that impacts on the industry. The purpose is to establish an action course and start being self – sufficiency. Action policies, should be based on the cost-benefits study of the action through the posing of different scenarios by changing system variables and making appropriate estimates.

Computational Model

The realized work consists on the construction of a computational model which simulates the availability of gas in the country. It allows visualizing and evaluating different scenarios that would occur given diverse behaviors regarding gas demand, such as industrial, commercial or power generation. The important thing is how that demand could influence on the production and availability.

Based on known techniques of system dynamics, we adopted these skills to create a feedback complex model.

Given the huge universe that productions gas represents was extremely important to define the scope and focus only on the set variables.

The set variables we are focusing to reach the scope are:

- Demanding
- Production
- Gas available
- Discrepancy
- Imports
- Exports
- Reserves
- Production Capacity
- Increase Production Capacity

Each topic and mentioned area, allows trying out scenarios that helps to visualize and evaluate important decisions and which action course is better facing.

As a main tool to create the model and feedback variables, we choose Vensim Ple Plus software. Allows to visualize results and show evolves that can be adjusted in real time with parameters and variables that set the appropriate action course.

Key Word: Production - Production Capacity - Power Generation - Gas Available – Reserves - Imports - Exports - Discrepancy - Demand - GDP Growth – Explore Investment

1. GAS EN LA ARGENTINA

En los últimos años en la Argentina, país que históricamente fue capaz de lograr el autoabastecimiento, mediante la explotación de sus recursos de hidrocarburos vio revertirse esta situación. Pasó de ser un exportador de gas a depender fuertemente de las importaciones para abastecer el consumo interno y así poder mantener e impulsar el crecimiento económico.

El estudio del modelo productivo del gas en la Argentina contiene un universo grande en donde fue necesario definir el alcance y establecer límites finitos para poder hacer viable el trabajo.

Se excluyó fuera del alcance los procesos de trasportes de gas a los centros urbanos y de consumo, también no se tuvo en cuenta los procesos técnicos de exploración. Se limitó a usar precios integrados dentro del periodo definido.

El modelo de estudio se centra principalmente en un análisis de influencias a partir de información pública brindada por diferentes organismos. Una de las variables identificadas de importancia es el resultado de la disponibilidad del gas frente a la demanda. El objetivo es satisfacer la demanda y el crecimiento del PBI, frente a ello surge la problemática de cubrirla por abastecimiento interno o apelar a las importaciones.

2. MODELADO CONCEPTUAL

El cuerpo principal del modelo, muestra los diferentes escenarios posibles. El objetivo planteado a largo plazo es poder lograr el autoabastecimiento y volver a ser un país exportador comercial de gas. Pero como se explicó en la introducción, el presente en cuanto a materia energética en nuestro país es inverso y el déficit se agranda lo que es necesario recurrir constantemente al gas mediante importaciones.

La variable central del modelo es ‘Gas Disponible’, alimentada principalmente por la producción, las exportaciones o importaciones. Es decir, la disponibilidad del gas en la Argentina será formada por la producción, el

abastecimiento por importaciones, o en otro caso, reducida por las exportaciones.

La producción, es alimentada por las reservas y limitada por la capacidad productiva. Es decir, por el nivel de actividad que puede alcanzar la estructura productiva de exploración y explotación de gas en nuestro país.

La discrepancia será una variable indicador que permite visualizar dos situaciones, un faltante o un sobrante de gas. Este indicador será por la comparación entre la demanda y la disponibilidad de gas.

La demanda de gas en nuestro país ha superado el suministro doméstico, a una tasa de crecimiento sin precedentes. La demanda energética en los últimos 10 años ha crecido un 4% anual, mientras que desde la tendencia de la producción argentina de gas a decrecido un 2% anual. Por otro lado las importaciones sufren una tendencia a crecer exponencialmente. Lo que esperamos de este modelo es representar ese escenario y ensayar también otras posibilidades.

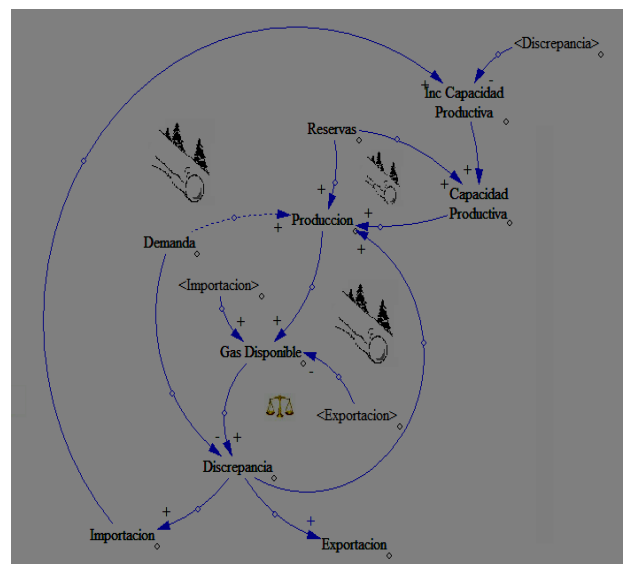


FIGURA 1: Core principal, Disponibilidad de Gas

Producción. Uno de los sectores de nuestro modelo es el de la Producción de gas. Utilizamos dentro de ella la variable ‘Rentabilidad Productor’. Esta última incide principalmente con el aumento en la producción de gas si el productor encuentra las condiciones favorables para invertir. Las inversiones deben ser destinadas a exploración. Dentro de las planificaciones energéticas, en nuestro país está proyectado un aumento en un 200% en miles de millones de dólares.

Estas inversiones, se realizan con el fin de aumentar las reservas y así poder generar mayor producción y abastecer el mercado.

Las proyecciones muchas veces pueden no coincidir con los resultados. Aunque para en ambos casos, ya sea de

superávit o déficit energético siempre es necesario enfocarse en las inversiones y en la capacidad productiva.

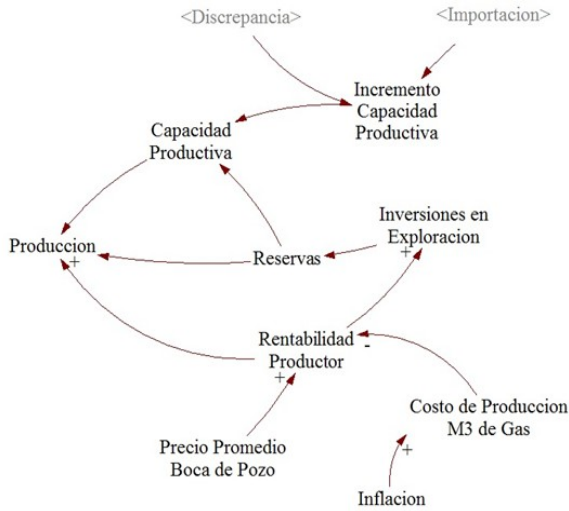


Figura 2: impacto en la producción

En la figura 2 podemos ver las distintas variables que impactan sobre el gas producido. Debemos recordar que la producción será abastecida por las reservas disponibles y una parte de estas reservas serán consumidas para la producción, por lo que estas se irán decreciendo en la medida que no haya inversiones en exploración. Las inversiones en exploración aumentan las reservas disponibles pero estas inversiones están relacionadas con la rentabilidad del productor, la cual influye también en la producción actual.

Esta rentabilidad se verá influenciada por el costo de producción y el precio promedio en boca de pozo pagado al productor. Como podemos ver niveles crecientes de importación reflejarán la necesidad de incrementar la capacidad instalada para poder aumentar la producción y disminuir la discrepancia entre la demanda y la el gas disponible.

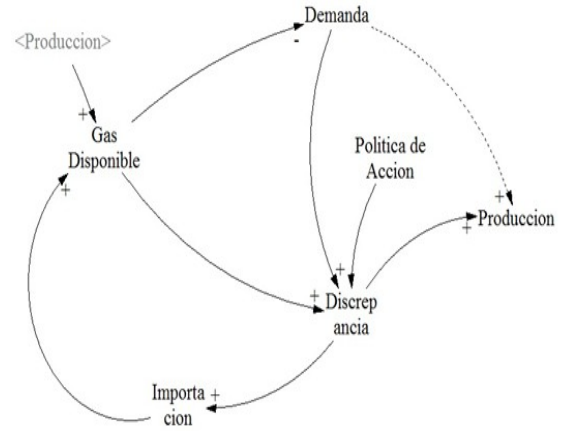


Figura 3: Variable de Producción en el loop principal.

En la figura 3, podemos ver que la producción alimenta el gas disponible que será comparado con la demanda para analizar la diferencia y reflejar esta en la variable discrepancia. También podemos notar una relación entre la demanda y la producción. Esta viene dada por el hecho de que un crecimiento económico sostenido conlleva un crecimiento en la demanda del gas y por ende se necesitará una mayor producción para abastecer esa demanda creciente.

Niveles crecientes de importación, debido a la discrepancia incentivarán un crecimiento en las inversiones en la capacidad productiva para poder aumentar la producción a mediano plazo.

Demanda. Es un componente fundamental del modelo. Teniendo en cuenta su relevancia para poder realizar una estimación adecuada de la misma, se va a recurrir a series de datos históricas para realizar distintas proyecciones que sean estadísticamente confiables.

La demanda se ha dividido por el tipo de usuario que se clasifican en: Residencial, Comercial, Generación Eléctrica, Industria, y GNC. Teniendo en cuenta esta clasificación se van a reflejar distintos indicadores económicos según el tipo de usuario y no por toda la demanda en conjunto. Esto logra una mejor estimación de cada usuario por separado y una mayor confiabilidad en las suma de las demandas individuales.

Parámetros como intensidad energética, crecimiento industrial se incluyen en los cálculos para afinar los números.

Este análisis exhaustivo se realiza teniendo en cuenta la importancia del comportamiento de la demanda para futuras políticas de acción que se tomen que van a repercutir tanto en el nivel de producción futura como en los contratos de importación.

La variable demanda se compone de la suma de las demandas de los distintos sectores y será la variable que se compara con el gas disponible para establecer el valor de la discrepancia, que nos indica la diferencia entre el gas disponible y la demanda. Esta diferencia nos permite establecer políticas de acción.

Además estos valores de demanda impactaran en las decisiones futuras de producción ya que al plantear escenarios de crecimiento económico o desaceleración deberán plantearse acciones en relación a la producción futura.

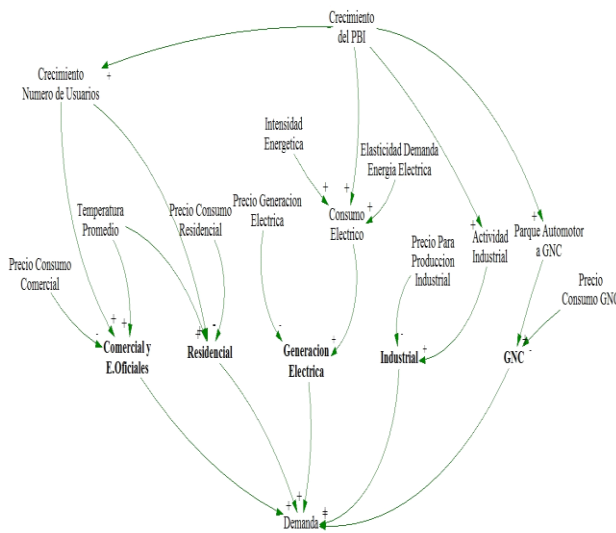


Figura 4: Variables que impactan en la demanda del gas

Balanza Comercial. El gas pasó de ser una mercancía que se exportaba a ser una que debe ser en parte importada. Esta situación modifico substancialmente ya que la industria del gas, acostumbrada a ser una industria generadora de divisas, llegó a ser el sector más demandante de divisas en el 2011. Esta situación, sumada a otras tanto internas como externas fueron la que motivaron en parte algunas medidas tomadas en los últimos meses con respecto al mercado cambiario. Teniendo en cuenta estos aspectos que son críticos en un análisis objetivo de una industria se ha decidido incorporar un esquema en donde se cuantifican los volúmenes importados de gas diferenciando las importaciones provenientes de Bolivia como las provenientes de GNL con sus respectivos costos y evaluar así la balanza comercial en las distintas situaciones que se pueden ir generando. Se incorporara información proveniente de ENARSA que es el organismo encargado de la importación de gas. Se tendrán en cuenta los precios estipulados en los contratos y los volúmenes acordados para realizar las estimaciones de la variable importación y su valoración económica.

En el modelo las variables correspondientes a la importación y a la exportación serán alimentadas según la variable discrepancia. El valor que indique la discrepancia será el valor que podrá ser exportado o deberá ser importado según el signo. Recordando que la discrepancia es la diferencia entre el gas disponible y la demanda.

Una vez que sepamos la cantidad de gas a importar o exportar se cuantificaran los volúmenes según el origen.

En el caso de la importación, esta puede ser desde Bolivia como metano o a través de barcos como Gas Líquido. Es por eso que se han incluido variables como los porcentajes de cada uno de los destinos de importación según el total de gas importado y el precio respectivo de cada gas importado. Estas variables serán cuantificadas según los contratos firmados entre ENARSA y las empresas correspondientes.

En el caso de las exportaciones serán exportados en un porcentaje a Chile según las cantidades y precios establecidos por derechos de exportación.

Las importaciones y exportaciones valorizadas serán adicionadas en la variable "Balanza Comercial" que es un indicador clave teniendo en cuenta la situación actual del país.

Cuando la discrepancia sea negativa se deberá importar gas. A medida que se incremente la importación aumentara el gas disponible y por lo tanto la discrepancia (que compara el gas disponible con la demanda) se reducirá, tendiendo a cero el valor de la misma.

Si hubiera una discrepancia positiva se procederá a exportar el sobrante haciendo que el gas disponible disminuya y por ende se reducirá el valor de la discrepancia tendiendo a cero el valor.

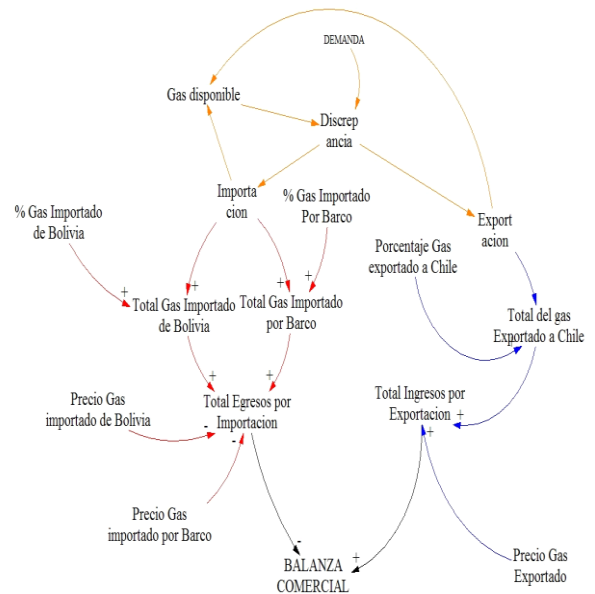


Figura 4: Balanza Comercial

Comentarios

Se aprovechan las herramientas brindadas por la dinámica de Sistemas, y la potencia que ofrece las plataformas de Vensim Ple Plus para resolver los problemas propuestos. Se ha realizado un estudio de la realidad actual del mercado del gas en nuestro país, mediante un análisis de sus variables exógenas y endógenas para luego definir un alcance, objetivos y plasmarlo en un modelo computacional. Las herramientas de dinámica de sistemas ayudan a simular y entender distintas situaciones para tomar las decisiones más acertadas, siempre entiendo el entorno del problema y los efectos que pueden surgir. El modelo computacional planteado representa una realidad de la producción del gas a grandes rasgos, de modo que se deja de lado la exactitud del comportamiento. Lo que se pretende es una simulación, analizar las tendencias, explicar los motivos y causales de diferentes escenarios. En caso de tomar decisiones, explicarlas con criterio y profesionalismo.

3. MODELADO COMPUTACIONAL

3.1. MODELO FORRESTER DEL GAS

En base al modelo causal y los datos obtenidos de se desarrollo un modelo del proceso del gas en la Republica Argentina contemplando todos los subsistemas involucrados tomando como variable de nivel las reservas de gas, como así también la cantidad de usuarios residenciales. Luego nos internamos en el análisis del flujo de la producción de gas que es el que consume este repositorio y da soporte a la demanda local e internacional (en el caso que haya) de gas, luego se centro el análisis en la demanda de gas, Exportacion, Importacion y finalmente se analizo el ámbito comercial (balanza comercial) solo a nivel de importación y exportación de Gas, como así también, se realizo el análisis para la toma de decisiones tomando como variable de asignación manual la decisión gubernamental ya que la misma es generada por un gran numero de variables que exceden el alcance del presente análisis. Hemos observado como variables de ajustes para la toma de decisiones y proyecciones el tiempo y la decisión gubernamental y las mismas afectan tanto a la producción como a la exploración y por lo tanto a las reservas.

En la **Figura 5** se puede observar el diagrama de Forrester completo donde se pueden ver los 4 subsistemas y sus relaciones.

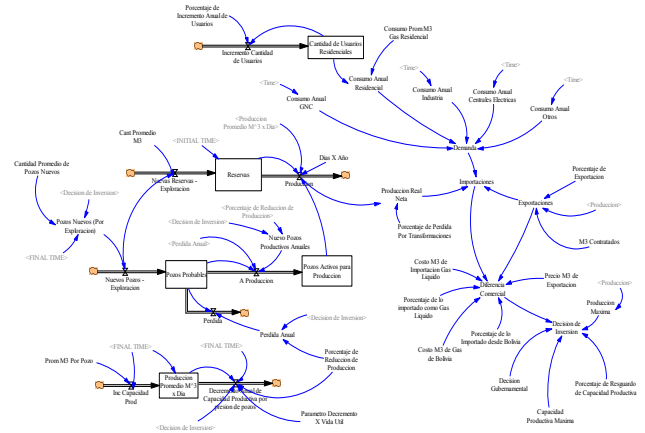


Figura 5: Modelo Forrester de Gas completo.

A continuación detallaremos cada uno de los subsistemas que conforman el modelo.

3.1.1. SUBSISTEMA DE PRODUCCION Y RESERVAS

En la figura 6 se observa el subsistema de Producción y Reserva del modelo, en el mismo se puede observar la relación directa entre el consumo de las reservas y la producción, como así también el incremento de las mismas de acuerdo a la exploración de los pozos.

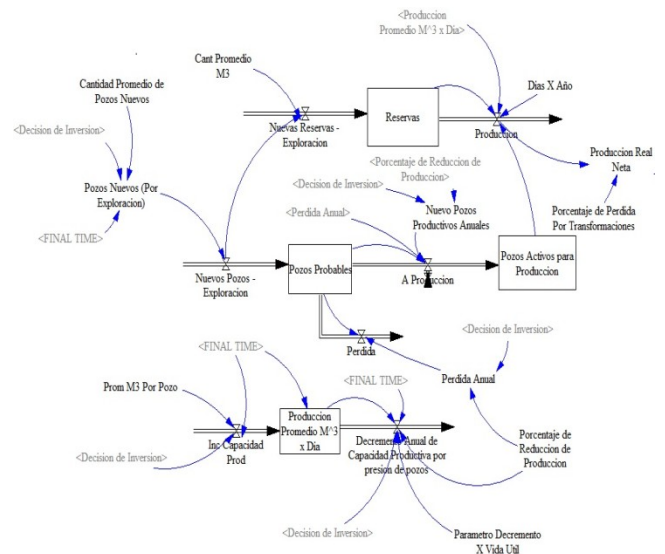


Figura 6: Subsistema de Producción y Reservas

En la figura 7 se observa el subsistema de Demanda/Consumo del modelo en el mismo se puede observar la demanda es una variable de importancia y la misma es calculada de acuerdo a 5 grandes variables:

- Consumo Anual residencial
- Consumo Anual GNC
- Consumo Anual de Centrales eléctricas
- Consumo Anual de la Industria
- Consumo Anual de Otros (agrupamiento de varias variables con menos peso)

Para el calculo de las variables de Consumo Anual ya se GNC, Centrales Electricas, Industria y Otros pueden ser aproximadas por medio de una regresión líneal simple, mientras que el consumo Residencial es calculado en base a un valor de consumo anual promedio y la cantidad de usuarios residenciales que va creciendo según una tasa.

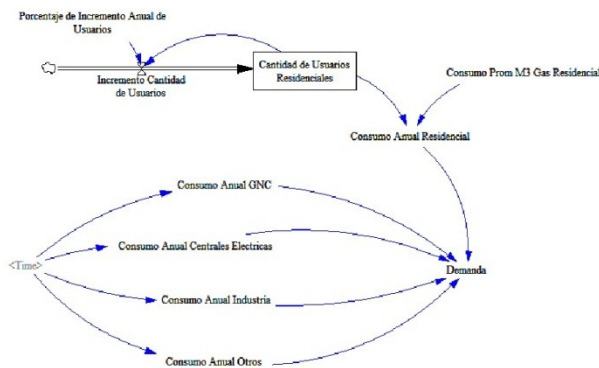


Figura 7: Subsistema de Demanda

En la figura 8 se observa el subsistema Comercial del modelo, el mismo esta centrado en el concepto de la balanza comercial y da soporte a la toma de decisiones. La estimación de valores de costos se realizo por medio de promedios ponderados sin discriminar variables económicas como retenciones, impuestos, etc. ya que no hacen al alcance del modelo.

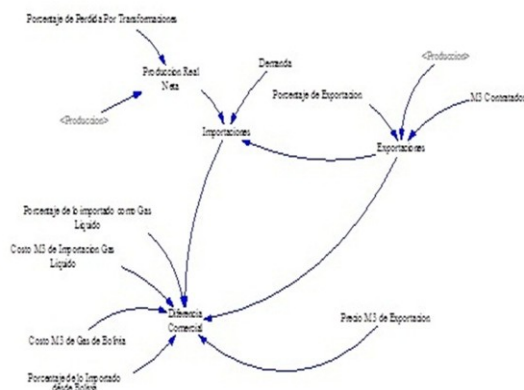


Figura 8: Subsistema Comercial

En la figura 9 se observa el subsistema de toma de Decisiones del modelo, en el mismo, se observa que la variable principal es la decisión de inversión y la misma es valorizada de acuerdo a la variable de decisión gubernamental.

Cabe aclarar que la decisión gubernamental se asigna de manera manual ya que la valorización de la misma (invertir, importar) no solo depende de las variables reflejadas en el alcance del modelo sino que también es una decisión que debe alinearse a la política de estado y esto no ha sido considerado en el alcance del modelo ya que el objetivo del mismo es analizar y poder resolver (temporal o definitivamente) la problemática presentada, por lo que asume que la política está alineada a la decisión que se tome.

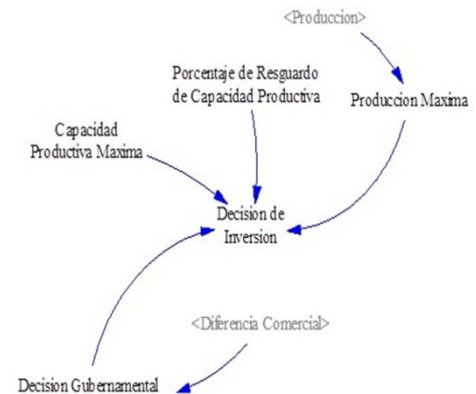


Figura 9: Subsistema de Decisión

4. ANALISIS DE CASOS

4.1. Caso BASE, No ejecutar acción (proyección a Futuro)

El objetivo del modelo es simular el comportamiento del proceso de Gas en la República Argentina para poder proyectar (por medio de la simulación del mismo) el consumo y agotamiento de las reservas de GAS, para lograr la simulación fue necesario, en base a datos obtenidos en el periodo 2003 – 2010, hacer:

- Estimación y proyección de la producción
- Estimación y proyección de la Demanda Interna.
- Estimación y proyección de las Importación
- Estimación y proyección de las Exportaciones
- No ejercer acción alguna sobre las variables del modelo.

Los resultados arrojados por la simulación del modelo bajo los parámetros del caso base, mostraron que de mantenerse el ritmo de producción actual y demanda las reservas de GAS se agotarán en el año 2018, lo que en un futuro no muy lejano llevaría al país a ser netamente importador de GAS.

Como se puede observa en las figura 10 tanto la producción interna como las reservas se van a ir agotando debido a que la demanda/consumo continuará creciendo de manera lineal positiva y sostenida como se observa en la figura 11.

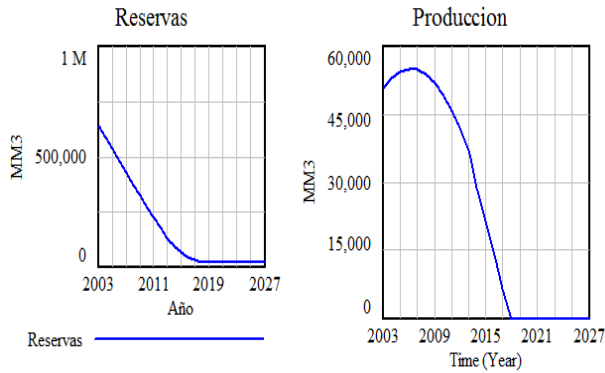


Figura 10: Caso Base – Reservas/Producción

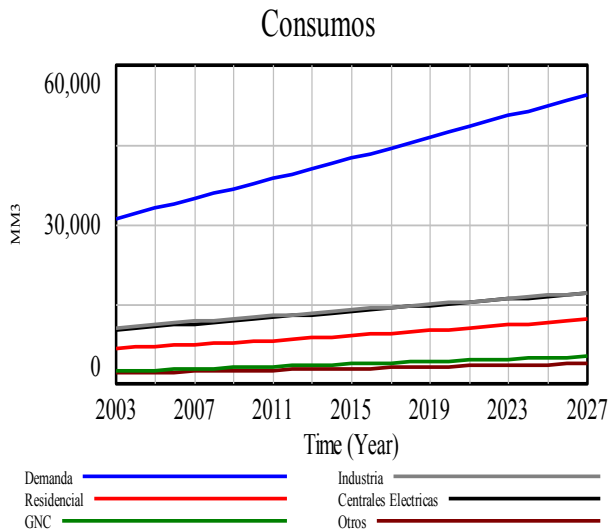


Figura 11: Caso Base – Reservas/Producción

En la figura 12 se puede observar como es la balanza comercial según el caso base, donde vemos que las importaciones crecen mientras que las exportaciones decrecen hasta fijarse en los Millones de M3 acordados por contrato.

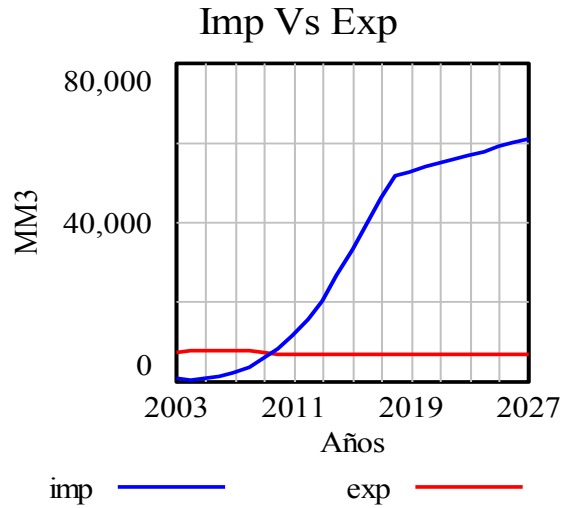


Figura 12: Caso Base – Importaciones Vs Exportaciones

En la Figura 13 podemos observar como la balanza comercial se hace negativa hasta llegar a un déficit de mas de 20.000 millones de dólares pudiendo esto repercutir de manera negativa dentro de la economía de la Republica Argentina.

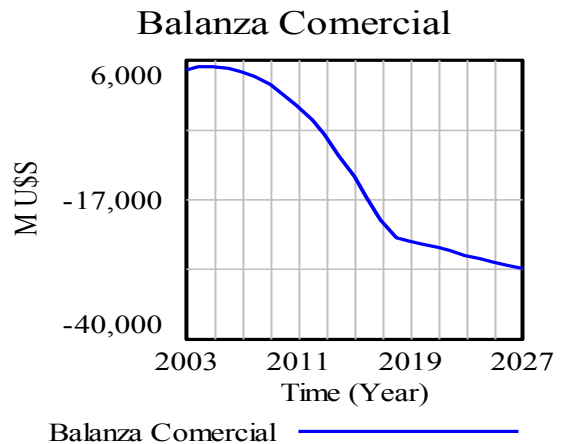


Figura 13: Caso Base – Balanza Comercial

Luego del análisis realizado tanto del proceso como del modelo hemos observado que la principal variable de ajuste del mismo es la **Decisión de inversión** que es con la cual se extiende o no el recurso no renovable que genera el inconveniente y la misma es altamente influenciada por la **Decisión Gubernamental** por lo tanto hemos (para poder buscar una solución al inconveniente observado en el caso base) simular otros escenarios (casos) a analizar por medio de los cuales lleguemos a resultados más favorables.

A continuación se presentan 2 casos que podrían brindar una solución temporal.

4.2. Caso 1, Invertir en Exploración

En esta simulación la Decisión Gubernamental es cargada manualmente en el valor "1", se corre el horizonte de tiempo a la fecha actual (ver figura 14) el mismo indica que la decisión es invertir mas dinero en la Exploración y Explotación de GAS, teniendo en cuenta que si la producción supera el umbral máximo de la capacidad productiva se debe incrementar la misma en un 50%, cabe aclarar, que la demora promedio desde la decisión de explorar hasta la obtención de un pozo probable de producción efectiva es de 2 años y si se modifica la capacidad productiva en un 50% el mismo se vera reflejado luego de 5 Años. La decisión de la inversión debe ser tomada al inicio del año 2013.

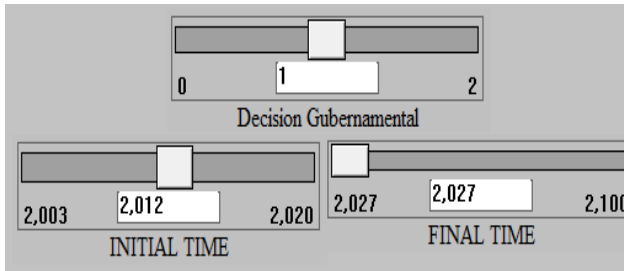


Figura 14: Caso 1 – Variables de Ajustes Configuradas

Como se puede observar en la figura 15 las reservas en vez de agotarse se restablecen y comienzan a crecer debido a que la cantidad de pozos probables en argentina es superior a la que existe actualmente disponible, incluso se observa que la producción comienza a restablecerse a los 2 primeros años cambiando la pendiente luego del 5to años desde la toma de decisión.

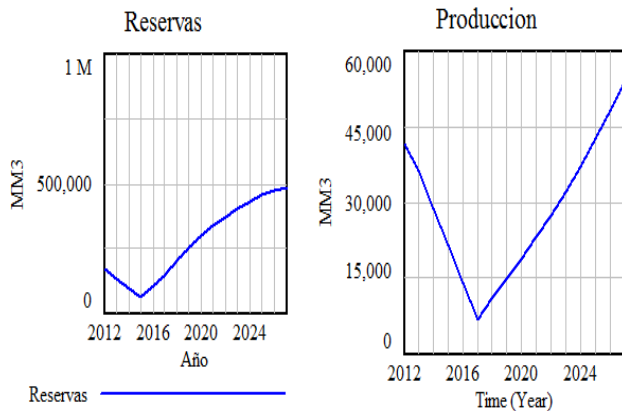


Figura 15: Caso 1 – Comportamiento de las Reservas y Producción

En la figura 16 se puede observar el comportamiento de las importaciones y exportaciones, aquí se puede observar como luego que se hacen efectivas las decisiones

tomadas comienzan a bajar las importaciones de GAS e incluso permite que se vuelva a exportar el mismo nuevamente al exterior.

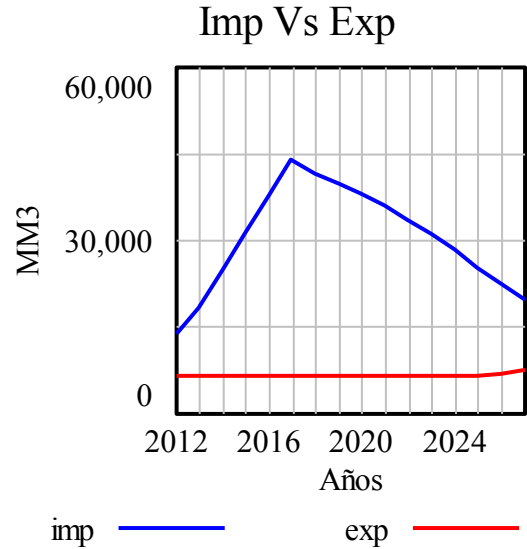


Figura 16: Caso 1 – Importaciones y Exportaciones

En la Figura 16 se observa la balanza comercial como se restablece y se ve creciente, lo que hace pensar que dejaríamos de tener déficit económico para pasar a tener superávit.

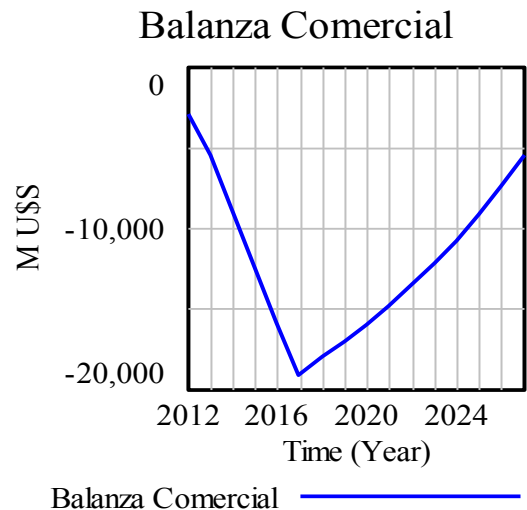


Figura 17: Caso 1 – Balanza Comercial

Luego del análisis favorable, nos interesa cuan perdurable es el mismo por lo que variamos las fronteras de tiempo como se indica en la Figura 18 y observamos que la mejora impulsada por la decesion nos brinda un periodo de tiempo de poco mas de 25 años ya que como se puede observar en la Figura 19 se volverá a la situación de déficit de reservas aproximadamente en el año 2038

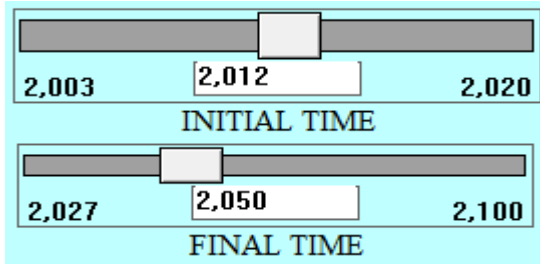


Figura 18: Caso 1 – Reasignación de Valores

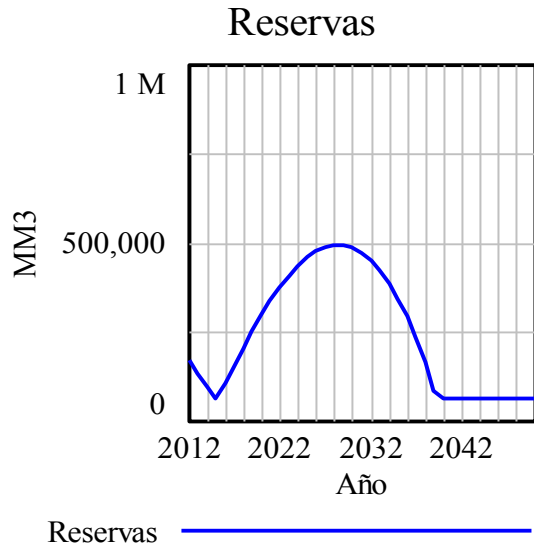


Figura 19: Caso 1 – Reservas proyección a futuro.

4.3. Caso 2, Importar y Reducir la Producción (ahorro de Reservas)

En esta simulación la Decisión Gubernamental es cargada manualmente en el valor "2", se corre el horizonte de tiempo a la fecha actual (ver figura 20) el mismo indica que la decisión es bajar la producción en un 60% e importar la cantidad de Millones de M3 de GAS necesarios para la demanda interna y el cumplimiento de los contratos con el exterior.

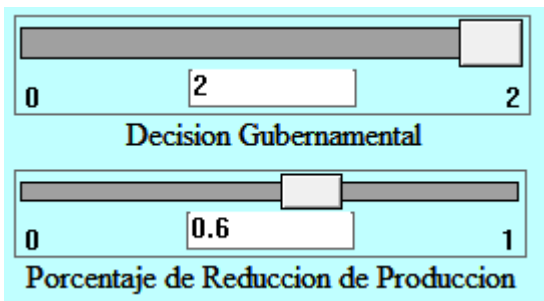


Figura 20: Caso 2 – Variables de Ajustes Configuradas

En la figura 21 se observa que el agotamiento de las reservas se sigue manteniendo pero mas paulatinamente y

es lógico debido a que el flujo que consume a las reservas es menor, pero esta solución solo brinda una ventana de 2 a 5 años de margen para buscar una solución definitiva ya que la producción seguirá en decadencia por la pérdida de presión en los pozos.

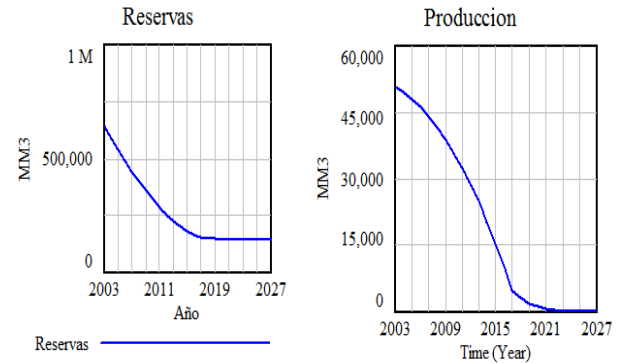


Figura 21: Caso 2 – Comportamiento de las Reservas y Producción

A nivel de importación y exportación se puede ver en la figura 22 como es el crecimiento de las mismas.

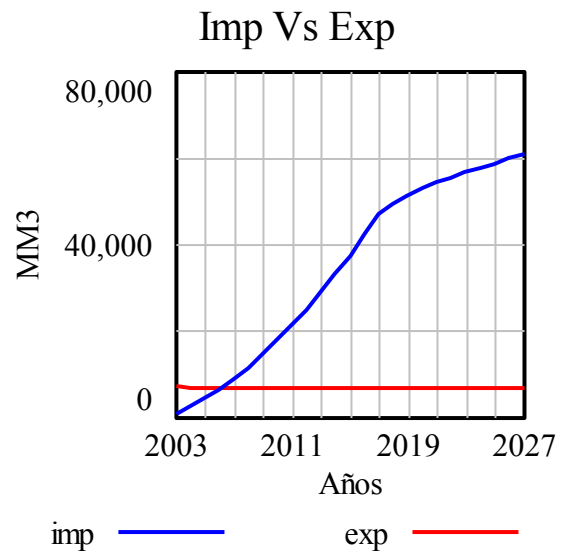


Figura 22: Caso 2 – Comportamiento de las Reservas y Producción

En la figura 23 se observa el comportamiento de la balanza comercial que si bien muestra un déficit elevado es menor al observado en el caso base.

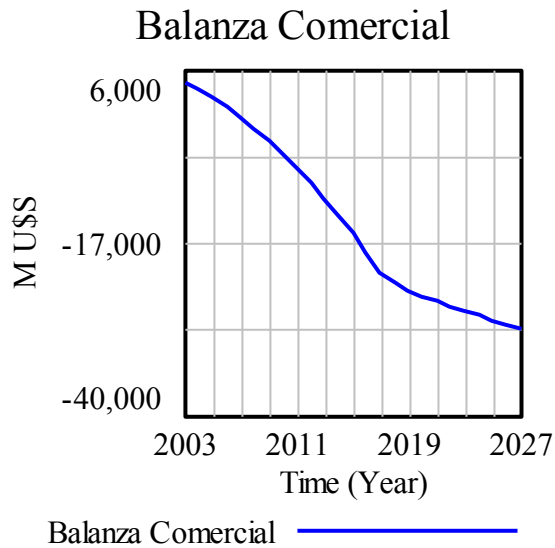


Figura 23: Caso 2 – Balanza Comercial.

5.2 Uso de las herramientas de la Dinámica de Sistemas

La Dinámica de Sistema nos permite abordar el análisis de sistemas complejos con relativa sencillez, pudiendo conocer la estructura de los mismos, pudiendo expresar por medio de modelos matemáticos la realidad, permite predecir lo que va a suceder (obviamente no con un 100% de certeza por los supuestos) en el futuro y entrega las herramientas para que con el ingenio se pueda modificar la estructura del proceso y poder así solucionar o controlar el objeto del problema, cabe aclarar que el mínimo error cometido en las decisiones tomadas podría hacer que no solo no ayude a solucionar problemas, sino que los empeore a un nivel que no imaginábamos.

Se realizó el análisis del tema de referencia con criterio operativo, a los efectos de identificar las variables críticas que condicionan el desempeño de lo observado, con el fin de implementar políticas de gestión eficientes evidenciando sus impactos.

5. CONCLUSIONES

5.1 Ensayo de los casos

De los 3 escenarios ensayados se observa en la figura 24 que el más efectivo o provechoso es el caso 1 (Inversión en Exploración) ya que dispondríamos de 25 años de margen para poder buscar otra solución ya sea temporal o definitiva. Análisis adicionales al trabajo realizado para este documento nos llevan a pensar que el gas no convencional o Shale GAS es una solución a largo plazo ya que según estudios realizados en Estados Unidos colocan a la República Argentina como tercera reserva mundial en este tipo de GAS, por lo que deberían plantearse políticas de inversión para la exploración, extracción y tratamiento de este tipo de GAS.

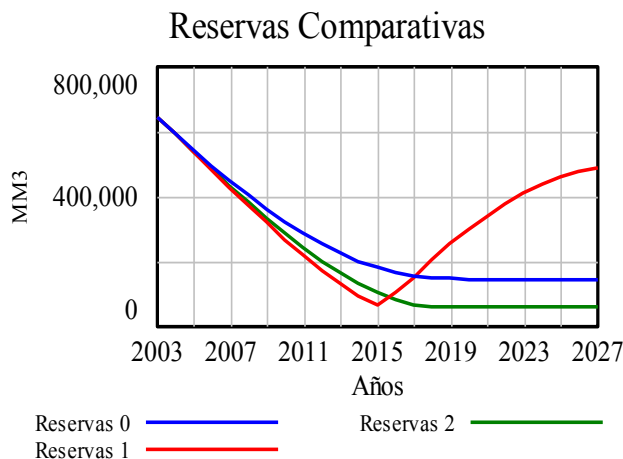


Figura 24: Comparativo

REFERENCIAS

Se han obtenido datos de las siguientes organizaciones:

ENARSA: Energía Argentina Sociedad Anónima (www.enarsa.com.ar)

ENARGAS: Ente Nacional Regulador del Gas (www.enargas.gov.ar)

IAPG: Instituto Argentino del Petróleo y Gas (www.iapg.org.ar)

SECRETARIA DE ENERGIA (www.energia3.mecon.gov.ar)

Documentos Técnicos:

ENERGIA EN ARGENTINA: Evolución reciente, Actualidad y Perspectivas, Diego Mansilla-Guido Perrone, Publicado por CEMOP (Centro de Estudios Económicos y Monitoreo de Políticas Públicas), Agosto 2010.



www.dinamica-de-sistemas.com

Libros

Cursos Online



[Ejercicios](#)



[Curso Básico Intensivo en Dinámica de Sistemas](#)



[Avanzado](#)



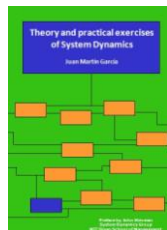
[Curso Superior en creación de modelos de simulación](#)



[Conceptos](#)



[Modelos de simulación en ecología y medioambiente](#)



[English](#)



[Planificación de empresas con modelos de simulación](#)



[Português](#)



[System Thinking aplicado al Project Management](#)