Un modelo logístico para la producción petrolera ecuatoriana
26 de agosto, 2009
por Diego Mantilla

Resumen:
Las propiedades del sistema de producción petrolera fueron establecidas por M. King Hubbert (1949, 1959). Considerando estas propiedades, se puede modelar la producción petrolera acumulada del Ecuador con una curva logística. Comparando los datos con el modelo logístico de la producción acumulada, se puede afirmar que la producción petrolera anual ecuatoriana está en su pico. Es importante considerar esto debido a la enorme importancia del consumo y exportación de petróleo para la economía ecuatoriana.

1. Introducción

En el Oriente ecuatoriano se ha estado extrayendo petróleo por más de 40 años (Petroecuador 2004:21). Todas las regiones petroleras maduras eventualmente llegan a un pico de su producción anual y descienden. Ecuador es una región madura. Sin embargo, aun en círculos educados, existe el mito de que la producción anual puede crecer o mantenerse estable indefinidamente. Varios autores han propuesto modelos logísticos para la producción acumulada que muestran un pico inminente de la producción anual (Campbell y Heapes 2008; Laherrère 2008).

Este trabajo no es un modelo nuevo u original. Simplemente se basa en los trabajos anteriores y en principios físicos establecidos décadas atrás.

2. Las propiedades del sistema de producción petrolera

Haciendo una abstracción, se puede considerar a la producción petrolera de una región dada como un sistema en el que actúan dos partes principales: los seres humanos y los campos petroleros. Las propiedades de este sistema pueden ser descritas con relaciones matemáticas que definen el modelo.

Primero, el petróleo es un combustible fósil, y los combustibles fósiles son recursos finitos generados hace millones de años. Se puede considerar a los combustibles fósiles como una fuente limitada de energía. Hubbert (1949) explica:

"[Los combustibles fósiles] representan una acumulación de más de 500 millones de años de tiempo geológico, y cualquier acumulación adicional que pueda darse durante los próximos 10.000 años es insignificante. Cuando estos combustibles se queman, su contenido material permanece en la tierra en una forma relativamente inutilizable, pero la energía preciosa, después de pasar por una serie de degradaciones, finalmente sale de la tierra como radiación gastada de longitud de onda larga y baja temperatura. Por consiguiente, se trata de una bodega fija de energía, de la cual estamos extrayendo a una tasa fenomenal. La cantidad que queda en un momento dado es igual a la cantidad presente inicialmente menos aquella que ya ha sido consumida".

La cantidad que queda en un momento dado se conoce como reservas.

Esta propiedad se puede expresar en una ecuación,

$R = U - Q$,

donde R es reservas, U la cantidad de petróleo que existía inicialmente y Q la producción acumulada en un momento dado.

Segundo, la producción acumulada puede ser modelada con una curva logística. Hubbert (1959) explica por que

es válido aplicar la curva logística a la producción petrolera:

“La cantidad [de petróleo] presente inicialmente era de una magnitud finita, y la producción acumulada total final puede aproximarse a, pero nunca exceder, esa cantidad inicial. Por consiguiente, si trazamos una curva de la producción acumulada para cualquier área dada, esta curva comenzará de cero con una pendiente muy leve, por la baja tasa de producción inicial, y luego subirá más o menos exponencialmente antes de nivelarse asintóticamente en una cantidad total final”.

La curva descrita por Hubbert en la cita anterior se conoce como curva logística. Esta curva se puede expresar en una ecuación (SPSS 2005:483),

$$Q = \frac{1}{\frac{1}{U} + ab^t},$$

donde Q es la producción acumulada, a y b son valores constantes, U la cantidad total final acumulada que será producida, es decir, la cantidad presente inicialmente antes de que comenzará la producción petrolera y t el tiempo expresado en años.

3. Un modelo para el Ecuador

Para aplicar este modelo al Ecuador, el problema consiste esencialmente en encontrar el valor de U a priori (Hubbert 1959). Una vez que el valor de U ha sido hallado, el problema se reduce a una simple sustitución en una hoja de cálculo. Si es que en una región se ha estado produciendo petróleo por largo tiempo, como es el caso en el Ecuador, un valor aproximado de U puede ser hallado con un método usado en la industria petrolera, conocido en inglés como “creaming curve” (Meisner y Demirmen 1981). Este método consiste en plotear una curva con el número de pozos exploratorios en la abcisa y la cantidad acumulada de petróleo descubierta en la ordenada. Usando este método, Laherrère (2008) dio un estimado confiable de U para el Ecuador, 9 mil millones de barriles (9 Gb) de petróleo, y obtuvo un modelo logístico para la producción acumulada ecuatoriana. Similarmente, Campbell y Heapes (2008:231) obtuvieron un modelo prácticamente idéntico, con el mismo valor de U.

Sustituyendo 9 Gb en lugar de U en la ecuación anterior y encontrando los valores de las constantes a y b en una hoja de cálculo, se obtiene un modelo logístico para la producción petrolera acumulada del Ecuador. Tomando los datos de BP (2008) y Petroecuador (2004:36-37), se puede comparar al modelo logístico con los datos históricos de la producción petrolera acumulada del Ecuador desde 1960 hasta el 2007 (Figura 1).

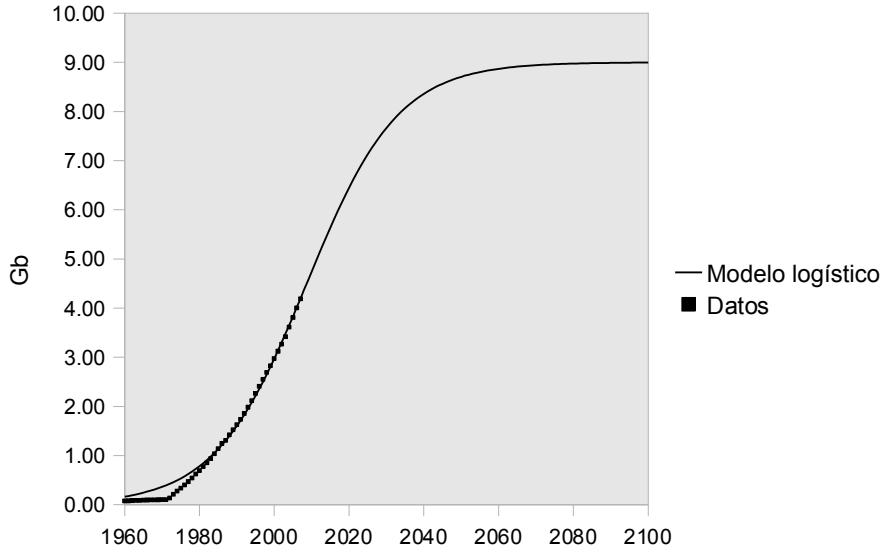

Figura 1. Producción acumulada de petróleo del Ecuador, 1960-2007, comparada a un modelo logístico.

4. Discusión

La figura anterior indica que, prácticamente, la producción anual de petróleo del Ecuador está en su pico, puesto que, según el modelo logístico, la producción anual llega a su pico cuando Q es igual a la mitad de U. El Ecuador hasta el 2007 había producido un acumulado de 4,2 Gb, es decir, prácticamente la mitad de U, 9 Gb. Se puede esperar que la producción petrolera anual del Ecuador descienda inexorablemente. Es importante mencionar que, en el pasado, en otras áreas el pico de la producción petrolera ocurrió independientemente de la política nacional. Así, tanto la producción petrolera de los Estados Unidos como la de la Unión Soviética pasaron sus picos respectivos (Reynolds y Kolodziej 2008; Simmons 2005:45). Por lo tanto las esperanzas de que el accionar político pueda evitar el pico son inexistentes. Las esperanzas de que pueda postergar el pico por largo tiempo son muy pocas. Los gobiernos no controlan la geología de la tierra. Sacando la primera derivada del modelo logístico para la producción acumulada, se puede trazar un modelo para la producción anual del Ecuador y compararlo a los datos respectivos (Figura 2).

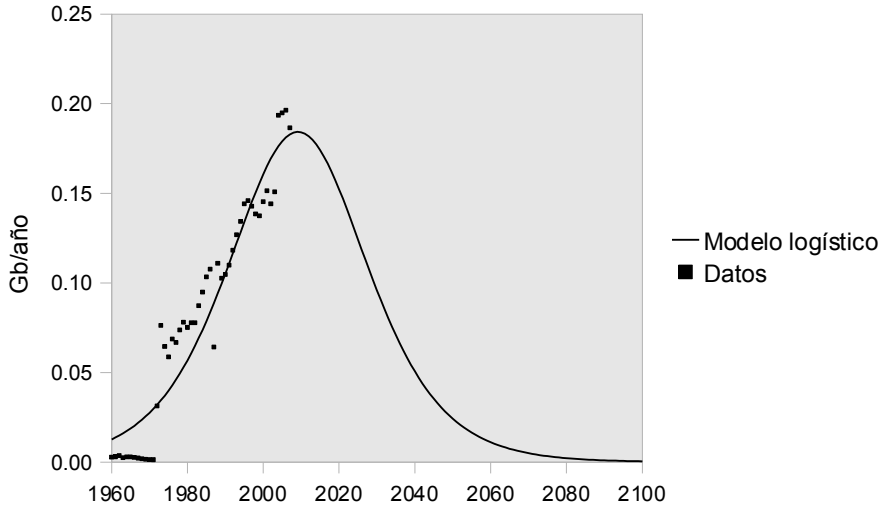

Figura 2. Producción anual de petróleo del Ecuador, 1960-2007, comparada a la primera derivada de un modelo logístico.

Es indudable que el descenso de la producción anual traerá consigo enormes cambios. Si bien el descenso no amenaza inmediatamente al consumo interno, puesto que el Ecuador solo consume alrededor de la tercera parte del petróleo que produce (BP 2008), las exportaciones se ven inmediatamente amenazadas. Se puede esperar un descenso sustancial de las exportaciones petroleras en los próximos años. Eventualmente, sin embargo, la caída de la producción afectará al consumo interno; eso, a su vez, frenará la economía ecuatoriana, puesto que hay una relación directa entre el consumo energético y la actividad económica. Entre el 50 y el 75 por ciento del PIB depende de la energía consumida en una economía (Hall, Lindenberger, Kümmel, Kroeger y Eichhorn 2001; Laherrère 2009:39). Aún hay tiempo para tomar medidas paliativas. Aun si estas no fuesen posibles en el ámbito político nacional, ciertamente siempre lo han sido en el ámbito político personal. Un cambio en el estilo de vida parece ser un rumbo de acción muy lógico. Es mera coincidencia que el pico petrolero del Ecuador ocurra simultáneamente con el pico petrolero mundial. Un serio análisis indica que la producción petrolera mundial puede comenzar a descender entre el 2012 y el 2027 (Laherrère y Wingert 2008). Chomsky (2005:33-34), refiriéndose al pico petrolero mundial, habla de un cambio paradigmático hacia una sociedad diferente: "Podemos examinar recursos energéticos alternativos y un cambio en el estilo de vida, lo cual no es necesariamente dañino. No hay nada grandioso acerca de poder sentarse en un embotellamiento en New York en un Hummer. Ese no es el pico de la existencia".

5. Referencias

BP, 2008, Statistical review of world energy.
http://www.bp.com/productlanding.do?categoryId=6929&contentId=7044622

Campbell, Colin y Siobhan Heapes, 2008, An atlas of oil and gas depletion, Jeremy Mills Publishing, Huddersfield, Inglaterra.

Chomsky, Noam, 2005, What we say goes: conversations on U.S. power in a changing world, Metropolitan Books, New York.

Hall, Charles, Dietmar Lindenberger, Reiner Kümmel, Timm Kroeger y Wolfgang Eichhorn, 2001, "The need to reintegrate the natural sciences with economics", BioScience, volúmen 51, número 8, pags. 663-673.

Hubbert, M. King, 1949, "Energy from fossil fuels", Science, volúmen 109, pags. 103-109.

----------, 1959, "Techniques of prediction with application to the petroleum industry", trabajo presentado en la 44ta. reunión anual de la Asociación de Geólogos Petroleros, Dallas, Texas, 19 de marzo de 1959.
http://www.hubbertpeak.com/hubbert/TechniquesOfPrediction.pdf

Laherrère, Jean, 2008, "Pronóstico de la producción y el consumo de petróleo en Ecuador", Crisis Energética.
http://www.crisisenergetica.org/article.php?story=20090117113412245

----------, 2009, "Oil peak or oil plateau?", trabajo presentado en el St Andrews Economic Forum, St Andrews University, St Andrews, Escocia, 2 de mayo del 2009.
http://aspofrance.viabloga.com/files/JL_StAndrews2may2009.pdf

Laherrère, Jean y Jean-Luc Wingert, 2008, "Forecast of liquids production assuming strong economic constraints", trabajo presentado en la 7ma. conferencia anual de la Asociación para el Estudio del Pico Petrolero (ASPO), Barcelona, España, 20 de octubre del 2008.
http://aspofrance.viabloga.com/files/ASPO7_2008_Laherrere_Wingert.pdf

Meisner, J. y F. Demirmen, 1981, "The creaming method: a Bayesian procedure to forecast future oil and gas discoveries in mature exploration provinces", Journal of the Royal Statistical Society, volúmen 144, número 1,

pags. 1-31.

Petroecuador, 2004, El petróleo en el Ecuador: su historia y su importancia en la economía nacional. http://www.petroecuador.com.ec/idc/groups/public/documents/peh_docsusogeneral/002282.pdf

Reynolds, Douglas B. y Marek Kolodziej, 2008, "Former Soviet Union oil production and GDP decline: Granger causality and the multi-cycle Hubbert curve", Energy Economics, volúmen 30, pags. 271-289.

Simmons, Matthew R., 2005, Twilight in the desert: the coming Saudi oil shock and the world economy, Wiley, Hoboken, New Jersey.

SPSS, 2005, Manual del usuario de SPSS Base 14.0. http://support.spss.com/ProductsExt/SPSS/Documentation/SPSSforWindows/Spanish/SPSS%20Base%20Users%20Guide%2014.0.pdf