

Un modelo de estimación de la probabilidad de una recesión para Puerto Rico

José I. Alameda*

Extracto

En este artículo se usa el método ideado por estos economistas Arturo Estrella y Frederick Mishkin para estimar la probabilidad de una recesión, pero se aplica a la economía de Puerto Rico. El estimado se realiza para un horizonte de once meses próximos a una fecha histórica dada y mediante la información de las recesiones en Puerto Rico. Estas últimas se determinaron mediante el uso del *Índice de Actividad Económica* de la Junta de Planificación, desde enero de 1971 hasta junio del 2005. Las cuatro recesiones reconocidas y analizadas en este estudio son: 1974-75; 1980-82; 1990-91 y 2001-02.

La probabilidad de una recesión para Puerto Rico resultó ser un indicador adelantado de las recesiones acaecidas desde enero 1971. Una vez computada la probabilidad se evaluó la capacidad histórica de pronóstico y se llega a la conclusión que la misma llega o sobrepasa la marca crítica de un 50% para las cuatro recesiones mencionadas, en un promedio de 11 meses antes del punto máximo que demarca el comienzo de la recesión. De igual manera, esta probabilidad logra pronosticar, con cierto margen estadístico de error, la duración de una recesión.

Examinando la información más reciente desde enero del 2005 a septiembre del 2006 y las proyecciones entre octubre del 2006 a febrero del 2007, se observa un aumento de la $Pr(R-11)$ desde principios del 2006. La proyección para el cuarto trimestre del 2006 llega a un promedio de $Pr(R-11)$ de 71 % y para los dos primeros meses del 2007 a 74%.

En resumen, tenemos que concluir que esta probabilidad nos permite pronosticar una recesión para los próximos once meses y, además, su duración probable. Claro está, las relaciones económicas no se materializan en un plano estático y sí dinámico, por lo que sugerimos la más amplia atención al desempeño de este instrumento como uno experimental y que requerirá de la evaluación ulterior para así probar su idoneidad final como un medio institucional de análisis económico.

1. Introducción

La predicción de los eventos económicos siempre ha sido uno de los mayores retos para los científicos sociales, en especial para los economistas, los cuales han intentado pronosticar los precios de las materias primas, las acciones, entre otros fenómenos económicos. Uno de esos eventos que siempre ha sido objeto de investigación empírica con el propósito de pronosticar su presencia ha sido las recesiones. Siendo las recesiones fenómenos únicos dentro de cada ciclo económico, los economistas han tratado de desarrollar indicadores o modelos estadísticos para sus pronósticos.

* Catedrático de Economía, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez.

Para la década de los 1950, surgen los primeros intentos serios de la creación de varios instrumentos de medición del ciclo económico y de pronóstico de los puntos de inflexión (“*turning points*”). Los mismos se realizaron por medio de la confección de tres tipos de indicadores: el Índice Coincidente, el Índice Líder (“*Leading Indicator*”), y el Índice Rezagado (“*Lagging Indicator*”). Estos fueron desarrollados por el *U.S. Department of Commerce*, y publicados en el *Survey of Current Business* y en el *Handbook of Business Cycles*. Una mención obligada en este momento debe caer sobre la figura del economista Geoffrey Moore, el cual es considerado como el “padre” de estos indicadores cíclicos. Estos indicadores son compuestos de varios índices o medidores de la actividad económica, pero agrupados por aquellos que coincidían con el ciclo; otros que se adelantaban a los puntos de inflexión, y por último, aquellos que se rezagan a estos puntos mencionados. A esta tradición se incluye la institución del Conference Board, la cual computa indicadores similares para las economías industrializadas.

Desde la década de los 1980, pero con más énfasis en los 1990, un grupo de economistas desarrollaron varios modelos de pronóstico de las recesiones, pero por medio de lo que llamaron *la probabilidad de una recesión*. El trabajo pionero del mismo fue desarrollado por Salih Neftci (1982) usando un modelo de probabilidad secuencial no-lineal de un indicador coincidente. A estos esfuerzos se unieron Diebold y Rudebusch (1989) que proveyeron un método de inferencia de la verosimilitud de una recesión inminente.

Sin embargo, en la década de los 1990 hubo un auge significativo no tanto en cantidad sino en la calidad de la medición, sin menospreciar los esfuerzos previos. El trabajo de los economistas James Stock and Mark Watson para el *National Bureau of Economic Research (NBER)*, institución que tiene tradición centenaria en investigaciones asociadas a las series de tiempo y la determinación de las fechas de referencia de los ciclos económicos en Estados Unidos. Estos economistas, por medio de un modelo econométrico sofisticado, crearon no sólo la probabilidad de un recesión dentro de unos seis meses (“*six months ahead*”), sino también, incluyeron una similar con variables monetarias. A principios del 2001, Stock y Watson incorporaron un índice de recesión contemporáneo. Otro estudio a principio de los 1990 fue presentado por el economista James Hamilton de la Universidad de California en San Diego pero usando la técnica estadística de *Markov-Switching*.

De otra parte, los economistas del Banco de Reserva de Nueva York, Arturo Estrella y Frederick Mishkin, a mediados de los 1990, fueron los pioneros en introducir la curva de rendimiento en la estimación de la probabilidad de una recesión, esta vez, por medio de un modelo Probit. El modelo de estimación de la probabilidad de Estrella y Mishkin, ha tenido una buena aceptación por parte de la comunidad académica tanto por su base metodológica de estimación—el modelo binario Probit—como por la disponibilidad de las estadísticas que miden el nivel de actividad económica y financiera—la curva de rendimiento, los indicadores de la bolsa de valores, la oferta monetaria, entre otros.

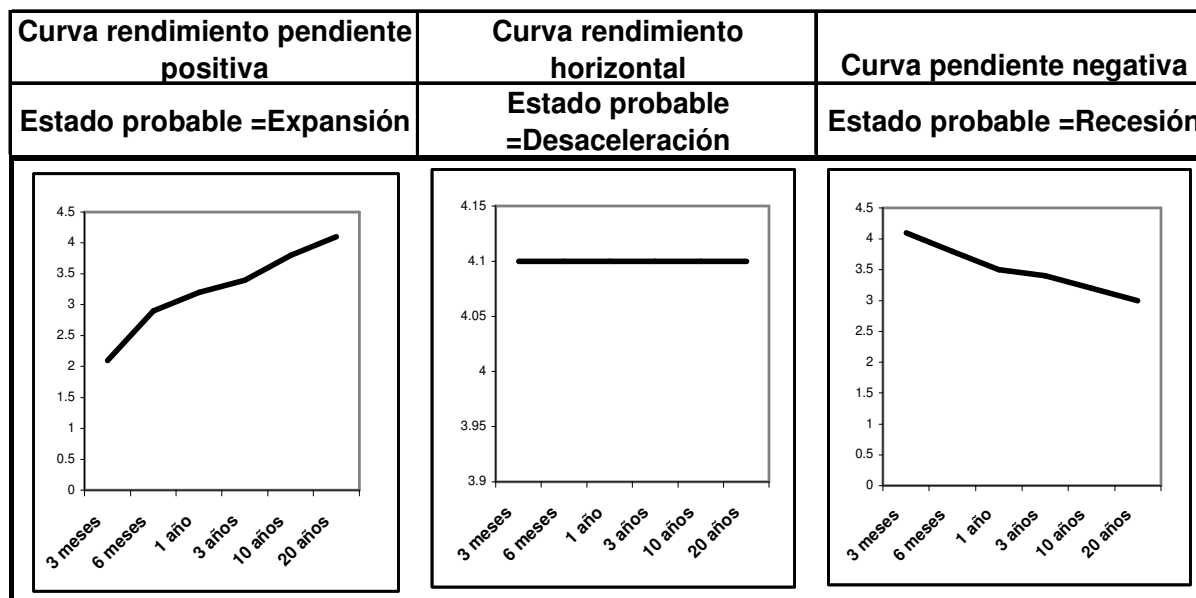
Siguiendo a Estrella y Mishkin, el pronóstico de una recesión en Estados Unidos se asocia primordialmente a la pendiente de la curva de rendimientos (“yield curve”). La curva de rendimiento, entonces, pasa a ser no sólo un instrumento útil para evaluar el estado de la economía, pero a su vez, es uno ampliamente conocido en el mundo de las finanzas pues asocia las tasas de rendimiento de los valores de corto con aquellos de un vencimiento temporal mayor. Una curva de rendimiento con pendiente positiva, por ejemplo, implica que las tasas de corto plazo son inferiores a aquellas del largo plazo¹.

En el esquema 1 se muestra la estructura de la curva de rendimiento y el estado probable del ciclo económico. Por lo regular, las economías que se encuentran en expansión exhiben una curva de rendimiento con pendiente positiva. Sin embargo, una vez la economía comienza a desacelerarse, la curva de rendimiento tiende a convertirse en horizontal. Esto es, las tasas del corto plazo comienzan a subir y así, igualarse a aquellas del largo plazo. Si por el contrario, la economía se encuentra en recesión, la curva de rendimiento exhibe pendiente negativa, lo que implica que las tasas de corto plazo superan a aquellas del largo plazo. Muchos economistas han propuestos modelos teóricos para explicar las causas de esta asociación, pero en este artículo obviaremos la discusión al respecto. Sugerimos al lector interesado consultar libros de moneda y banca especializados al respecto.

En este trabajo aplicamos el modelo de estimación de Estrella-Mishkin para estimar la probabilidad de una recesión para la economía de Puerto Rico. Puesto que Puerto Rico posee una economía ampliamente integrada a la de Estados Unidos, postulamos que el ciclo económico de la última se habrá de sentir en la nuestra, aunque con las diferencias regionales inherentes al estado de la estructura productiva y tecnológica de la economía de Puerto Rico en un momento histórico dado. Puesto que la economía de Puerto Rico se integra al sistema financiero de Estados Unidos, las condiciones particulares de las tasas de interés y la política monetaria, serán condicionantes de las ejecutorias de la economía local. Siendo la economía de Puerto Rico una de carácter regional, podemos postular que la determinación del ciclo económico local es un fenómeno asociado a los precios de los insumos, flujos de capital, tecnología, mano de obra y el mercado de dinero de los Estados Unidos.

¹ Por lo regular, la curva de rendimientos es realizada utilizando los valores o instrumentos del Tesoro Federal de Estados Unidos. Técnicamente, los valores del Tesoro que vencen entre uno a diez años se conocen como Notas del Tesoro; sobre diez años se conocen como Bonos. Aquellos de menos de un año de vencimiento se conocen como “Bills”.

Esquema 1 Curva de rendimiento y estado probable del ciclo



2. Las recesiones en Puerto Rico y Estados Unidos

A. ¿Que es una recesión?

El organismo conocido como *Business Cycle Dating Committee (BCDC)*, adscrito al *National Bureau of Economic Research (NBER)*, tiene como propósito primordial estudiar y demarcar la cronología histórica de los ciclos económicos de la economía de Estados Unidos. La determinación de las fechas de referencias incluye aquellas desde el Siglo XX, pero en este artículo habremos de enfatizar aquellas desde la Segunda Guerra Mundial en adelante.

EL BCDC, para determinar el inicio de una recesión, no necesariamente sigue las caídas del producto interno bruto real (PIBr). Muchos aducen que como regla general, una recesión es cuando la actividad económica, medida por el PIBr, cae por seis meses o más corridos. El BCDC puede reconocer la presencia de una recesión usando indicadores estadísticos diferentes al PIBr. De hecho, la regla general citada, no es el criterio básico que media en tal declaración. La definición acuñada por el organismo para la declaración de una recesión en Estados Unidos es general y señala lo siguiente;

“..... a significant decline in activity spread across the economy, lasting more than few months, visible in industrial production, employment, real income, and wholesale-retail trade.”²

² Ver “The Business-Cycle Peak of March 2001”, BCDC, NBER; November 26, 2001. Ver <http://www.nber.org/>

El BCDC examina otros indicadores macroeconómicos para tal determinación--tales como la producción industrial, el empleo, ingreso real menos transferencias y las ventas al detal. Por último es vital reconocer que los economistas expertos en ciclos económicos reconocen que cada recesión tiene su idiosincrasia, esto es, tiene su dinámica propia y única. Por lo tanto, no hay tal cosa como dos recesiones iguales.

En un estudio realizado por este autor, se encuentra evidencia de la existencia de un cuadro un tanto diferente a lo que expresa la sabiduría popular. Según ésta, la economía de Puerto Rico tiene una cronología de referencia al ciclo económico igual a Estados Unidos, y además se propone “*si la economía de Estados Unidos tiene catarro, la de Puerto Rico tiene pulmonía*”. Sin embargo, esta proposición es históricamente incorrecta. Como cuestión de hecho, los mismos estados de la unión americana pueden y tienen tanto cronologías del ciclo económico como características muy diferentes a la economía de esta nación, e incluso se presentan diferencias entre cada uno de los cincuenta estados³.

La Tabla 1 presenta las diversas fechas de referencias con respecto a Estados Unidos, desde la Segunda Guerra Mundial hasta el presente. La economía estadounidense ha experimentado diez recesiones, cuyo promedio ha sido diez meses. Las recesiones más prolongadas ocurrieron entre 1973 y 1975 y entre 1981 y 1982, con una duración de 16 meses. Estas mismas se asociaron a los aumentos significativos en el costo del petróleo crudo, aunque no fueron necesariamente su único factor causal. Las recesiones más recientes, 1990-1991 y el 2001 se asociaron con los eventos de la Guerra del Golfo Pérsico en 1991 y al ataque terrorista del 11 de septiembre, respectivamente, aunque no fueron causas.

³ Véase Crone T., “New Indexes Track the State of the States” en **Business Review**, Federal Reserve Bank of Philadelphia, enero/febrero, 1994.

Tabla 1
Cronología de fechas de referencia para recesiones de Estados Unidos: 1945 a 2005

Punto máximo (“Peak”)	Punto mínimo (“Trough”)	Duración (meses)
Febrero 1945	Octubre 1945	8
Noviembre 1948	Octubre 1949	11
Julio 1953	Mayo 1954	10
Agosto 1957	Abril 1958	8
Abril 1960	Febrero 1961	10
Diciembre 1969	Noviembre 1970	11
Noviembre 1973	Marzo 1975	16
Enero 1980	Julio 1980	6
Julio 1981	Noviembre 1982	16
Julio 1990	Marzo 1991	8
Marzo 2001	Noviembre 2001	8
Promedio		10
Mediana		10
Desviación típica		3.25

Fuente: <http://www.nber.org/>

En la Tabla 2 se presenta la cronología de los ciclos en la economía de Puerto Rico. Las fechas de referencia fueron seleccionadas por medio del *Índice de Actividad Económica* (IAEJP) realizado por el Programa de Planificación Económica y Social de la Junta de Planificación. El mismo está compuesto de ocho series; a saber, empleo total, índice de manufactura, índice de comercio exterior, índice de turismo, ventas al detal, producción de energía eléctrica, índice de construcción y vehículos de motor.

Siguiendo la trayectoria temporal de este *IAEJP*, se establecieron los puntos de inflexión de esta serie histórica. Como este autor ha expresado en varios artículos anteriores⁴, durante los años 1950 y 1960, la economía local no experimentó la presencia de recesiones pues no hubo reducciones en la producción agregada aunque el crecimiento del Producto Bruto real se desaceleró. Esto es evidencia de que sí pudieron haber existido ciertos sectores industriales asociados a la exportación, que experimentaron algún tipo de efecto adverso de las recesiones de Estados Unidos para ese mismo periodo, pero sin consecuencias agregadas. Este argumento se corrobora con el estudio del economista Werner Baer (1962), el cual establece dos factores explicativos para tal comportamiento⁵.

⁴ Alameda, José and Arthur J. Mann. 1983. "Puerto Rico's Regional Economy and the U.S. Business Cycles: 1961-1989," Unidad de Investigaciones Económicas, U.P.R en Río Piedras.; and Alameda, José I. "Impacto de los Ciclos Económicos de los Estados Unidos en la Economía de Puerto Rico" in *El Desarrollo Socio-Económico de Puerto Rico*, (editor R. Duncan) Caribbean Institute and Study Center for Latin America (CISCLA), VIA, San Germán, 1979.

⁵ Baer, Werner. 1962. *The Puerto Rican Economy and United States Economic Fluctuations*. Editorial Rvmbos, Barcelona.

En primer lugar, la rápida expansión y establecimiento de plantas manufactureras norteamericanas en la Isla, hacía que las exportaciones y el empleo manufacturero sufrieran muy poco o casi nada durante esta fase recesiva de la economía norteamericana.

En segundo lugar, en dicho período la estructura de las exportaciones de Puerto Rico se orientaba hacia los productos agrícolas y no hacia aquellos del sector de la manufactura. Las exportaciones de productos agrícolas tienden a fluctuar menos en el ciclo que aquellas de manufactura, esto es son relativamente inelásticas con respecto al ingreso, y no así, la manufactura.

Tabla 2
Cronología de fechas de referencia para recesiones de Puerto Rico
Desde 1971 hasta 2005

Punto máximo ("Peak")	Punto mínimo ("Trough")	Duración (meses)
Enero 1974	Junio 1975	17
Marzo 1980	Noviembre 1982	36
Septiembre 1990	Abril 1991	7
Enero 2001	Febrero 2002	13
Promedio		18.25
Mediana		15.00
Desviación típica		12.53

Fuente: <http://www.jp.gobierno.pr/>, Junta de Planificación. La determinación de las fechas de referencia es del autor

En la Tabla 2 se nota que el promedio de duración de las recesiones en Puerto Rico es 18 meses mientras que en Estados Unidos, para este mismo período de tiempo, es 11 meses. Esto se explica por la larga duración de la recesión entre marzo del 1980 y noviembre de 1982, de 36 meses. En Estados Unidos, el NBER apunta sobre la existencia de dos recesiones durante este período; 1980 y 1981-82.

En la Tabla 3 se compara los puntos de inicio de las recesiones presentadas y se nota que en la mayoría de veces, la economía de E.U. "marca el paso" o se adelanta en unos tres meses a punto alto de la economía local. En sólo la recesión del 2001, la economía local se adelantó por unos dos meses a la norteamericana.

Tabla 3**Determinación del adelanto y atraso de los ciclos de E.U. frente a Puerto Rico**

Punto máximo E.U.	Punto máximo P.R.	Posición de P.R. Adelanto (+); Rezago (-)
noviembre 1973	enero 1974	-3
enero 1980	marzo 1980	-2
julio 1981	NA	NA
julio 1990	septiembre 1990	-2
marzo 2001	enero 2001	+2

Fuente: Ver Tabla 1 y Tabla 2 de este estudio

4. La curva de rendimiento y las recesiones

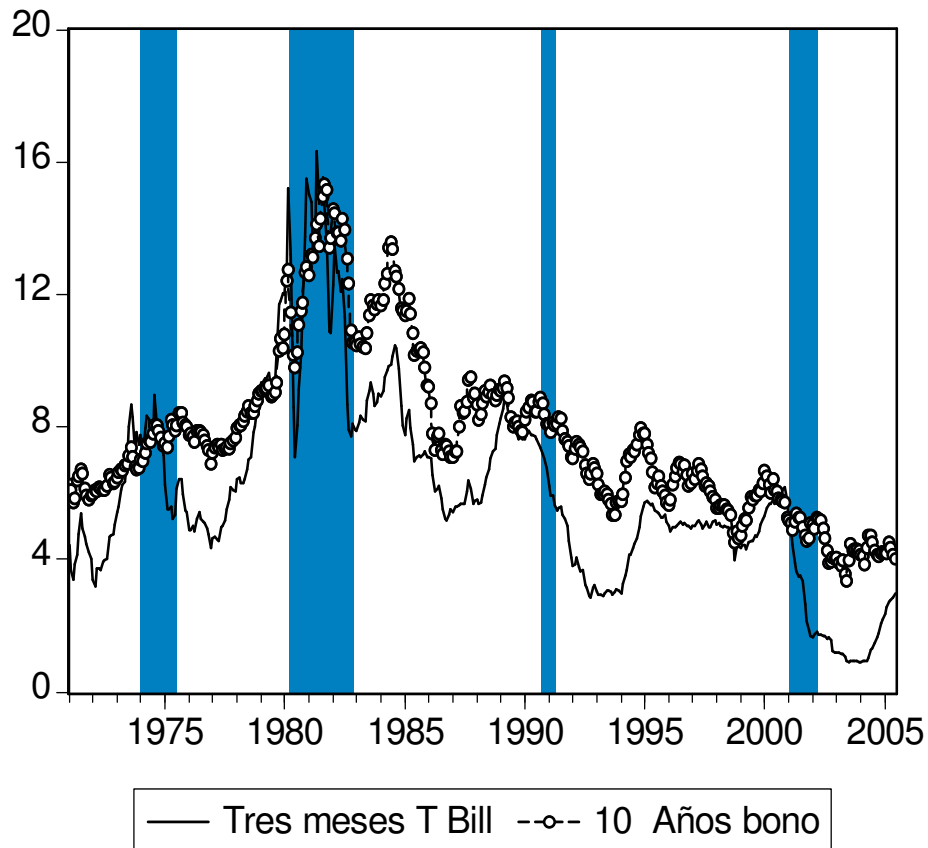
La teoría de la curva de rendimiento como pronosticador de las recesiones, propone que la pendiente de la misma este asociada a la parte de ciclo en donde se aproxima al punto máximo de un período de recesión. Claro está, la determinación del inicio de una recesión se realiza con cierto nivel de adelanto al punto máximo del ciclo, en específico, en unos doce meses, aproximadamente. Esto es, si la curva de rendimiento se torna horizontal (“flat”), lo cual es indicativo de que las tasas de interes de corto plazo igualan aquellas del largo plazo, entonces, hay un peligro inminente de una recesión, y por ende, la probabilidad se acerca a uno. Según el economista Arturo Estrella (2005), este modelo ha logrado pronosticar con precisión certera todas las seis recesiones acaecidas en la economía de Estados Unidos desde la década de los sesenta.

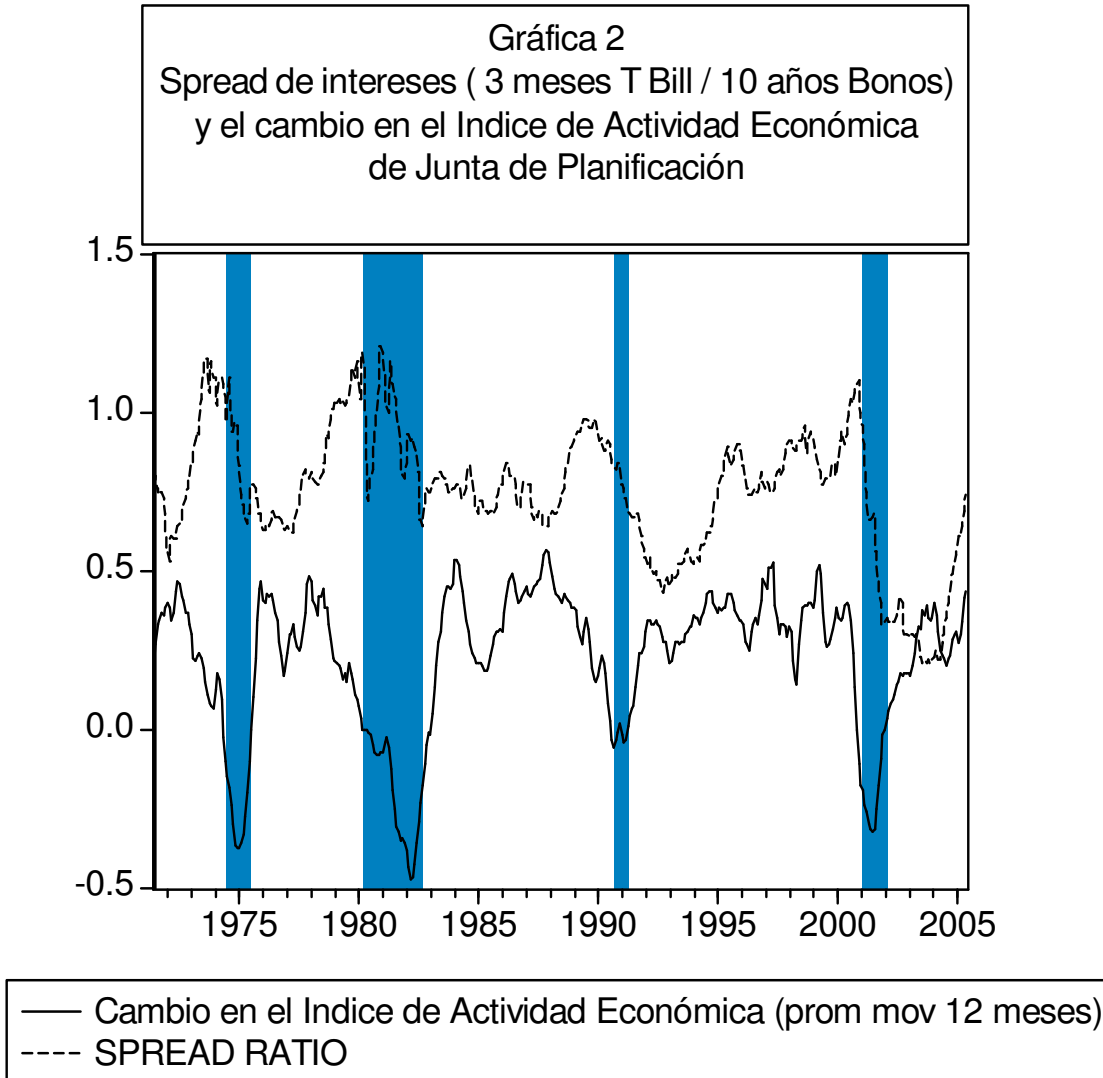
Para este artículo, la diferencia o “*Spread ratio*” se analiza utilizando la tasa de rendimiento de los “Treasury Bill” de un vencimiento de tres meses (Three-Months Treasury Constant Maturity Rate), versus aquella de los bonos del Tesoro con vencimiento de diez años (“10-Year Treasury Constant Maturity Rate”). La información de las tasas de de rendimiento proviene del Web-Site del Banco de Reserva Federal de San Luis, Misuri. Se considera la razón entre el *Bill* del Tesoro Federal de tres meses (numerador) versus el Bono del Tesoro de diez años (denominador). A esta razón la llamaremos “*Spread ratio*”. Por lo tanto, proponemos la siguiente asociación entre la pendiente de la curva de rendimiento y el “*Spread ratio*”:

Si el “ <i>Spread ratio</i> ” es:	La pendiente de la curva es:
< 1	Positiva
= 1	Horizontal, igual a cero
> 1	Negativa

En la Gráfica 1 se presenta el comportamiento de las tasas de interés mencionadas desde enero de 1971 hasta el junio del 2005. La demarcaciones (franjitas) verticales se hacen usando las fechas de referencias de las recesiones en Puerto Rico y no aquellas de Estados Unidos. Como se observa, en la medida que se acerca a la fecha de referencia del punto máximo (“*peak*”), la tasa de rendimiento del corto plazo tiende a igualarse a aquella del largo plazo. En la Gráfica 2 se presenta la razón entre el *Bill* de tres meses y el Bono de diez años, llamada “*Spread*”. Obviamente, una razón igual a uno, equivale a una curva de rendimiento horizontal, mientras que una razón mayor a uno, equivale a que una curva de rendimiento con pendiente negativa, la cual es característica de un período recesionario. Entre enero del 1971 al junio del 2005, el promedio del *Spread ratio* fue 75%, con una desviación típica de 20.9%. Por lo tanto, los valores críticos serían, como límite superior, el promedio más una desviación standard, 95.9%, y como límite inferior, el promedio menos una desviación standard, 54.1%.

Gráfica 1
Tasas de rendimiento de los Bill del Tesoro a tres meses y los Bonos a diez años
enero de 1971 a junio del 2005





Fuente: Banco de Reserva Federal de San Luis y Junta de Planificación

En la Tabla 4 se presenta la relación entre el punto máximo y la fecha en donde la curva de rendimiento se torna horizontal. Se nota un adelanto de un promedio de 10 meses y una mediana de 11 meses. Quiere decir que para todos los períodos recesivos para Puerto Rico, la curva de rendimiento se torna horizontal casi un año antes del punto inicial (“peak”). Este resultado es similar para la economía norteamericana, pues según Arturo Estrella es aproximadamente doce meses.

Tabla 4**Punto máximo de la recesión en Puerto Rico y el *Spread ratio***

Punto máximo En la economía Puerto Rico	<i>Spread ratio</i> = 1 Curva de rendimiento horizontal	Rezago del punto máximo al <i>Spread ratio</i> =1
enero 1974	junio 1973	-8
marzo 1980	diciembre 1978	-14
septiembre 1990	junio 1989 a/	-14
enero 2001	agosto 2000	-5
Promedio =		-10.25
Mediana =		-11.00

a/ igual a 98%

Fuente: Tabla 3

5. La relación sistemática entre la curva de rendimiento y una recesión

La curva de rendimiento muestra que no existe una tasa de interés única, pues el vencimiento del activo adquirido por parte de los inversionistas añade elementos de riesgo (“premium”) a través del tiempo. Varias teorías pretenden explicar el comportamiento temporal de la estructura de intereses, entiéndase, la curva de rendimiento, en inglés, “*yield curve*”. Los economistas proponen varias teorías, algunas de estas son; la teoría de las expectativas, la teoría de la segmentación de los mercados y la teoría del *hábitat* preferido. Puesto que no es objeto de este artículo entrar en una discusión y evaluación detallada de las diversas teorías y modelo de la curva de rendimiento, a continuación esbozaremos de forma somera la relación entre la curva de rendimiento, su pendiente y el ciclo económico⁶.

En principio, una curva “normal” supone una pendiente positiva. Si un bono de tres meses se ofrece al 5%, un bono de treinta (30) años no se debería ofrecer al mismo tipo de interés porque existe un mayor nivel de riesgo (“*premium*”) asociado a las expectativas inflacionarias a lo largo de los treinta años. La teoría de la expectativa señala que la diferencia entre el nivel de la tasa de interés en el corto y largo plazo refleja las expectativas que tienen hoy los inversionistas sobre la tasa de interés en el largo plazo. Una curva con pendiente positiva refleja, más que todo, aquellas expectativas sobre las tasas de interés del largo plazo que obviamente, son mayores en el futuro. Es muy posible, que las mismas sean el reflejo del pronóstico de un período de expansión y, con ello, unas mayores expectativas inflacionarias. Cuando la curva de rendimiento comienza a convertirse en horizontal, podría deberse a que los inversionistas visualizan que la actividad real futura comenzaría a descender y, con ello, habría una exigencia

⁶ Proponemos al lector interesado consulte libros de Finanzas y Banca para un mejor entendimiento. Un libro sugerido es Jeff Madura, *Financial Markets and Institutions*, Fourth Edition, 1998, South Western College Publishing, págs. 51-71.

menores de crédito, lo que deprimiría la demanda por crédito. Esto afectaría adversamente las tasas de interés del corto plazo, y con esto, las expectativas inflacionarias y el “*premium*” de riesgo descenderían. Puesto que este “*premium*” es lo que mantiene la diferencia en las tasas de interés del corto y el largo plazo, se comenzaría con el proceso de igualación de las mismas y así, con una curva de rendimiento horizontal, para finalmente convertirse en una curva con pendiente negativa.

Los economistas Rudebush (1995), Haubrich and Dombrosky (1996), en estudios separados observaron que el público tiende a anticipar cuando podrían cambiar las tasas de interés del corto, al igual que su dirección, al observar las posibilidades de un declive en la actividad económica. De igual manera, se puede identificar cuando se presenta el curso expansivo de la misma. Una tasa de interés más baja puede reflejar anticipadamente la severidad de una recesión y su duración, pues los inversionistas estarían reconociendo la misma, o, se estaría en presencia de una política monetaria no restrictiva o una tasa de interés real más baja durante el período recesionario.

6. El modelo binario Probit y la medición de la probabilidad

En los artículos de Estrella y Hardouvelis (1995), y Estrella y Mishkin (1998) se estima la probabilidad de una recesión en Estados Unidos mediante un modelo binario conocido como Probit. En este modelo la variable dependiente es una binaria (dummy) que asume valores entre 0 y 1. Cuando el período es demarcado como expansivo se denotan todos sus meses con el valor de cero, pero cuando se considera recesión, se usa el valor de uno. En este estudio proponemos:

DUMREC = 1; si la economía está en recesión, y

DUMREC = 0, cuando está en expansión.

Mediante el modelo Probit se puede determinar el valor de la probabilidad una vez, se seleccionen las variables explicativas, que en este caso puede ser el *Spread ratio*. En un modelo Probit (también conocido como *modelo Normit*) que es un modelo no lineal cuyos valores ajustados de la variable dependiente (probabilidad) se encuentran en el intervalo cero y uno.

$$Y_i = F(x_i' \cdot \beta) + \epsilon_i$$

Donde Y_i es la variable dummy (en este caso, 1= recesión; 0 = expansión), y las x_i son las variables explicativas, en nuestro caso el *Spread ratio*.

La función de distribución probabilística de una curva normal standard para este modelo es:

$$\Phi(x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \exp(-1/2 \cdot t^2) dt \quad \text{f.d. modelo probit.}$$

Dado al hecho que en este tipo de modelación binaria la regresión lineal no procede, entonces se utilizan estadísticos diferentes y, a veces, con interpretaciones distintas. En vez de minimizar la distancia por el método de mínimos cuadrados, se utilizan la estimación de Máxima Verosimilitud (“Maximum Likelihood”). De igual manera, los coeficientes B ‘s en el modelo Probit son interpretados de manera distinta al modelo tradicional de regresión. Dicha derivada representa el incremento en la probabilidad que se materializa mediante el aumento de una unidad en la variable explicativa a la que se refiera tal efecto marginal. Este efecto no sólo depende del coeficiente asociado a la variable explicativa, sino que también depende de la función de densidad del valor ajustado de la misma⁷.

Con el uso de este modelo Probit se estima la máxima verosimilitud, mediante un estadístico idóneo para realizar contrastes de hipótesis, esto es:

$$\text{Estadístico: } -2 (\ln L(\beta_R) - \ln L(\beta_{MV})) \sim \chi_q^2$$

La bondad de ajuste se mide por medio del R^2 de McFaden, el cual se interpretar de manera similar al coeficiente de R^2 del modelo de regresión:

$$R^2 \text{ de McFaden} = 1 - \ln L(\beta_{MV}) / \ln L(\beta_R)$$

7. Los resultados empíricos del modelo

El modelo Probit utilizado se realiza tomando como la variable binaria (Dummyrec) la cual adjudica cero cuando hay expansión, y uno, cuando hay recesión. Las fechas históricas tomadas se refieren a la cronología de Puerto Rico y la variable dependiente el *Spread ratio*, utilizando un rezago de once meses, que es el valor mediano desde cuando la curva de rendimiento se torna horizontal (o casi horizontal), al punto máximo (“peak”) que demarca el inicio de la recesión estudiada. Puesto que no hay evidencia de recesiones en Puerto Rico antes de la década de los 1970, los datos utilizados recorren desde enero de 1971 hasta junio del 2005 ($n = 414$).

⁷ Ver para mayor explicación, Ángel Solano García y María Isabel González Martínez, “Probabilidad de Aprobar “Métodos Cuantitativos para la Economía I” En el Marco Probit,” X Jornada de la Asociación de Economía de la Educación. Mimeo en Internet.

En la Tabla 5 se presentan los resultados de este modelo. Los estadísticos muestran un buen grado de ajuste, en especial el coeficiente McFadden con 56%. El ratio de likelihood es 211.54 y con un valor probabilístico igual a cero.

En la Gráfica 3 se presentan los resultados de la probabilidad de una recesión para Puerto Rico. Se nota que la misma tiende a pronosticar cada una de las recesiones acaecidas en Puerto Rico desde los años 1970, con cierto grado de adelanto. En la Tabla 6 se hace un desglose detallado de la cronología histórica y la probabilidad de la recesión, Pr (R-11). Examinando la información más reciente desde enero del 2005 a septiembre del 2006 y las proyecciones entre octubre del 2006 a febrero del 2007, se observa un aumento de la Pr (R-11) desde principios del 2006. La proyección para el cuarto trimestre del 2006 llega a un promedio de Pr (R-11) de 71 % y para los dos primeros meses del 2007 a 74%. La proyecciones del *Spread ratio* surge de los pronósticos de <http://www.neatideas.com> del Internet.

Tabla 5
Resultados del modelo Probit
Enero de 1971 a junio del 2005

Dependent Variable: DUMREC				
Method: ML - Binary Probit (Quadratic hill climbing)				
Date: 11/23/05 Time: 20:35				
Sample: 1971:01 2005:06				
Included observations: 414				
Convergence achieved after 7 iterations				
Covariance matrix computed using second derivatives				
Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
Constant	-9.826284	0.987872	-9.946916	0.0000
SPREAD RATIO	10.20565	1.080076	9.449011	0.0000
Mean dependent var	0.169082	S.D. dependent var		0.375278
S.E. of regression	0.245604	Akaike info criterion		0.407534
Sum squared resid	24.85237	Schwarz criterion		0.426983
Log likelihood	-82.35955	Hannan-Quinn criter.		0.415225
Restr. log likelihood	-188.1331	Avg. log likelihood		-0.198936
LR statistic (1 df)	211.5471	McFadden R-squared		0.562227
Probability(LR stat)	0			
Obs with Dep=0	344	Total obs =		414
Obs with Dep=1	70			

Gráfica 3
Probabilidad de una recesión en Puerto Rico
Próximos once meses
1971:01 a 2005:06

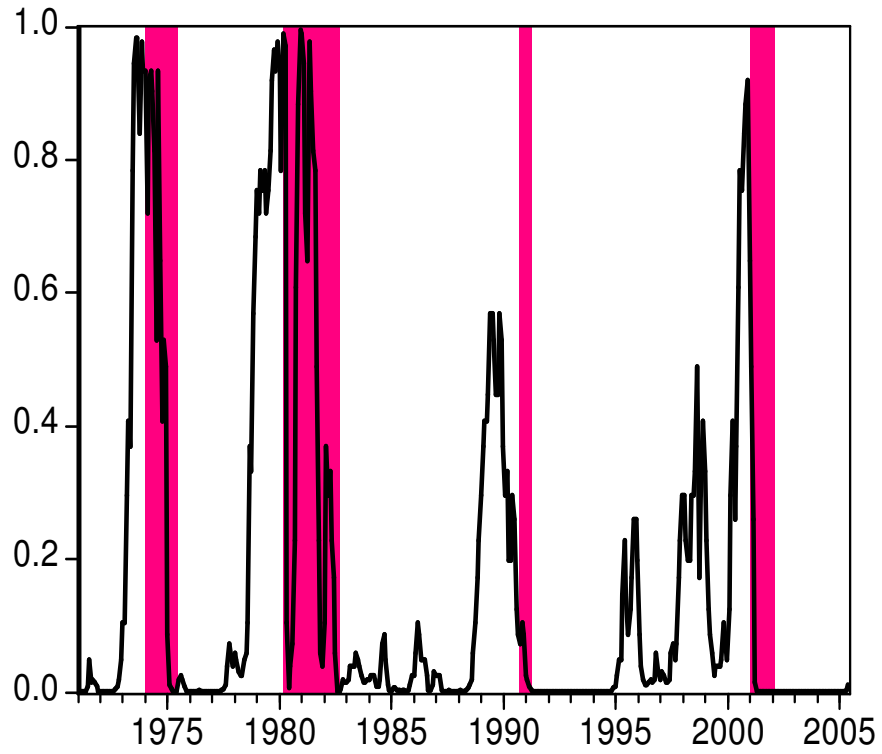


Tabla 6
Probabilidad de una recesión en Puerto Rico--once meses próximos

Mes/Año	Pr(R-11)	Mes/Año	Pr(R-11)	Mes/Año	Pr(R-11)	Mes/Año	Pr(R-11)	Mes/Año	Pr(R-11)
1/71	0.00494	2/75	0.01148	4/79	0.75350	7/83	0.04828	9/87	0.00195
2/71	0.00016	3/75	0.00494	6/79	0.72021	8/83	0.03888	10/87	0.00049
3/71	0.00007	4/75	0.00195	7/79	0.75350	9/83	0.02454	11/87	0.00049
4/71	0.00100	5/75	0.00070	8/79	0.81317	10/83	0.01493	12/87	0.00049
5/71	0.00070	6/75	0.00195	9/79	0.91923	11/83	0.01493	1/88	0.00140
6/71	0.00875	7/75	0.01923	10/79	0.96471	12/83	0.01923	2/88	0.00268
7/71	0.04828	8/75	0.02454	11/79	0.93345	1/84	0.01923	3/88	0.00195
8/71	0.01493	9/75	0.01923	12/79	0.97790	2/84	0.02454	4/88	0.00195
9/71	0.01923	10/75	0.00875	1/80	0.93345	3/84	0.02454	10/88	0.10500
10/71	0.01493	11/75	0.00195	2/80	0.78453	4/84	0.02454	11/88	0.17172
11/71	0.00875	12/75	0.00195	3/80	0.98979	5/84	0.00875	12/88	0.22866
12/71	0.00195	1/76	0.00034	4/80	0.97195	6/84	0.00875	1/89	0.29489
1/72	0.00003	2/76	0.00034	5/80	0.10500	7/84	0.01923	2/89	0.36880
2/72	0.00000	3/76	0.00070	6/80	0.00660	8/84	0.07247	3/89	0.40789
3/72	0.00016	4/76	0.00049	7/80	0.03888	9/84	0.08761	4/89	0.40789
4/72	0.00011	5/76	0.00100	8/80	0.07247	10/84	0.04828	5/89	0.44792
5/72	0.00011	6/76	0.00268	9/80	0.22866	11/84	0.01148	6/89	0.56956
6/72	0.00049	7/76	0.00140	10/80	0.60923	12/84	0.00366	7/89	0.56956
7/72	0.00070	8/76	0.00100	11/80	0.88412	1/85	0.00195	8/89	0.52917
8/72	0.00070	9/76	0.00140	12/80	0.99417	2/85	0.00660	9/89	0.44792
9/72	0.00494	10/76	0.00100	1/81	0.98979	3/85	0.00660	10/89	0.44792
10/72	0.00875	11/76	0.00070	2/81	0.94565	4/85	0.00366	11/89	0.56956
11/72	0.01923	12/76	0.00034	3/81	0.72021	5/85	0.00268	12/89	0.52917
12/72	0.04828	1/77	0.00049	4/81	0.64779	6/85	0.00195	1/90	0.36880
1/73	0.10500	2/77	0.00034	5/81	0.97790	7/85	0.00268	2/90	0.29489
2/73	0.10500	3/77	0.00023	6/81	0.90283	8/85	0.00268	3/90	0.33102
3/73	0.29489	4/77	0.00023	7/81	0.81317	9/85	0.00195	4/90	0.19897
4/73	0.40789	5/77	0.00100	8/81	0.78453	10/85	0.00366	5/90	0.19897
5/73	0.36880	6/77	0.00268	9/81	0.48849	11/85	0.01148	6/90	0.29489
6/73	0.78453	7/77	0.00494	10/81	0.22866	12/85	0.02454	7/90	0.26070
7/73	0.94565	8/77	0.01148	11/81	0.05941	1/86	0.02454	8/90	0.12477
8/73	0.98276	9/77	0.03888	12/81	0.03888	2/86	0.05941	9/90	0.08761
9/73	0.98276	10/77	0.07247	1/82	0.10500	3/86	0.10500	10/90	0.07247
10/73	0.83933	11/77	0.04828	2/82	0.36880	4/86	0.08761	11/90	0.10500
11/73	0.97790	12/77	0.03888	3/82	0.29489	5/86	0.04828	12/90	0.08761
12/73	0.93345	1/78	0.05941	4/82	0.33102	6/86	0.04828	1/91	0.02454
1/74	0.93345	2/78	0.04828	5/82	0.22866	7/86	0.04828	2/91	0.01923
2/74	0.72021	3/78	0.03103	6/82	0.17172	8/86	0.02454	3/91	0.00875
3/74	0.91923	4/78	0.02454	7/82	0.05941	9/86	0.00366	4/91	0.00366
4/74	0.93345	5/78	0.02454	8/82	0.00100	10/86	0.00366	5/91	0.00195
5/74	0.90283	6/78	0.04828	9/82	0.00049	11/86	0.01148	6/91	0.00140
6/74	0.81317	7/78	0.05941	10/82	0.00494	12/86	0.03103	7/91	0.00140
7/74	0.52917	8/78	0.10500	11/82	0.01923	1/87	0.02454	8/91	0.00140
8/74	0.93345	9/78	0.36880	12/82	0.01493	2/87	0.02454	9/91	0.00195
9/74	0.64779	10/78	0.33102	1/83	0.01493	3/87	0.02454	10/91	0.00100
10/74	0.40789	11/78	0.56956	2/83	0.01923	4/87	0.00366	11/91	0.00016
11/74	0.52917	12/78	0.68489	3/83	0.03888	5/87	0.00100	12/91	0.00003
12/74	0.48849	1/79	0.75350	4/83	0.03888	6/87	0.00195	1/92	0.00001
1/75	0.08761	2/79	0.72021	5/83	0.03888	7/87	0.00140	2/92	0.00000
2/75	0.01148	3/79	0.78453	6/83	0.05941	8/87	0.00268	3/92	0.00001

Continuación...Tabla 6

Mes/Año	Pr(R-11)	Mes/Año	Pr(R-11)	Mes/Año	Pr(R-11)
4/92	0.00000	9/96	0.01493	2/01	0.48849
5/92	0.00000	10/96	0.01923	3/01	0.26070
6/92	0.00000	11/96	0.05941	4/01	0.01493
7/92	0.00000	12/96	0.03103	5/01	0.00140
8/92	0.00000	1/97	0.01923	6/01	0.00100
9/92	0.00000	2/97	0.03103	7/01	0.00140
10/92	0.00000	3/97	0.02454	8/01	0.00195
11/92	0.00000	4/97	0.01493	9/01	0.00002
12/92	0.00000	5/97	0.01493	10/01	0.00000
1/93	0.00000	6/97	0.01923	11/01	0.00000
2/93	0.00000	7/97	0.05941	12/01	0.00000
3/93	0.00000	8/97	0.07247	1/02	0.00000
4/93	0.00000	9/97	0.04828	2/02	0.00000
5/93	0.00000	10/97	0.07247	3/02	0.00000
6/93	0.00000	11/97	0.17172	4/02	0.00000
7/93	0.00000	12/97	0.22866	5/02	0.00000
8/93	0.00000	1/98	0.29489	6/02	0.00000
9/93	0.00001	2/98	0.29489	7/02	0.00000
10/93	0.00003	3/98	0.22866	8/02	0.00000
11/93	0.00001	4/98	0.19897	9/02	0.00000
12/93	0.00000	5/98	0.19897	10/02	0.00000
1/94	0.00000	6/98	0.29489	11/02	0.00000
2/94	0.00001	7/98	0.29489	12/02	0.00000
3/94	0.00001	8/98	0.33102	1/03	0.00000
4/94	0.00000	9/98	0.48849	2/03	0.00000
5/94	0.00005	10/98	0.17172	3/03	0.00000
6/94	0.00005	11/98	0.29489	4/03	0.00000
7/94	0.00007	12/98	0.40789	5/03	0.00000
8/94	0.00023	1/99	0.33102	6/03	0.00000
9/94	0.00023	2/99	0.22866	7/03	0.00000
10/94	0.00049	3/99	0.12477	8/03	0.00000
11/94	0.00100	4/99	0.08761	9/03	0.00000
12/94	0.00660	5/99	0.05941	10/03	0.00000
1/95	0.00875	6/99	0.02454	11/03	0.00000
2/95	0.02454	7/99	0.03888	12/03	0.00000
3/95	0.04828	8/99	0.03888	1/04	0.00000
4/95	0.04828	9/99	0.03888	2/04	0.00000
5/95	0.14699	10/99	0.04828	3/04	0.00000
6/95	0.22866	11/99	0.10500	4/04	0.00000
7/95	0.14699	12/99	0.08761	5/04	0.00000
8/95	0.08761	1/00	0.04828	6/04	0.00000
9/95	0.12477	2/00	0.12477	7/04	0.00000
10/95	0.17172	3/00	0.29489	8/04	0.00000
11/95	0.26070	4/00	0.40789	9/04	0.00000
12/95	0.26070	5/00	0.26070	10/04	0.00000
1/96	0.19897	6/00	0.36880	11/04	0.00000
2/96	0.08761	7/00	0.60923	12/04	0.00000
3/96	0.03888	8/00	0.78453	1/05	0.00001
4/96	0.01923	9/00	0.75350	2/05	0.00016
5/96	0.01148	10/00	0.83933	3/05	0.00016
6/96	0.01148	11/00	0.88412	4/05	0.00049
7/96	0.01493	12/00	0.91923	5/05	0.00268
8/96	0.01923	1/01	0.64779	6/05	0.01148

Continuación.....Tabla 6

Mes/año	Pr(R-11)	Mes/año	Pr(R-11)
7/05	0.3656	5/06	40.8000
8/05	1.9227	6/06	48.8500
9/05	3.1000	7/06 a/	61.0000
10/05	7.2468	8/06 a/	17.2000
11/05	8.7614	9/06 a/	0.0000
12/05	12.4766	10/06 a/	0.0000
1/06	17.1730	11/06 a/	78.4500
2/06	19.9000	12/06 a/	72.0200
3/06	57.0000	1/06 a/	68.5000
4/06	41.0000	2/06 a/	72.0000

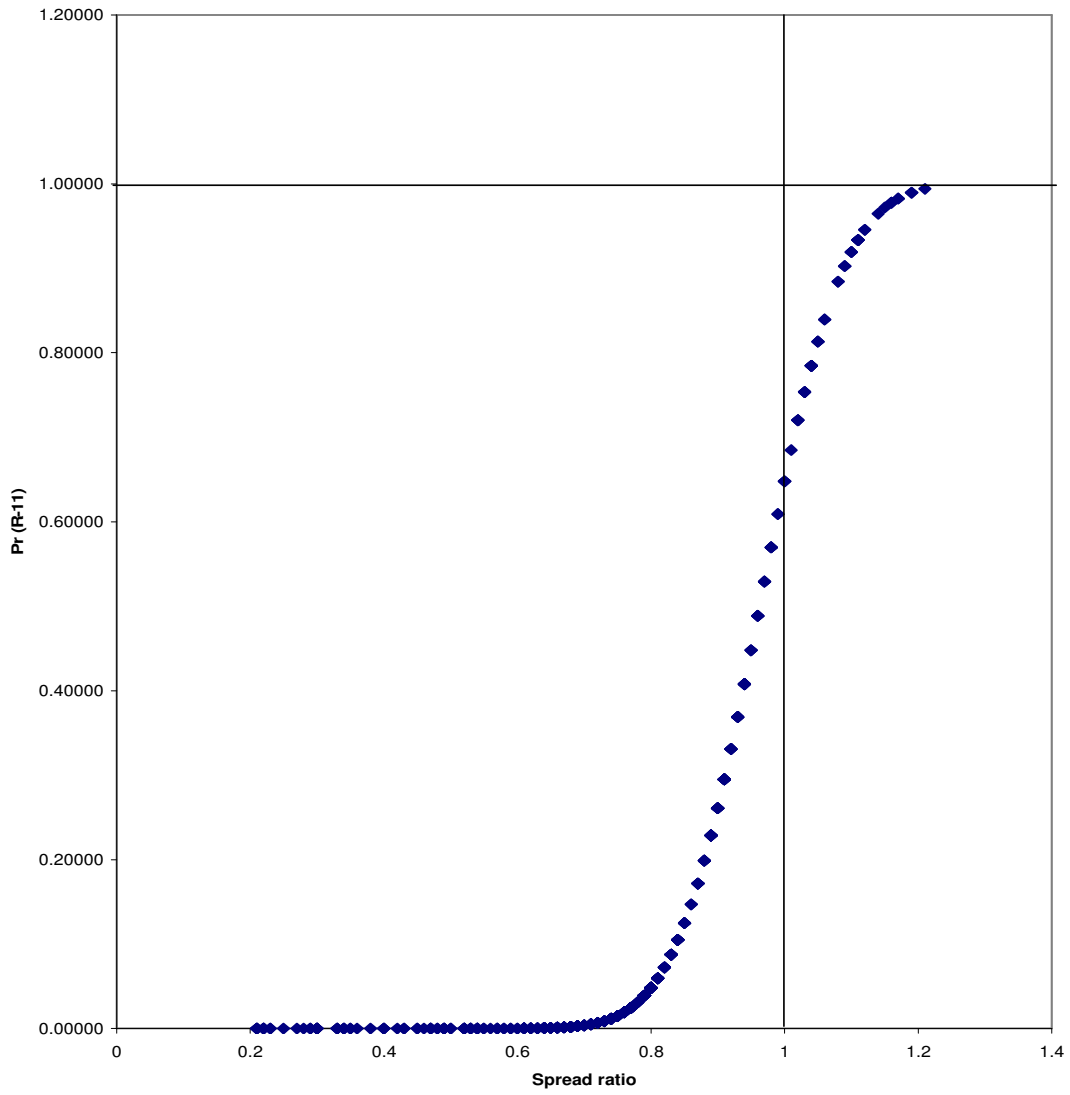
a/ proyecciones usando información de <http://www.neatideas.com>

A continuación se presenta la relación entre el *Spread ratio* y la Pr (R-11). Nótese que valores bajos del *Spread ratio* implican una Pr(R-11) relativamente baja, lo cual es indicativo de un período de expansión o una curva de rendimiento con pendiente positiva. Si el *Spread ratio* es igual a uno (curva de rendimiento es horizontal), la Pr(R-11) es 65%. El valor de 1.20 del *Spread ratio*, se asocia a un pronóstico de recesión inminente de 99.4%. En la Gráfica 4 se presenta la función de densidad entre la Pr(R-11) y el *Spread ratio*.

Spread ratio	Pr(R-11)	Spread ratio	Pr(R-11)
0.500	0.0001	0.840	10.5004
0.520	0.0003	0.850	12.4766
0.530	0.0005	0.860	14.6991
0.540	0.0008	0.870	17.1725
0.550	0.0013	0.880	19.8967
0.560	0.0020	0.890	22.8663
0.570	0.0030	0.900	26.0696
0.580	0.0047	0.910	29.4893
0.590	0.0071	0.920	33.1023
0.600	0.0107	0.930	36.8800
0.610	0.0159	0.940	40.7890
0.620	0.0234	0.950	44.7919
0.630	0.0341	0.960	48.8487
0.640	0.0493	0.970	52.9174
0.650	0.0705	0.980	56.9558
0.660	0.0999	0.990	60.9227
0.670	0.1402	1.000	64.7791
0.680	0.1948	1.010	68.4891
0.690	0.2681	1.020	72.0213
0.700	0.3656	1.030	75.3496
0.710	0.4936	1.040	78.4531
0.720	0.6602	1.050	81.3172

0.730	0.8747	1.060	83.9328
0.740	1.1480	1.080	88.4115
0.750	1.4926	1.090	90.2834
Spread ratio	Pr(R-11)	Spread ratio	Pr(R-11)
0.760	1.9227	1.100	91.9232
0.770	2.4538	1.110	93.3449
0.780	3.1029	1.120	94.5647
0.790	3.8881	1.140	96.4709
0.800	4.8280	1.150	97.1947
0.810	5.9414	1.160	97.7904
0.820	7.2468	1.170	98.2756
0.830	8.7614	1.190	98.9787
		1.210	99.4175

Gráfica 4
Relación entre la probabilidad y el *Spread ratio*



8. Evaluación de la capacidad de pronóstico de la probabilidad de una recesión

En esta sección evaluaremos la capacidad que tiene la probabilidad aquí computada ($Pr(R-11)$), para convertirse en un indicador líder (adelantado) a las posibilidades de una recesión en Puerto Rico. A la vez, evaluamos la capacidad de este indicador para pronosticar la duración de las mismas.

A. Evaluación de la capacidad histórica de pronóstico

El economista James Hamilton (1990), experto en el análisis de las series de tiempo, clasifica a un período como recesión cuando esta probabilidad es igual o mayor a 50% y lo compara con la clasificación más reconocida en Estados Unidos de los ciclos económicos del NBER. En esta evaluación seguiremos este criterio de $Pr(R-11)$ igual o mayor a 50%. En la Tabla 7 se presenta la información relevante a esta evaluación. Como se puede apreciar, en todos los puntos máximos (“*peaks*”) que demarcan el comienzo de la recesión en Puerto Rico, la probabilidad computada llega a un valor de 50% ó más varios meses antes, en promedio en 11 meses. En las recesiones del 1974-75 y 2001-02, el adelanto del pronóstico de recesión fue seis meses, mientras que en aquellas del 1980-82 y 1990-91, la misma fue de 16 y 15 meses, respectivamente. Por lo tanto, debemos concluir que este instrumento ha sido uno efectivo para pronosticar una recesión en Puerto Rico. Sin embargo, siempre queda el reto de un posible cambio estructural y tecnológico en el futuro que pudiera alterar la estructura productiva de la economía.

Tabla 7
Evaluación de la capacidad de pronóstico

Fecha donde $Pr(R-11) > 50\%$	Punto máximo (Comienzo recesión)	Adelantos (meses)
junio/1973 (Pr =78%)	enero 1974	7
nov/1978 (Pr = 57%)	marzo 1980	16
junio/1989 (Pr =57%)	Septiembre 1990	15
julio/2000 (Pr =61%)	enero 2001	6
Promedio =		11

Fuente: este estudio

B. Evaluación de la duración

Otro aspecto interesante es que por medio de la probabilidad se puede determinar, con cierto margen de error, la duración probable de una recesión. En la Tabla 8 se presenta la relación entre la probabilidad Pr (R-11) al comienzo de una recesión dada y el tiempo de duración de la misma. Se nota una relación directa, a mayor probabilidad en el comienzo (“peak”) de la recesión, mayor ha sido la duración. Por ejemplo, la recesión del 1980-82 fue la de mayor duración con 36 meses (tres años), y la Pr (R-11) en el “peak” fue 99%, lo cual pronostica que, en esa fecha de marzo del 1980 y a un plazo de once meses posteriores, habría tan sólo 1% de probabilidad de una expansión económica. Este pronóstico resultó cierto pues esta recesión duró 36 meses. Por el contrario, en la recesión del 1990, la Pr (R-11) en el mismo “peak” (septiembre de 1990) fue 8.8%, lo cual pronosticaba que once meses posteriores la probabilidad de una expansión era sobre 91%, lo cual resultó correcto pues esta recesión duró tan sólo siete meses. Nuevamente, se valida este instrumento de pronóstico de una recesión y de su posible duración a base de la probabilidad aquí computada.

Siguiendo este patrón podemos establecer la relación que existe entre la probabilidad de una recesión y la duración de una recesión. Hemos establecido que la duración promedio de una recesión en Puerto Rico es 18 meses mientras que en Estados Unidos, para el mismo período analizado es 11 meses. En la Tabla 9 se presenta una simulación de la duración de una recesión a base de la Pr (R-11) al comienzo de una recesión. Nótese que si la Pr (R-11) fuese 50%, la duración probable sería 6.5 meses; si fuese 80%, la duración probable sería 17.3 meses, y así sucesivamente.

Tabla 8
Relación histórica entre la Pr(R-11) en el “peak” y la duración de las recesiones

Punto máximo (Comienzo recesión)	Valor probabilidad al comienzo de la recesión (“Peak”)	Tiempo de duración (meses)
1974-75 (Peak =1/74)	93.0%	17
1980-82 (Peak= 3/80)	99.0%	36
1990-91 (Peak =9/90)	8.8%	7
2001-02 (Peak =1/01)	65.0%	13

Fuente: este estudio

Tabla 9
Simulación de la duración de una recesión a base de la
Probabilidad en Puerto Rico.

<u>Pr(R-11) simulada al</u> <u>comienzo de la recesión (en %)</u>	<u>Duración (meses)</u>
30	4.6
40	5.1
50	6.5
60	9.0
70	12.7
80	17.3
90	23.0
95	26.3

Se ajusta una ecuación cuadrática; $y = 9.7568 - 0.3297x + 0.0053 x^2$; $R^2 = 0.7466$

9. Conclusiones

Desde la década de los 1990, un grupo de economistas han estado desarrollando indicadores de pronósticos de las recesiones pero por medio de lo que llamaron la *probabilidad de una recesión*. Varias metodologías han sido desarrolladas y ensayadas, entre ellas, la ideada por los economistas Arturo Estrella y Frederick Mishkin. Esta misma se hace por medio del modelo Probit y usando como variable explicativa principalmente la curva de rendimiento (“*yield curve*”).

En este artículo se usa el método ideado por estos economistas para estimar la probabilidad de una recesión en Puerto Rico. El estimado se realiza para un horizonte de once años próximos y mediante la información de las recesiones en Puerto Rico que se determinaron utilizando del *Índice de Actividad Económica* de la Junta de Planificación, desde enero de 1971 hasta junio del 2005. En este estudio se calcula esta probabilidad de una recesión en un momento dado para un horizonte de once meses en adelante. La misma resultó ser un indicador adelantado de las recesiones en Puerto Rico acaecidas desde enero 1971. Antes de esta fecha, no existe evidencia de la existencia de recesiones en Puerto Rico y que las mismas estuviesen asociadas a aquellas de la economía de Estados Unidos de posguerra. Las cuatro recesiones reconocidas y analizadas en este estudio son: 1974-75; 1980-82; 1990-91 y 2001-02.

Una vez computada la probabilidad se evaluó la capacidad histórica de pronóstico y se llega a la conclusión que la Pr (R-11) llega a un 50% para las cuatro recesiones mencionadas, en un promedio de 10.75 meses antes del punto máximo que demarca el comienzo de la recesión. De igual manera, esta Pr (R-11) pronostica, con cierto margen estadístico de error, la duración de una recesión. Si en el punto máximo (“peak”) de la recesión, la Pr (R-11) es igual a 80%, entonces, la duración podría estar cerca de 18 meses.

Examinando la información más reciente desde enero del 2005 a septiembre del 2006 y las proyecciones entre octubre del 2006 a febrero del 2007, se observa un aumento de la Pr(R-11) desde principios del 2006. La proyección para el cuarto trimestre

del 2006 llega a un promedio de $\text{Pr}(R-11)$ de 71 % y para los dos primeros meses del 2007 a 74%.

En resumen, tenemos que concluir que tenemos frente a nosotros un instrumento útil, sencillo, y con un alto nivel de capacidad histórica de pronóstico de una recesión en Puerto Rico. Este mismo nos permite estimar la probabilidad de una recesión para los próximos once meses y, además, su duración probable. Claro está, las relaciones económicas no se materializan en un plano estático y sí dinámico, por lo que sugerimos la más amplia atención al desempeño de este instrumento como uno experimental y que requerirá de la evaluación ulterior para así probar su idoneidad final como un medio institucional de análisis económico.

Bibliografía

- Alameda, José I. *"Impacto de los Ciclos Económicos de los Estados Unidos en la Economía de Puerto Rico"* in El Desarrollo Socio-Económico de Puerto Rico, (editor R. Duncan) Caribbean Institute and Study Center for Latin American (CISCLA), VIA, San Germán, 1979.
- Alameda, José, I. Rivera, y A. Pérez. 1989. *"La sensibilidad de la economía de Puerto Rico ante los ciclos económicos de Estados Unidos"* en *Revista/Review Interamericana*, primavera-verano, 29(1-2), pp.109-134.
- Alameda, José y Roopchand Ramgolam.1991, *"The sensitivity of the Puerto Rican Economy to United States Business Cycle: A Spectral Analysis"*. *Ceteris Paribus*, 1(2), pp.17-33.
- Alameda, José y A. Mann.1989. *"Puerto Rico's Regional Economy and the U.S. Business Cycle, 1961-1989"*. Serie de Ensayos y Monografías, Universidad de Puerto Rico, Río Piedras, Departamento de Economía.
- Ayuso, Agustín F.1982. *The Transmission of Fluctuations from the Continental United States to Puerto Rico: A Manufacturing Microeconomic Approach with Weakly Specified Lag Distribution*, Ph.D Dissertation, University of Minnesota.
- Baer, Werner.1962. *The Puerto Rican Economy and United States Economic Fluctuations*, Social Science Research Center From the University of Puerto Rico at Río Piedras, Editorial Rvmbos, Barcelona, España.
- Crone T.M.1994. *"New Indexes Track the State of the States"* en **Business Review**, Federal Reserve Bank of Philadelphia, pp.19-31.
- Ducker, M.J. 1997. *"Strengthening the Case for the Yield Curve as a Predictor of U.S. Recessions"* **Review**. Federal Reserve Bank of St. Louis (March/April) pp. 41-51.
- García Ángel Solano y María Isabel González Martínez, *"Probabilidad de Aprobar Métodos Cuantitativos para la Economía I" en el Marco Probit,* **X Jornada de la Asociación de Economía de la Educación**. Mimeo en Internet.
- Estrella, A. & G. Hardouvelis. 1990. *"Possible Roles of the Yield Curve in Monetary Analysis"* in **Intermediate Targets and Indicators for Monetary Policy**. Federal Reserve Bank of New York.
- Estrella, A & F. Mishkin. 1996. *"The Yield Curve as a Predictor of U.S. Recessions"* **Current Issues in Economics and Finance**, Federal Reserve Bank of New York. June.

-
- Estrella, A & F. Mishkin. 1995. "The Term Structure as a Predictor of Real Economic Activity" **Journal of Finance**, 46, No. 2 (June).
- Estrella, A. 2005. "*The Yield Curve and Recessions*"; **The International Economy: The Magazine of International Economic Policy**. Summer
- Haubrich J.G. y A.M. Dombrosky. 1996. "*Predicting Real Growth Using the Yield Curve*" **Economic Review**. Federal Reserve Bank of Cleveland. Pp. 26-35
- Hamilton, J. 1990. "*Analysis of Time Series Subject to Changes in Regime*" **Journal of Econometrics**, July-August. Pp. 39-70.
- Junta de Planificación. 2005. **Índice de Actividad Económica**, <http://www.jp.gobierno.pr/>
- Madura, J. 1998. *Financial Markets and Institutions*, Fourth Edition, South Western College Publishing.
- National Bureau of Economic Research, "*The Business-Cycle Peak of March 2001*", BCDC, NBER; November 26, 2001. Ver <http://www.nber.org/>
- Rudebusch, G. 1995. "*Federal Reserve Interest Rate Targeting, Rational Expectations, and the Term Structure*", **Journal of Monetary Economics**, 35. pp. 245-274
- Stock, J. and M. Watson. 1989. "*New Indexes of Coincident and Leading Indicators*": en Oliver Blanchard and Stanley Fisher, editores **NBER Macroeconomics Annual 4**.
- Stock, J. and M. Watson. 1992. "*A Procedure for Predicting Recessions with Leading Indicators: Econometric Issues and Recent Performance*" **Federal Reserve Bank of Chicago**. Working Paper WP-92-7 April.
- Stojanovic, D. & M. D. Vaughan. 1997. "*Yielding Clues about Recessions: The yield curve as a forecasting tool*". **Regional Economist**, October.