

Universidad CEU Cardenal Herrera

Facultad de Derecho, Empresa y Ciencias Políticas.

Centro de Elche



CEU

*Universidad
Cardenal Herrera*

Grado en Dirección de Empresas

“La Pendiente de la Curva de Tipos como Predictor del
Crecimiento Futuro de la Producción Industrial”

Guillermo Barcala Pastor

Trabajo Fin de Grado



Universidad CEU Cardenal Herrera
Facultad de Derecho, Empresa y Ciencias Políticas.
Centro de Elche



Grado en Dirección de Empresas

**“La Pendiente de la Curva de Tipos como Predictor del
Crecimiento Futuro de la Producción Industrial”**

Alumno: Guillermo Barcala Pastor

Tutor: Gonzalo Rubio Irigoyen

Trabajo Fin de Grado
Proyecto de Investigación

Elche, 2020

Índice de Contenido

1. Introducción	1
2. Curva de Tipos	5
2.1 Preguntas por resolver	5
3. Comportamiento de la Curva de tipos y el crecimiento futuro de la producción industrial	11
3.1 Metodología	11
3.2 Fórmulas	11
3. Resultados	13
4. Modelo con más variables	23
4.1 Metodología	23
4.2 Fórmulas	24
4.3 Resultados	25
5. Curva de tipos y recesiones	32
5.1 España	33
5.2 Estados Unidos	35
6. Conclusión	37

Índice de Tablas

Tabla 1; Probabilidades sobre la recesión, mediante la curva de tipos.	10
Tabla 2; Modelo de Regresión Lineal Simple España	14
Tabla 3; Modelo de Regresión Lineal Simple USA	20
Tabla 4; IPI con respecto múltiples variables España	26
Tabla 5; IPI con respecto múltiples variables USA	30

Índice de Gráficos

Gráfico 1; Curva de Tipos y Recesiones desde 1968 hasta 2019	3
Gráfico 2; Curva de Tipos y Recesiones desde 1955 hasta 2018	9
Gráfico 3; Estadístico t por Rango de IPI España	16
Gráfico 4; R-Cuadrado Corregido por Rangos de IPI España	17
Gráfico 5; Estadístico t por Rango de IPI USA	21
Gráfico 6; R-cuadrado corregido por rangos del IPI USA	22
Gráfico 7; R-cuadrado corregido por rangos del IPI España	29
Gráfico 8; R-cuadrado corregido por rangos del IPI USA	32
Gráfico 9; Curva de tipos prediciendo recesiones España	33
Gráfico 10; Curva de tipos prediciendo recesiones USA	35

Resumen

Este trabajo analiza la estructura temporal de tipos de interés en España y Estados Unidos. En concreto, analizamos hasta qué punto la pendiente de la curva de rendimientos hasta el vencimiento de los bonos del Tesoro (TIR) o simplemente pendiente de la curva de tipos de interés puede predecir el crecimiento futuro del Índice de Producción Industrial o IPI de España mediante la comparación con resultados americanos.

Aunque se habla de IPI, este refleja lo que ocurre con la economía, por lo que si se vuelve negativo dicho crecimiento se trataría de una desaceleración económica y podría llegar incluso a significar que se entra en una crisis.

Por lo que la incógnita principal que se plantea es si en España la curva de tipos tiene la misma o similar capacidad predictora que la norteamericana.

La mencionada curva de tipos de interés es simplemente el resultado de restar el tipo de interés de la letra del Tesoro a tres meses al tipo de interés del bono a 10 años. Lo habitual es observar una curva de tipos con pendiente positiva, pero se pueden dar momentos en el que la curva se invierta, algo que puede resultar sorprendente desde el punto de vista económico y financiero. Aquí viene lo interesante, históricamente, cuando dicha anomalía ocurre, a partir de entre uno y dos años, posteriormente a ello, una recesión o desaceleración económica se produce.

Ahora bien, además de la pendiente de la curva de tipos y con el fin de lograr mejores resultados predictivos, es necesario la utilización de otros factores relevantes, como el riesgo de crédito interbancario, la rentabilidad anual de los dividendos del mercado y la volatilidad anual del rendimiento del índice bursátil. Con ello las predicciones son más precisas y con un nivel de error menor.

Palabras Clave: *Estructura temporal de tipos de interés, Pendiente de la curva de Rendimientos, Índice de Producción Industrial, Inversión de la curva de tipos, Predicción, Crecimiento económico.*

Abstract

This paper analyses the term structure of interest rates in Spain and the United States. More precisely, we discuss to what extent the slope of the yield can predict the future growth of the Industrial Production Index or IPI of Spain by comparison with American results.

Although we talk about IPI, this reflects what happens with the economy, so if the slope turns negative, an economic slowdown will happen and even the beginning of an economic crisis.

So, the main question that arises is whether the same thing happens in Spain as in the North American financial market, that is, if our yield curve has the same or similar predictive capacity.

The Yield Curve is the result of the interest rate of the 10-year bond minus the 3- month Treasury bill. The usual thing is to observe a yield curve with a positive slope, but there are also times when we find an inverted curve, which can be surprising from an economic and financial point of view. Here comes the interesting thing, historically, when this anomaly occurs, from one to two years after it, an economic recession or slowdown occurs.

In addition to the yield curve, other relevant factors must be applied, such as interbank credit risk, the annual return of market dividends and the annual volatility of the rates of return of the stock index. With these additional data the predictions are more accurate and with a lower error level.

Key Words: *Term structure of interest rates, slope of the yield curve, Industrial Production Index, inversion of the yield curve, prediction, economic growth.*

1. Introducción

El tema presentado se enfrenta a unas cuestiones relevantes como son la estimación y predicción del crecimiento económico futuro. La investigación se lleva a cabo para poder conocer la capacidad predictora de la curva de tipos de interés sobre el crecimiento del Índice de Producción Industrial en España, índice que refleja el comportamiento de la economía.

La curva de rendimientos es un indicador popularizado recientemente, las empresas, los directores generales y hasta los gobiernos empiezan a tomar este predictor como uno de los principales indicadores para conocer la situación actual y futura del mercado y de la economía. Lo utilizan principalmente para saber el momento óptimo de inversión, si se prevé que la economía crecerá, es momento de invertir y de arriesgar, pero si se prevé que se aproximan momentos malos, se evita realizar inversiones que conlleven un gran desembolso de dinero.

Esto no es únicamente para las grandes empresas o los gobiernos, cada vez más personas la toman en cuenta. Como dice el profesor Campbell Harvey, si el modelo predice que llegarán desaceleraciones económicas, uno no debe gastar tanto dinero como normalmente, deberá ahorrar parte del dinero para prepararse para las situaciones de incertidumbre.

"You cut back spending somewhat, but you avoid that very sharp hard landing. We could avoid a recession [and] just have slower growth."
(Harvey Campbell, 2019)

Con respecto a lo mencionado anteriormente, la frase del profesor Campbell explica de manera clara lo que debe ocurrir si se tiene en cuenta el predictor. Sabiendo que es probable la llegada de una crisis económica, lo que se debe hacer es reducir el gasto para así evitar un

aterrizaje brusco, con ello evitar la recesión y todo lo que arrastra y simplemente reducir el crecimiento de la economía.

Con esta frase, se entiende que la utilidad de la predicción de la curva de tipos es evitar males peores y lograr pasar de una posible crisis a una desaceleración económica.

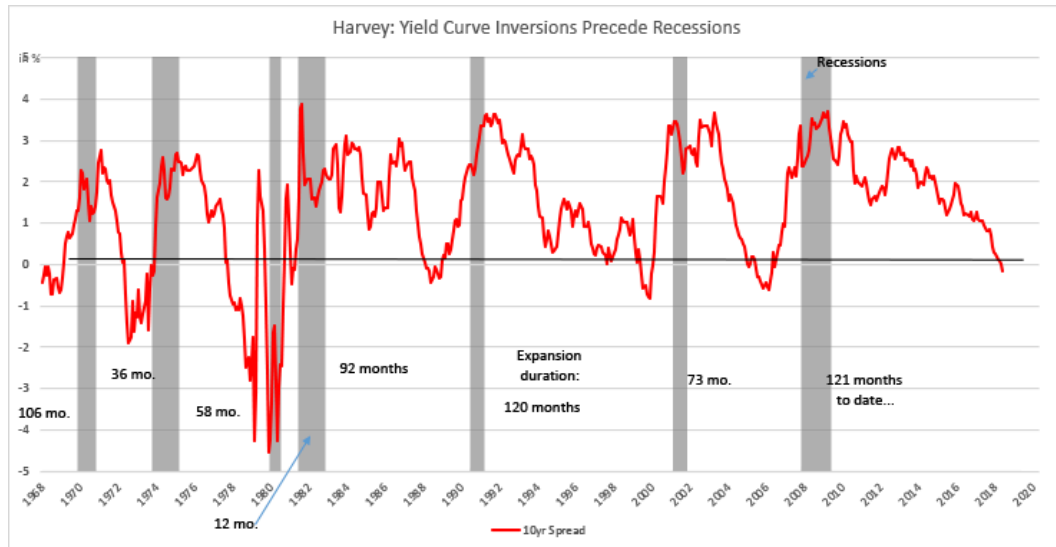
Es más, si se logra predecir esta situación no sólo se conseguirá sobreponerse, si no que se podrá aprovechar económicamente pero también académicamente, se puede aprender del acontecimiento, analizando las reacciones de los mercados y la sociedad.

La capacidad predictiva de la curva de rendimientos o curva de tipos fue descubierta por el profesor Campbell Harvey en su tesis doctoral en el año 1986. Tal como se comprobó años más tarde, con tan solo un indicador, la pendiente de la curva de tipos logró predecir las 7 crisis que se dieron en Estados Unidos desde 1970 hasta la de 2008.

Antes de adentrarnos en el estudio en cuestión, se va a exponer una serie de antecedentes históricos para entrar en materia y conocer el pasado de la curva de rendimientos.

No es posible hablar sobre el tema y no mencionar al creador del predictor, Campbell R. Harvey. El hombre que en 1986 publicó una tesis doctoral relacionando la inversión de la curva de rendimientos con las recesiones económicas.

Gráfico 1; Curva de Tipos y Recesiones desde 1968 hasta 2019



(Duke today staff, 2019)

En el gráfico 1 se puede observar dos variables importantes, la primera es la línea roja, la pendiente de la curva de tipos de interés, en el momento que pasa por debajo del nivel cero, significa que la curva se ha invertido y que los tipos de interés a tres meses se han vuelto mayores que los del bono a diez años. Posteriormente a este fenómeno se observan unas bandas grises en vertical, estas son las recesiones que hubo desde 1968 hasta la de 2008.

Por lo tanto, cada vez que la curva de tipos se invierte se sigue de una recesión económica como se puede observar en el gráfico 1.

“You can’t just look at the seven-for-seven track record. For example, you could have an indicator that fires every quarter (always forecasting recession). It is correct but it has a lot of false signals,”. “For my model, there have been no false signals yet.” (Harvey, 2019, p. 1).

Citando al señor Harvey, vemos que a él no le servía un modelo con errores, el suyo nunca se ha equivocado, pero no solo eso, además no produce avisos falsos, cuando se produce la inversión de la curva se sabe

que va a haber una recesión económica, al menos, hasta hoy las ha predicho todas.

Por lo tanto, con el apoyo y la base de Campbell R. Harvey y su modelo, el trabajo tiene como objetivo principal tratar de averiguar si la curva de rendimientos logra predecir las recesiones económicas en España.

También es interesante conocer su impacto sobre el índice de producción industrial; esto es, si el crecimiento económico tiene una relación directa con la curva de tipos. Para verificar la calidad predictora de dicho modelo, se procederá a la comparación con el modelo americano.

Para alcanzar dicho objetivo, lo primero que se debe hacer es analizar la relación entre la curva de tipos de interés y el crecimiento futuro del índice de producción industrial, para que los resultados sean óptimos la relación entre ambos debe ser positiva. Posteriormente a ello, comprobar que únicamente con la curva de rendimientos se puede predecir el crecimiento económico, y de no ser así, añadir una serie de variables al modelo para intentar que tenga una mayor precisión.

El estudio constará de cuatro apartados, se partirá de un punto explicativo, el punto 2, definiendo los conceptos básicos para así facilitar la comprensión del trabajo y poder avanzar al punto 3, el cual mostrará las fórmulas empleadas para el estudio y los resultados obtenidos con el primer modelo, con una única variable, la pendiente de la curva de tipos, mostrando en primer lugar los resultados para España y a continuación los de los americanos para así compararlos. El punto 4 se plasmará de igual manera que el 3, salvo que, en este se mostrará el modelo con cuatro variables. El punto 5 mostrará una serie de gráficos de elaboración propia con la curva de rendimientos y las recesiones económicas, tanto para España como para Estados Unidos. Por último, se dará respuesta a los objetivos propuestos en la conclusión.

2. Curva de Tipos

Se puede decir que este documento es uno de los primeros intentos de investigar la capacidad predictora de la curva de rendimientos sobre el crecimiento económico en España. Con esto, se tratará de ampliar el conocimiento sobre el tema y crear nuevos estudios que corroboran la importancia de la famosa “*Yield Curve*”. Se puede esperar que los resultados sean convincentes, pero es posible que no tanto como para los realizados para Estados Unidos, motivo por el que se suele tomar como referencia su curva de tipos de interés como predictor principal.

Existe una gran cantidad de artículos con respecto al tema, realizados por autores o periódicos españoles, pero todos utilizan como base los datos americanos, como bien puede ser un artículo realizado por Bankinter, “*Curva de tipos de interés invertida ¿Que significa?*”, también uno de RankiaPro “*¿Por qué la inversión de la curva de tipos no es una buena noticia?*”, del Economista, “*La curva de tipos de EEUU se invierte: ¿Qué es y por qué aterra al mercado?*” Y del Mundo, “*¿Qué es la curva de tipos y por qué los mercados se asustan cuando se invierte?*”. Por lo general los artículos que se menciona tratan cuestiones básicas como son definiciones de la curva de tipos y procuran razonar la importancia de la temática con datos actuales.

Pero antes de adentrarnos en materia, se responderá a una serie de cuestiones para poder entender bien los conceptos que se tratarán con frecuencia.

2.1 Preguntas por resolver

¿Qué es la Curva de tipos?

Recogiendo algunas definiciones de entre los artículos obtenemos que, “*se trata gráficamente de una curva que, en el caso de los tipos, refleja los rendimientos que ofrece el mercado de deuda en los diferentes plazos de vencimiento. Generalmente dibuja una pendiente positiva, ya que los*

rendimientos de la deuda a largo plazo son mayores que a corto.” (El Mundo, 2019)

“The yield curve represents the difference in interest rates across different maturities. The rates at different maturities are called the yield curve or the ‘term structure.’ (Harvey Campbell, 2019)

Traduciendo la definición del profesor Campbell, la curva de rendimientos representa la diferencia de los tipos de interés durante distintos periodos de vencimiento. Esta diferencia de tipos de interés se hace llamar curva de rendimientos a vencimiento.

Por lo tanto, la curva de tipos de interés es el resultado de restarle al tipo de interés de un bono a largo plazo (se suele utilizar el bono a 10 años) el tipo de interés de una letra del Tesoro a corto plazo (la letra del Tesoro a 3 meses) como bien explica el Banco de la Reserva Federal de Boston en febrero de 2020 *“A common measure of the term spread, and the one we focus on here, is the difference between the 10-year Treasury bond yield and the 3-month Treasury bill yield.”*

Se muestra a continuación una ecuación sencilla que ayuda a su comprensión.

Curva de Rendimientos = Tipo de interés del bono del Tesoro 10 años –
Tipo de interés de la Letra del Tesoro 3 meses

¿Cómo ha de ser la curva, positiva o negativa? Y ¿Por qué?

La curva debe ser en condiciones normales y lógicas, positiva, esto significa entonces que el tipo de interés del bono es mayor que el de la letra del Tesoro. Se debe entender también que el riesgo a mayor plazo y la rentabilidad están positivamente correlacionados. Veamos un ejemplo; una persona le presta dinero a otra durante 10 años, el prestamista asume un riesgo de impago elevado, dado que es un periodo muy amplio de tiempo en el que no se sabe qué ocurrirá, si el prestatario fallece, se arruina o cualquier otra causa que le impida devolver dicho dinero, además de esto se suma que el prestamista no pueda hacer uso del

dinero prestado y puede que en dicho periodo de tiempo lo necesite. Si miramos ahora en el caso de un préstamo a corto plazo, por ejemplo, a 3 meses, el prestamista no asume tanto riesgo prestando el dinero, porque se puede entender que en ese periodo tan reducido no cambien tanto las cosas, por lo que el riesgo es menor y por lo tanto el tipo de interés también.

“Think of a Certificate of Deposit at your bank. If you lock your money in for 5 years, it is almost always for a higher rate than for, say, a six-month CD. So, a normal yield curve is positive, meaning longer maturity at a higher rate.” (Campbell Harvey, 2019)

Como también recoge el profesor Harvey, si tienes un depósito en el banco durante 5 años tendrás una rentabilidad mayor que si lo dejas durante 6 meses, por lo que lo normal es que la curva de rendimientos sea positiva, con mayor rentabilidad por mayor tiempo.

¿Qué significa que esté invertida?

“In rare occasions, this can flip around and we get short-term rates that are higher than long-term rates” (Campbell Harvey, 2019)

“Esto representa que la deuda estadounidense a corto plazo es más rentable que la deuda a largo plazo.” (Bankinter, 2019)

Como se entiende por las definiciones, la curva de tipos invertida se da cuando los tipos de interés a corto plazo son mayores que los del largo plazo y por lo tanto la curva de tipos se vuelve negativa. Situación reciente que se dio en junio de 2019.

¿Por qué se invierte la curva y por qué es algo malo?

“Cuando los inversores esperan que los tipos de interés van a bajar venden deuda a corto plazo para comprar a largo plazo [...] vendiendo bonos a corto plazo hacen que baje su precio y, por tanto, suba su rentabilidad y comprando a largo plazo provocan la reacción inversa, subida de precios y bajadas de las TIR.” (Luis García Langa, 2019). Como

dice el señor García en un artículo de Rankia, la inversión de la curva se da porque los inversores deciden apostar por el largo plazo y esto desencadena un aumento de precios y una bajada de rentabilidad hasta que dicha rentabilidad se vuelve menor que la que ofrece el corto plazo.

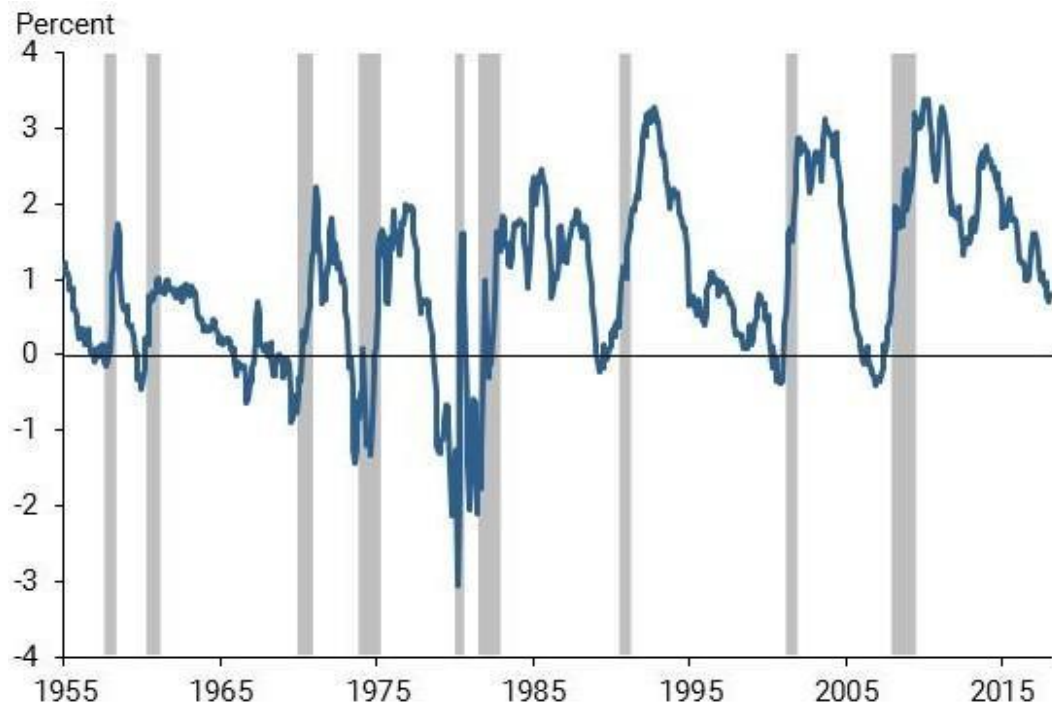
En definitiva, una curva de tipos con pendiente positiva sugiere que los tipos de interés subirán en el futuro y, al contrario, si se espera que los tipos de interés bajen en el futuro la curva de tipos tendrá pendiente negativa. Dado que los tipos de interés tienden a bajar en respuesta a una disminución de la tasa de crecimiento de la economía, una curva invertida es un indicador de futuras recesiones o desaceleraciones económicas.

Por último **¿Cómo afecta a los mercados dicha inversión?**

“A simple rule of thumb that predicts a recession within two years when the term spread is negative has correctly signalled all nine recessions since 1955 and had only one false positive, in the mid-1960s” (Banco de la Reserva Federal de San Francisco, 2018)

“Un estudio del Banco de la Reserva de San Francisco recoge que en los últimos 60 años la inversión de la curva de rendimientos ha ocurrido 9 veces, sin contar con la actual. Las veces anteriores este fenómeno ha precedido en aproximadamente un año cada desaceleración o recesión en Estados Unidos, con la excepción de 1966”, (Bankinter, 2019)

Gráfico 2; Curva de Tipos y Recesiones desde 1955 hasta 2018



(D. Bauer y M. Mertens, 2018, p. 2)

En el gráfico 2 se muestra la curva de tipos calculada mediante la diferencia entre el tipo de interés a 10 años y el tipo a 1 año de la letra del Tesoro desde enero de 1955 hasta febrero de 2018, todo ello con unas áreas grises indicando las recesiones ocurridas a lo largo del rango de tiempo. Apoyado esto con el estudio de la Reserva Federal de San Francisco, la inversión de la curva predice una recesión con un alto porcentaje de éxito.

“A negative term spread, that is, an inverted yield curve, reliably predicts low future output growth and indicates a high probability of recession”
(Rudebusch and Williams 2009)

Por tanto, cuando se invierte la curva, está predice un bajo crecimiento de la economía e indica una alta probabilidad de una recesión. Con respecto a las probabilidades que puede ofrecernos la curva de rendimientos se han efectuado estudios más precisos sobre el tema.

En junio de 1996 el Banco de la Reserva Federal de Nueva York aportó información al respecto, publicando un artículo sobre la curva de tipos de interés y su efecto predictor de recesiones económicas. Ellos fueron un paso más adelante, crearon un modelo que predecía en porcentaje la probabilidad de que ocurriera una crisis y este fue el resultado.

Tabla 1; Probabilidades sobre la recesión, mediante la curva de tipos.

Estimated Recession Probabilities for Probit Model Using the Yield Curve Spread Four Quarters Ahead	
Recession Probability (Percent)	Value of Spread (Percentage Points)
5	1.21
10	0.76
15	0.46
20	0.22
25	0.02
30	-0.17
40	-0.50
50	-0.82
60	-1.13
70	-1.46
80	-1.85
90	-2.40

(Estrella y S. Mishkin, 1996, p. 2)

Observando la tabla 1, se puede ver dos columnas, la de la izquierda son probabilidades en porcentaje, comenzando desde una probabilidad del 5 por ciento hasta el 90 por ciento. Enfrente en la columna de la derecha, el valor de la diferencia entre la resta del bono a diez años y la letra del Tesoro a tres meses, plasmados en puntos porcentuales, partiendo de una diferencia positiva, 1,21 hasta una diferencia negativa -2,40. Cuanto mayor sea la diferencia en negativo entre el bono y la letra del Tesoro, mayores probabilidades habrá de que la crisis tenga lugar posteriormente a la inversión de la curva. Por ejemplo, si tenemos que el Bono 10 años – Letra del Tesoro 3 meses = -2.40, quiere decir que hay un 90 % de probabilidades que haya una recesión.

3. Comportamiento de la Curva de tipos y el crecimiento futuro de la producción industrial

Una vez estudiado los conceptos, los datos históricos y estudios actuales se procederá a la explicación y exposición de los procesos seguidos con sus respectivos resultados obtenidos.

3.1 Metodología

En este apartado se tratará de analizar el comportamiento del índice de producción industrial con respecto de la curva de rendimientos, para conocer cómo afecta un cambio en la curva de tipos a la producción industrial y por tanto al crecimiento de la economía futura. Todo ello mediante comparaciones entre España y Estados Unidos, que como bien se sabe, es el indicador por excelencia y el más utilizado en los mercados. Se procederá a analizar los datos facilitados por el Banco de la Reserva Federal de St. Louis (<https://fred.stlouisfed.org/>) para los españoles y para los americanos, obtenidos a través del programa Microsoft Excel.

Con esto, mediante el software econométrico Gretl, el acrónimo de Gnu Regressions, Econometrics and Time series Library, el cual es un programa frecuentemente utilizado en el mundo de la estadística, permitirá efectuar un análisis preciso de la relación entre el crecimiento del índice de producción industrial y la curva de tipos de interés. Se va a proceder al traslado de los datos que se encuentran en Excel al software Gretl, se aplicará el modelo de regresión lineal simple y se expondrá los resultados en una tabla que facilite su estudio.

3.2 Fórmulas

Una vez se habla del estudio completo, los datos se recogen para un periodo muestral desde julio de 1987 hasta julio de 2019 con carácter mensual tanto para la variable del índice de producción industrial como

para la de la curva de tipos de interés, dicho rango de fechas es idéntico para España y Estados Unidos.

Tomando como referencia el trabajo sobre la curva de rendimientos como predictor y las economías emergentes realizado por el Banco Central Europeo en las páginas 12 a 13, la pendiente de la curva de rendimientos se denota X_t , definida como la diferencia en el periodo t entre el rendimiento del largo plazo, siendo este un bono del estado que se expresa como r_t^l y en el corto plazo, la letra del Tesoro denotado r_t^c . Se denota t como anualizado. X es la variable explicativa en las regresiones posteriores, también conocida como la variable independiente de dichas regresiones.

$$X_t = r_t^l - r_t^c$$

Completando el modelo introducimos el Índice de Producción Industrial, definido por Instituto Nacional de Estadística como *“un índice de volumen cuya finalidad es medir la evolución en el corto plazo del valor añadido en las ramas industriales.”* Dicho índice está presentando mensualmente al igual que los datos sobre los tipos de interés de la curva de tipos. Se denota Y , esta es la variable que se debe explicar, también conocida como la variable dependiente, con $+1$ al ser unos resultados futuros.

Teniendo las dos variables, se entiende que X_t debe predecir lo que le suceda a Y_{t+1} en un futuro que se calculará en distintos rangos de tiempo, partiendo de uno a 3 meses denotado como IPI 3M y matemáticamente se muestra como $Y_{t+(3/12)}$ y posteriormente con rangos de 6, 9, 12, 18, 24, 30, 36, 42 y 48 meses.

La ecuación final por tanto se expone de tal forma:

$$Y_{t+1} = \alpha + \beta_1 X_t + u_t$$

Se denota u_t al término error del modelo de regresión, que es una variable aleatoria que debe aparecer en el modelo debido a acontecimientos que

pueden surgir y que no son ni predecibles ni cuantificables y el subíndice como tal al tener frecuencia temporal.

Las incógnitas son α y β_1 , las cuales se obtienen mediante el programa Gretl, ya mencionado con anterioridad.

La muestra más amplia se comprende entre julio de 1987 y julio de 2019 como se ha comentado, lo cual supone un total de 385 observaciones ($T=385$), posteriormente con los horizontes temporales de mayor envergadura (6, 9, 12...) la muestra se reducirá, cada mes equivale a una muestra, por lo que la de 6 meses será 382 observaciones y así con las siguientes.

3. Resultados

En el apartado de resultados se van a mostrar las tablas con los datos obtenidos mediante Gretl. Por un lado, se mostrarán las tablas de España y de igual manera, más adelante los de Estados Unidos. Se busca que la beta 1 sea positiva dado que la relación entre el crecimiento de la producción y la curva de rendimientos ha de ser positiva también.

- **España**

Tabla 2; Modelo de Regresión Lineal Simple España

	α	β_1 (curva tipos)	Adj. R^2
IPI 3 M	-0.0005 (-0.376)	0.1058 (1.204)	0.0012
IPI 6 M	-0.0026 (-1.134)	0.3466 (2.597)	0.0149
IPI 9 M	-0.0031 (-0.964)	0.4887 (2.628)	0.0154
IPI 12 M	-0.0030 (-0.740)	0.5722 (2.452)	0.0132
IPI 18 M	-0.0012 (-0.237)	0.6403 (2.061)	0.0087
IPI 24 M	-0.0003 (-0.058)	0.7395 (2.005)	0.0083
IPI 30 M	-0.0008 (-0.114)	0.9025 (2.174)	0.0103
IPI 36 M	-0.0009 (-0.117)	1.0352 (2.247)	0.0114
IPI 42 M	-0.0029 (-0.332)	1.2981 (2.544)	0.0156
IPI 48 M	-0.0013 (-0.136)	1.3230 (2.346)	0.0131

(Elaboración propia, base de datos del Banco de la Reserva Federal de St. Louis, t estadístico entre paréntesis)

Observando los datos expuestos en la tabla 2, se puede decir que transmite información relevante, se ha obtenido una beta positiva y esto es que entre la pendiente de la curva de tipos y el crecimiento futuro del índice de producción existe una correlación positiva. Para entenderlo mejor, cuando la diferencia entre el bono español a 10 años y la letra del

Tesoro a 3 meses es más alta significa que la producción industrial crecerá.

Ahora se trata de analizar hasta qué punto la pendiente de la curva de rendimientos influye en el crecimiento futuro del índice de producción industrial. Para ello se debe explicar cada aspecto recogido en la tabla 2, en primer lugar, tenemos las betas, estás como bien se ha dicho son positivas.

Cuando se habla de esto se debe explicar la relación que existe, al ser positiva. Cuando la pendiente de la curva de rendimientos aumenta, el crecimiento futuro de la producción industrial aumentará y, al contrario, si dicha curva disminuye el crecimiento disminuirá. Pero también se sabe en la magnitud del cambio. Si la beta es igual a 1, ambas curvas se moverán idénticamente, si una sube un punto la otra subirá exactamente lo mismo, si por otro lado la beta es menor que 1, la variable dependiente variará en menor medida y, por último, si la beta es mayor que 1, la variable dependiente tendrá una variación más alta que la variable independiente. Si tuviéramos betas negativas ocurriría exactamente lo mismo, pero, al contrario.

Poniendo los tres posibles ejemplos de la tabla, con la variable dependiente IPI 30M, la beta uno es igual a 0.9025, lo que implica que cuando varíe la curva de rendimientos, el crecimiento futuro del índice de producción cambiará dicha variación multiplicado por 0.9025. Tomando IPI 36M, con beta de 1.0352, muy cercano a 1 y IPI 42M con beta 1.2981.

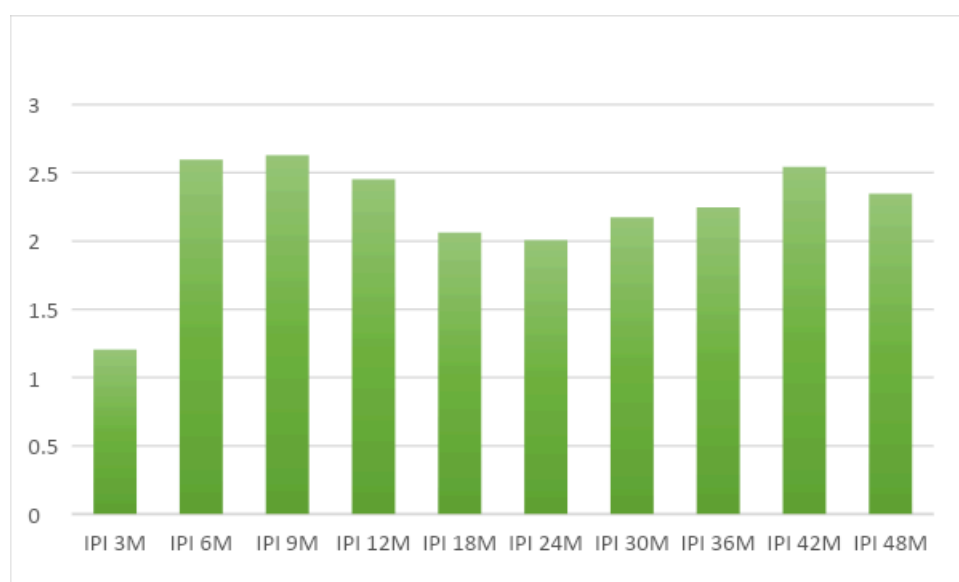
Otro dato que no se ha comentado anteriormente en la tabla es el número que se encuentra debajo de las Betas y Alfas entre paréntesis. Dicho resultado se conoce como el Estadístico t, este representa la precisión en la que está estimada la Beta y el Alfa o bien si es posible que tenga errores. Dicho valor se toma en valor absoluto, por lo que es indiferente si es negativo o positivo, cuando es mayor que 1.96, se entiende que los resultados son exactos a un nivel de confianza del 95%, si estos

sobrepasan 2.33, implica que ese nivel de confianza es del 99%, lo que significa que son muy fiables.

Tomando el primer resultado como referencia, da 1.204, es menor que 2 por lo tanto la cifra de la Beta no se puede tener en cuenta dado que puede estar estimada con mucho error. Si se analiza los siguientes valores se aprecia que son todos mayores que 2, el valor más alto es 2.628 en el modelo que emplea como variable dependiente IPI 9M, por lo que la beta de dicho modelo es la de mayor precisión.

A continuación, se adjunta el gráfico 4 para visualizar cómo se reparte dicho valor para comprender en qué rangos este es mayor.

Gráfico 3; Estadístico t por Rango de IPI España



(Elaboración propia, base de datos del Banco de la Reserva Federal de St. Louis)

Se observa en el gráfico 4, entre los rangos del IPI de 6 a 12 meses una tendencia a ser más altos, luego una bajada y de nuevo una subida hasta IPI 42 meses.

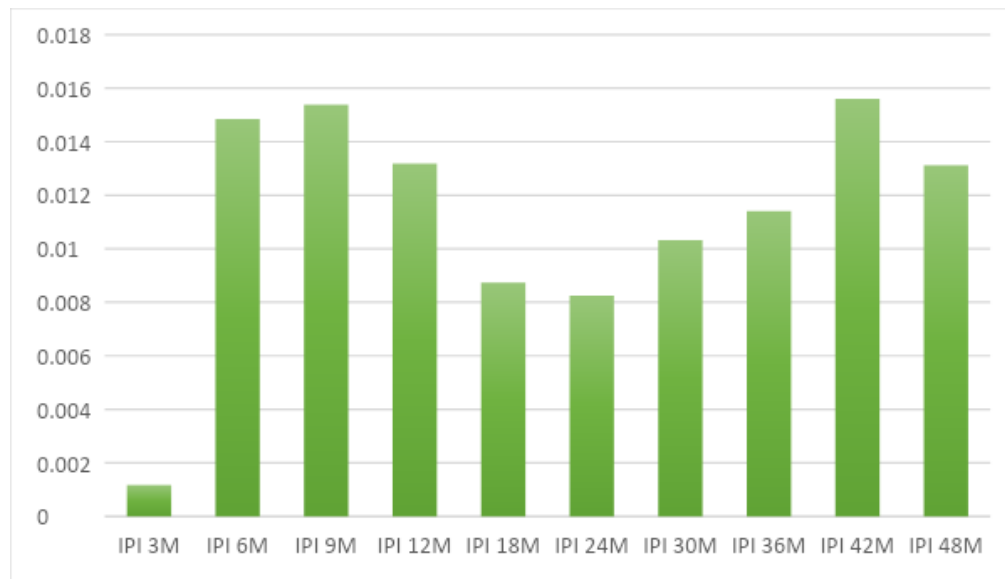
Adj. R^2 , conocido como el R-cuadrado corregido. Este es un indicador de la calidad del modelo, es decir de lo bueno o malo que sea. Informa de la significatividad o la influencia que tiene el modelo sobre la variable dependiente, en este caso IPI. Sirve para conocer qué porcentaje de la

variabilidad de la variable dependiente Y es explicada por la variable X. Es un número comprendido entre 0 y 1 pero también se puede denotar como un porcentaje. Cuanto mayor sea dicho número, más importancia tendrán las variables utilizadas para el modelo a la hora de explicar la variable dependiente.

En este caso la R-cuadrado corregida del primer modelo sobre el IPI 3M es 0.0012; es decir, que la curva de rendimientos explica un 0.12% del crecimiento del índice de producción industrial a 3 meses. Cuando esto ocurre se debe saber que hay más factores que afectan a dicho índice, a primera vista se puede decir que nuestro modelo está incompleto y faltan más variables que puedan explicar el comportamiento del crecimiento futuro del IPI. Con respecto al modelo empleando el IPI 6M como variable dependiente se observa una subida importante del R-cuadrado pasando del 0.11% al 1.49% y posteriormente con IPI 9M de nuevo una subida hasta el 1.54% le sigue una bajada y en el porcentaje de mayor peso que encontramos en nuestro modelo se encuentra cuando se utiliza el crecimiento del IPI a 42 meses con un 1.56% de significatividad.

Con esto entendemos que a mayor rango de tiempo más capacidad predictiva tiene la pendiente de la curva de rendimientos sobre el crecimiento futuro del índice de producción industrial.

Gráfico 4; R-Cuadrado Corregido por Rangos de IPI España



(Elaboración propia, base de datos del Banco de la Reserva Federal de St. Louis)

En el gráfico 3 se observa con mayor claridad los puntos en los que R^2 es más significativo, como se ha explicado antes, entre los rangos de 6 a 12 meses el porcentaje es superior a uno, la significatividad vuelve a bajar y hay un repunte en con la variable dependiente de IPI 42 meses en el que llegan al nivel de peso más importante. No obstante, siguen siendo resultados pequeños si con respecto a esto si realmente se desea predecir el crecimiento de la producción.

Se entiende que el límite de significatividad y de relevancia es el crecimiento del Índice de producción industrial hasta los 42 meses, dado que para el de 48 meses bajan de nuevo los estadísticos t y el R-cuadrado corregido.

Con los datos obtenidos para España en el primer modelo los aspectos a destacar serían dos, las betas positivas, con correlación positiva entre la variable dependiente con la variable independiente, lo que es buen síntoma. Los estadísticos t muestran que la beta está bien estimada por lo que se corroboran los resultados, se debe buscar mejores resultados en cuanto al R-cuadrado corregido y procurar mejorar su significatividad. En

cualquier caso, podemos concluir que la relación entre la pendiente de la curva de tipos y el futuro crecimiento de la producción industrial en España es positiva y significativa a partir de horizontes de 6 meses. La pendiente de la curva de tipos es un indicador adelantado de la economía real.

A continuación, se muestran los mismos modelos, pero para Estados Unidos, entendiéndose que los resultados serán más relevantes y se procederá al mismo análisis que anteriormente se ha realizado para finalmente comparar los datos.

Al igual que para España se espera obtener una beta positiva, pero con un R-cuadrado mayor dado que para Estados Unidos ya existen estudios realizados al respecto. Como bien muestra y comenta el Banco de la Reserva Federal de Chicago en 2018 *“Many studies document the predictive power of the slope of the Treasury yield curve for forecasting recessions.”* Campbell R. Harvey: 1988, *“The real term structure and consumption growth,”* Journal of Financial Economics, Vol. 22, No. 2, pp. 305–333; 1993, *“The term structure forecasts economic growth,”* Financial Analysts Journal, May/June, pp. 6–8. Arturo Estrella y Gikas A. Hardouvelis, 1991, *“The term structure as a predictor of real economic activity”*. John C. Williams y Glenn D. Rudebusch, 2009, *“Forecasting recessions: The puzzle of the enduring power of the yield curve,”* Journal of Business & Economic Statistics, Vol. 27, No. 4, pp. 492–503. Y muchos más. A grandes rasgos lo que demuestran en general los estudios es que la pendiente de la curva de rendimientos está positivamente correlacionada con el crecimiento económico futuro lo que implica que puede predecir el comportamiento de la economía. Analizados los trabajos realizados, se puede esperar unos resultados óptimos.

- **Estados Unidos**

Tabla 3; Modelo de Regresión Lineal Simple USA

	α	β_1 (curva tipos)	Adj. R^2
IPI 3M	0.0022 (2.471)	0.0555 (1.284)	0.0016
IPI 6M	0.0049 (2.726)	0.1668 (1.889)	0.0066
IPI 9M	0.0069 (2.606)	0.3247 (2.523)	0.0139
IPI 12M	0.0086 (2.516)	0.5102 (3.119)	0.0227
IPI 18M	0.0096 (2.108)	0.9978 (4.575)	0.0512
IPI 24M	0.0073 (1.350)	1.6642 (6.470)	0.1011
IPI 30M	-0.0008 (0.729)	2.3632 (8.174)	0.1556
IPI 36M	0.0034 (0.500)	2.9701 (9.279)	0.1951
IPI 42M	0.0064 (0.851)	3.3410 (9.457)	0.2040
IPI 48M	0.0162 (1.931)	3.4044 (8.708)	0.1808

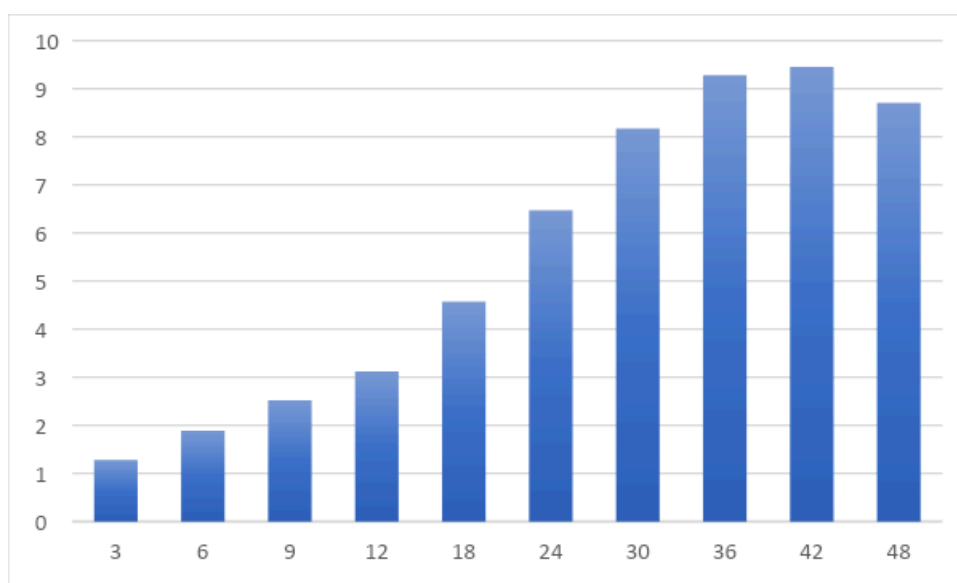
(Elaboración propia, base de datos del Banco de la Reserva Federal de St. Louis, t estadístico entre paréntesis)

Partiendo de las betas, efectivamente son positivas y aumentan progresivamente desde la primera beta con variable dependiente IPI 3M, en la que se obtiene una de 0.0555 hasta el último resultado en IPI 48M de 3.4044 lo que implica que, si la pendiente de la curva de tipos varía, el crecimiento futuro del índice de producción variará tres veces más. Comparándolo con España, la media de las betas obtenidas da 0.7452 y en cambio para los americanos 1.5798. Esto implica que las variaciones

que se den en la pendiente de la curva de tipos afectarán menos al futuro crecimiento económico en España y por el contrario en Estados Unidos tendrá un efecto más importante, es más relevante para ellos.

Para asegurar que dichas betas sean relevantes se debe conocer el estadístico t de cada una. Con las variables dependientes IPI 3M e IPI 6M, no se puede estar seguro de que la beta sea correcta dado que ambos estadísticos t se encuentran por debajo de 2. A partir del modelo con la variable dependiente IPI 9M, los estadísticos t ya superan el 2, y dichos valores van en aumento hasta IPI 42M y de nuevo baja como para España, aunque, en este caso los valores son mayores que los resultados obtenidos en la tabla 2. A continuación se adjunta el gráfico 5 con los estadísticos t en cuestión.

Gráfico 5; Estadístico t por Rango de IPI USA



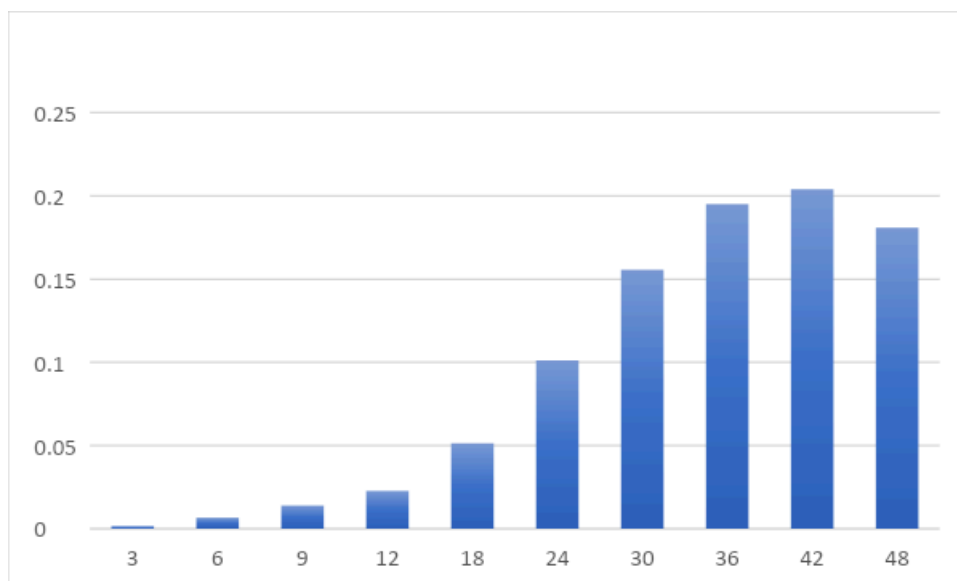
(Elaboración propia, base de datos del Banco de la Reserva Federal de St. Louis)

Se observa en el gráfico 5 el aumento del valor del estadístico t hasta el punto máximo en el horizonte temporal del crecimiento de la producción industrial de 42 meses.

Con respecto a R-cuadrado corregido, se obtiene un resultado similar para ambos IPI 3M con un 0.16% y en España 0.11% pero enseguida se

observa un crecimiento exponencial que no se da en los resultados obtenidos para España. A la altura del horizonte temporal de 9 meses, la R^2 es de un 1.39 %, igualmente parecido a España, explicando el modelo con un nivel del 1.54% pero a partir de aquí ocurre una situación peculiar, en España baja dicho porcentaje para posteriormente volver a subir como bien se observa en el gráfico 3. Pero para Estados Unidos, no deja de subir el nivel de significatividad hasta el punto de que con el modelo con variable dependiente IPI 42M llega a explicar el 20.4% del crecimiento económico a través de la pendiente de la curva de tipos. Nada que ver con el máximo de España 1.56%, esto implica que en Estados Unidos gran parte del futuro crecimiento económico viene explicado por la curva de tipos y que en España existen otros factores de mayor peso.

Gráfico 6; R-cuadrado corregido por rangos del IPI USA



(Elaboración propia, base de datos del Banco de la Reserva Federal de St. Louis)

En el gráfico 6 se observa un crecimiento de R^2 hasta su punto máximo en el horizonte temporal de índice de producción industrial a 42 meses, posteriormente desciende, con lo que el punto óptimo de predicción e importancia se da con IPI 42M. Esto implica que el modelo es más significativo en este momento, no tanto con horizontes temporales a corto plazo.

Una vez analizado el modelo empleado para España y Estados Unidos para cada horizonte temporal, se puede confirmar que la influencia de la curva de rendimientos sobre el crecimiento futuro del índice de producción industrial es mayor para Estados Unidos es por ello por lo que se han realizado tantos estudios al respecto y se ha visto con los resultados obtenidos. En cambio, para los españoles, la influencia de únicamente la curva de tipos no tiene el suficiente peso para decir que sea un predictor suficiente.

Tal vez el problema es que con tan solo una variable no se puede predecir de manera precisa algo tan complejo como el crecimiento económico. Aunque también es cierto que los resultados sugieren que la política monetaria en Estados Unidos tiene más credibilidad que en España o Europa en los últimos años de la muestra. En Estados Unidos la política de bajada de tipos ante dificultades económicas por parte de la Reserva Federal es mucho más clara, contundente y rápida que en España y Europa.

4. Modelo con más variables

Una vez analizado el modelo con una sola variable, la pendiente de la curva de tipos, se han obtenido una serie de resultados tanto para España como para Estados Unidos con una diferencia importante. Para lograr una comprensión más avanzada del comportamiento del índice de producción industrial se debe añadir una serie de variables al modelo que influyen a dicho índice. El conjunto de dichas variables hará que el modelo tenga una mayor precisión.

4.1 Metodología

Se emplea la misma metodología que para el primer modelo, mediante Gretl añadiendo en este caso tres variables más.

Se va a analizar un modelo con cuatro variables, la primera la pendiente de la curva de rendimientos, la segunda el riesgo del crédito interbancario, en tercer lugar, la volatilidad a seis meses anualizada del rendimiento del índice S&P 500 y por último la rentabilidad por dividendos asociada a dicho índice.

4.2 Fórmulas

La primera a analizar es el riesgo del crédito interbancario. El mercado interbancario es un mercado dónde los bancos prestan y piden dinero, por diversas razones como bien puede ser por necesidad o exceso de liquidez. En dicho mercado se intercambian al tipo de interés que marque el EURIBOR para la zona Euro y para Estados Unidos se utiliza el tipo de interés que marque el LIBOR y este refleja de manera, en principio fiel, como se encuentra la economía y los mercados, por lo que debería ser un indicador fiable sobre la situación económica.

El método para calcular la variable se utiliza el tipo de interés interbancario a tres meses y se le resta el tipo de interés de la letra del Tesoro a tres meses.

Riesgo de crédito = Interbancario 3 meses – Letra del Tesoro 3 meses

La segunda variable que se incluye en el modelo es la volatilidad a 6 meses anualizada, esta se calcula mediante la desviación típica de la muestra empleada para el trabajo utilizando los rendimientos mensuales del IBEX para España y del Standard and Poor's 500 (S&P 500) de los últimos 6 meses incluido el mes en cuestión, posteriormente se anualiza multiplicando el número resultante por raíz de 12.

La tercera variable que se añade es la rentabilidad por dividendos, es una cantidad en dinero que se recupera de una inversión en algún activo sin necesidad de vender dicho activo. Se calcula mediante un ratio:

$$R_t = \frac{P_t - P_{t-1} + DIV_t}{P_{t-1}} = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} + \frac{DIV_t}{P_{t-1}}$$

La fórmula adjuntada en la parte superior sirve para obtener la rentabilidad total de un activo, la rentabilidad por dividendos forma parte de dicha ecuación:

$$\frac{DIV_t}{P_{t-1}}$$

De esta manera se han calculado las rentabilidades de los dividendos para nuestro modelo. Esta serie se ha obtenido de la página web de Robert Shiller (<http://www.econ.yale.edu/~shiller/>). Para España, la rentabilidad por dividendos ha sido amablemente proporcionada por BME.

4.3 Resultados

En el apartado de resultados se van a mostrar las tablas con los datos obtenidos mediante Gretl. En este caso las tablas mostrarán cuatro variables diferentes en total y, al igual que en el apartado tres, se mostrarán las tablas de España y de igual manera, más adelante las de los Estados Unidos. Se busca que la beta 1 como en la tabla 2 sea positiva, la beta 2 que está relacionada con la pendiente de la curva del tipo de interés interbancario podría ser tanto positiva o negativa y el resultado se vuelve puramente empírico, la beta 3 está relacionada con la rentabilidad por dividendos al igual que las anteriores tiene que ser positiva normalmente ya que aumentos en esta variable suele conducir a rendimientos bursátiles futuros mayores y a un mayor crecimiento económico, por último, la beta 4 relacionada con la volatilidad anual, tiene que ser negativa.

La razón por la cual unas deben ser positivas o negativas se explicará posteriormente a plasmar los resultados de la tabla. Se emplea el mismo procedimiento que en el punto 3 para analizar los resultados, mediante las gráficas y explicación de estos, todo ello comparado entre España y Norte América.

- **España**

Tabla 4; IPI con respecto múltiples variables España

	α	β_1 (curva tipos)	β_2 (Riesgo Interb.)	β_3 (Rent. DIV)	β_4 (Vol.)	Adj. R ²
IPI 3M	0.0059 (1.676)	0.2701 (2.284)	-0.0907 (-0.599)	-0.1416 (-1.462)	-0.0237 (-2.125)	0.0270
IPI 6M	0.0043 (0.823)	0.9171 (5.232)	0.3271 (1.461)	-0.1842 (-1.285)	-0.0602 (-3.648)	0.0874
IPI 9M	0.0038 (0.527)	1.3982 (5.778)	0.6786 (2.195)	-0.2011 (-1.016)	-0.0934 (-4.096)	0.1050
IPI 12M	0.0013 (-0.150)	1.1823 (6.076)	1.1609 (3.030)	-0.0403 (-0.164)	-0.1409 (-4.981)	0.1240
IPI 18M	0.0061 (-0.519)	2.4847 (6.297)	2.0095 (3.994)	0.0858 (0.2662)	-0.1978 (-5.323)	0.1417
IPI 24M	-0.0109 (-0.801)	3.0732 (6.662)	2.6119 (4.450)	0.2899 (0.771)	-0.2691 (-6.206)	0.1699
IPI 30M	0.0094 (-0.626)	3.4275 (6.715)	2.3908 (3.686)	0.5123 (1.234)	-0.3682 (-7.683)	0.2006
IPI 36M	0.0046 (0.276)	3.4776 (6.138)	1.5080 (2.095)	0.4014 (0.866)	-0.4265 (-7.989)	0.2010
IPI 42M	0.0142 (0.774)	3.8773 (6.263)	0.9887 (1.258)	0.3117 (0.613)	-0.4983 (-8.531)	0.2261
IPI 48M	0.0176 (0.844)	3.8614 (5.506)	0.8632 (0.969)	0.2927 (0.507)	-0.4964 (-7.456)	0.1845

(Elaboración propia, base de datos, del Banco de la Reserva Federal de St. Louis, la rentabilidad por dividendos ha sido proporcionada por BME, t estadístico entre paréntesis)

Las betas de la pendiente de curva de tipos son efectivamente positivas al igual que en el primer modelo de la tabla 2, pero existe una diferencia, ya que, en el nuevo modelo, la beta es mayor en general que en el anterior, llegando incluso hasta 3.8773 con el modelo con IPI de horizonte 42 meses, lo que implica que un cambio en la curva de rendimientos tiene un

efecto de casi 4 veces más sobre el crecimiento futuro del índice de producción.

La beta 2 presenta unos resultados razonables, a pesar del primero con respecto de IPI 3M, en el que se obtiene una beta negativa, aunque realmente no indica nada debido a su estadístico t que se encuentra por debajo de 2, las demás son todas positivas y significativas hasta el horizonte de 36 meses. El signo de este coeficiente no es evidente a priori. Por un lado y sobre todo para horizontes cortos, podríamos esperar una beta negativa, ya que cuanto mayor sea el diferencial del interbancario con respecto a la Letra, mayor es el riesgo de crédito en el sector bancario. Sin embargo, también se puede pensar que cuando las perspectivas económicas son positivas, los bancos demandarán más dinero para conceder créditos ante el previsible aumento de la demanda de crédito por parte de las empresas. Parece que los resultados favorecen esta última explicación.

En este apartado la beta más alta está en el modelo con la variable dependiente IPI 24M, siendo esta 2.6119 si se observa con rangos más amplios vuelve a bajar.

Con respecto a la beta 3 relacionada con la rentabilidad por dividendos, es negativa hasta IPI 12M, de ahí hasta adelante es positiva. Pero se puede apuntar que no es un resultado relevante dado su estadístico t que en ningún punto supera el 2. Esta variable no parece muy relevante dado que no se puede asegurar que sus betas sean correctas. Aunque la rentabilidad por dividendos es un buen predictor del rendimiento bursátil futuro a horizontes largos, no parece ser relevante para la producción industrial.

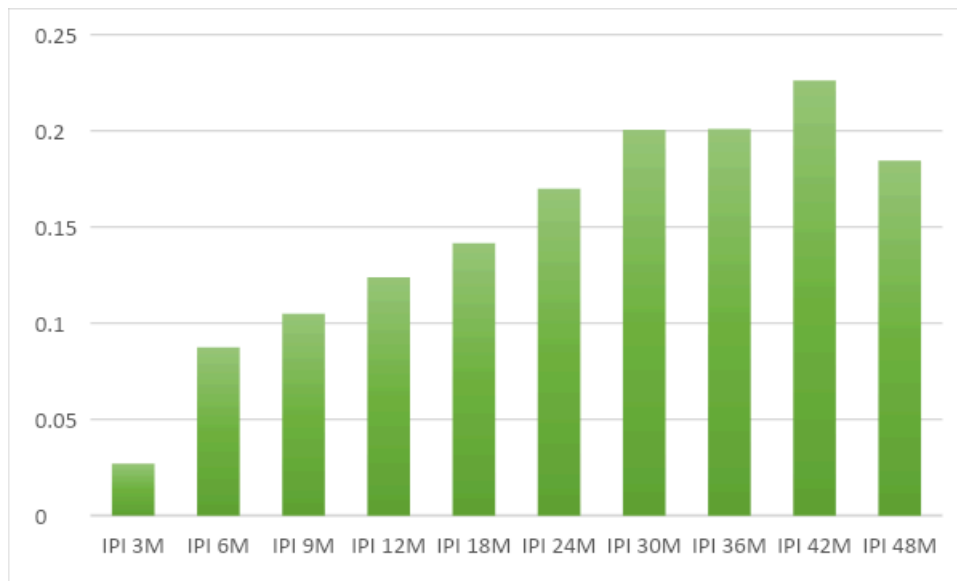
Por último, la beta 4, relacionada con la volatilidad anual, es negativa, cabía esperar dicho resultado, la volatilidad aumenta cuando las previsiones de la economía son desfavorables. Por lo que tienen una correlación negativa, de forma que cuando la volatilidad sube, el crecimiento futuro de la producción industrial disminuye.

Con los primeros resultados de las betas hasta IPI 9M no parece que la volatilidad tenga un efecto a destacar dado que sus coeficientes rondan -0,02 o -0,09 y esto no tiene un impacto muy relevante, en IPI 42M se da la cifra más alta -0.4983, significa que, si varía la volatilidad, el índice de producción variará la mitad en sentido opuesto. Con respecto a los estadísticos t de las betas cabe indicar que, de las 4 betas a analizar, la única que ofrece datos irrelevantes es la beta 3, por lo demás los resultados son óptimos. Para la beta 1, el estadístico t con mayor valor es en IPI 30 con un estadístico t de 6.715, la beta 2 IPI 24 con 4.450 y en la beta 4 en IPI 42 con -8.531. Esto transmite que son fiables las betas obtenidas por lo que los resultados en este aspecto son positivos.

Comentando el último aspecto destacable, al igual que se ha realizado con el anterior modelo en la tabla 2, la R-cuadrado corregida muestra la relevancia de añadir nuevas variables explicativas. Este resultado, siempre que las nuevas variables resultan significativas, era un resultado esperable al tener un modelo más completo que logra explicar el comportamiento del crecimiento futuro del índice de producción industrial.

Así ha sido y, de hecho, se obtienen resultados alentadores. En la tabla 4, IPI 3M tiene un nivel de significatividad de 2.7%, siendo aún bajo, pero comparado al de la tabla 2, con 0.11%, se ve una mejoría. Se debe tener en cuenta que en el primer modelo de la tabla 2, en ningún momento se sobrepasa el 2% de significatividad. En IPI 6M hay un aumento hasta 8.74% y continúa aumentando hasta obtener en su punto máximo un Adj. R^2 igual a 22.61% en IPI 42M, lo que implica que el modelo con dicha variable dependiente logra explicar el 22.61% de la variabilidad del crecimiento futuro del índice de producción industrial.

Gráfico 7; R-cuadrado corregido por rangos del IPI España



(Elaboración propia, base de datos del Banco de la Reserva Federal de St. Louis)

Gráficamente se observa que la significatividad del modelo aumenta según el horizonte temporal se vuelve más amplio, hasta llegar hasta el punto máximo en IPI 42M, que como bien se ha dicho llega hasta 22.61%, y ya cae el valor hasta 18.45% en IPI 48M. Cabe destacar que en IPI 30M e IPI 36M, el R-cuadrado supera el 20%, alcanzando el 20.06% y 20.1% respectivamente, lo que significa que entre dichos horizontes temporales el modelo es más preciso que en otros horizontes.

No se debe olvidar que el modelo americano con una sola variable ya lograba explicar el 20,4% del índice de producción en IPI 42. Esto sugiere que la variable de la pendiente de la curva de rendimientos americana explica prácticamente lo mismo que las cuatro variables empleadas para el modelo español.

Una vez dicho esto, se procede a la comparación entre el modelo español con cuatro variables con el modelo americano con las mismas cuatro variables, se esperan unos resultados similares al de la tabla 4 salvo por el R-cuadrado que es muy probable que sea mayor.

• **Estados Unidos**

Tabla 5; IPI con respecto múltiples variables USA

	α	β_1 (curva tipos)	β_2 (Riesgo Interb.)	β_3 (Rent. DIV)	β_4 (Vol.)	Adj. R ²
IPI 3M	0.0126 (6.937)	0.2919 (5.502)	0.1000 (4.382)	-0.4730 (-5.593)	-0.0516 (-8.708)	0.2191
IPI 6M	0.0232 (6.087)	0.5701 (5.052)	0.1644 (3.417)	-0.7500 (-4.247)	-0.0977 (-7.920)	0.1792
IPI 9M	0.0271 (4.972)	0.1927 (1.426)	-1.9911 (-5.123)	0.2846 (1.192)	-0.0837 (-4.283)	0.1710
IPI 12M	0.0258 (3.717)	0.2277 (1.312)	-2.9005 (-5.835)	0.7138 (2.344)	-0.0749 (-3.005)	0.1665
IPI 18M	0.0154 (1.657)	0.4103 (1.766)	-4.4364 (-6.687)	1.6744 (4.134)	-0.0441 (-1.330)	0.1869
IPI 24M	0.0046 (0.412)	1.0180 (3.652)	-4.4299 (-5.570)	2.1266 (4.379)	-0.0460 (-1.152)	0.2007
IPI 30M	-0.0085 (-0.662)	1.6669 (5.282)	-4.2593 (-4.731)	2.6308 (4.792)	-0.0497 (-1.097)	0.2375
IPI 36M	-0.0176 (-1.242)	2.2380 (6.438)	-4.1694 (-4.205)	3.2178 (5.318)	-0.0786 (-1.567)	0.2815
IPI 42M	-0.0286 (-1.857)	2.4262 (6.457)	-4.8163 (-4.494)	4.2727 (6.542)	-0.0918 (-1.692)	0.3191
IPI 48M	-0.0403 (-2.427)	2.3171 (5.703)	-5.0969 (-4.382)	5.5631 (7.879)	-0.1039 (-1.769)	0.3333

(Elaboración propia, base de datos, del Banco de la Reserva Federal de St. Louis, la rentabilidad por dividendo ha sido proporcionada por la página web de Robert Shiller, t estadístico entre paréntesis)

En primer lugar, al igual que se ha venido haciendo con anterioridad, se va a comentar las betas. La beta 1 comparado con las obtenidas en la tabla 4 y en la tabla 3 son ligeramente más bajas, por lo que la influencia de la curva de tipos sobre la pendiente del índice de producción ha disminuido. Se puede asegurar además que salvo en IPI 9M, IPI 12M e IPI 18M, los demás modelos tienen un nivel de confianza de más del 99% dado que sus estadísticos t sobrepasan 2.33.

Con respecto a la beta 2, ocurre un fenómeno singular, en IPI 3M e IPI 6M dicho valor es positivo, pero a partir de aquí, se vuelve negativo. En horizontes temporales más a corto plazo tiene una correlación positiva con el crecimiento futuro de la producción y a partir de IPI 9M su comportamiento cambia y se comporta al contrario de la variable dependiente. Todos estos datos tienen un nivel de confianza de más del 99% de confianza. Comparando para España en la tabla 4, dan unos resultados opuestos dado que su beta tiene una correlación positiva con su variable dependiente en todos los horizontes salvo en IPI 3M.

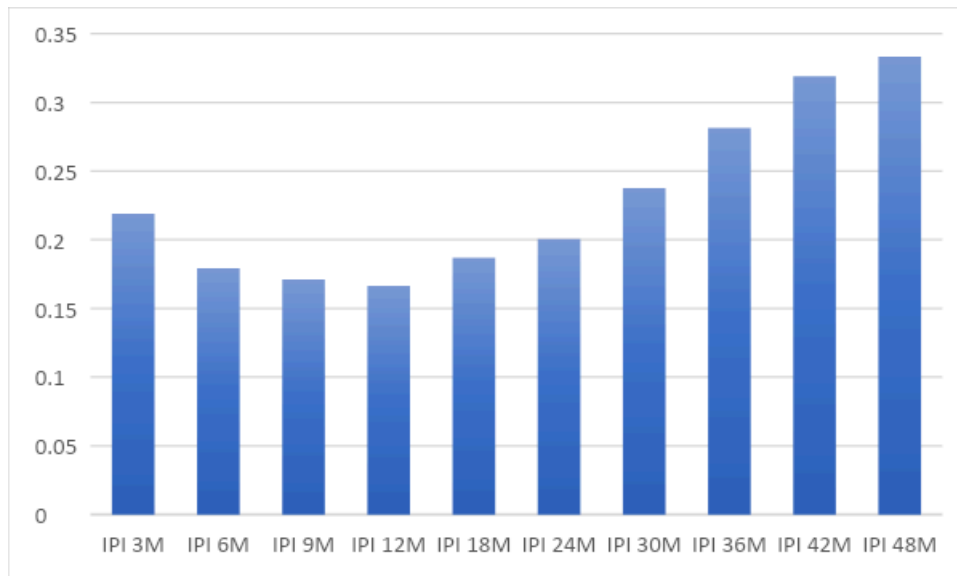
Con la beta 3 ocurre exactamente lo contrario, los dos primeros resultados con IPI 3M e IPI 6M tiene correlación negativa y posteriormente a esto, se mueve en la misma dirección que la variable dependiente. Además, salvo en IPI 9M e IPI 12M, todas las demás tienen un estadístico t superior a 2.33, lo que implica que tienen un 99% de confianza. Para España esto no se da dado que los resultados no tienen un nivel suficiente de confianza como para estar seguros del resultado.

Por último, la beta 4 se comporta de manera esperada, lo normal es que la volatilidad sea contra cíclica y se mueva al contrario del crecimiento económico. Aunque los resultados que nos interesan son los obtenidos hasta IPI 12M, dado que el estadístico t a partir de aquí es inferior a 1.96. Para España se obtienen resultados similares, aunque los suyos tienen un nivel de confianza superior al 99%.

Con relación a la tabla 5, al analizar el R-cuadrado corregido se observa que en IPI 3M da un resultado de 21.91%, prácticamente el máximo que se da para España, pero según avanza el horizonte temporal dicho resultado disminuye hasta IPI 12M a 16.65% y comienza a aumentar hasta llegar a su punto máximo en IPI 48M dónde el modelo llega a explicar el 33.33% de la variabilidad de la variable dependiente. El máximo en España es del 22.61% en IPI 42M. El modelo americano de nuevo logra explicar en mayor medida el comportamiento del crecimiento

futuro del índice de producción industrial que el modelo para la economía española.

Gráfico 8; R-cuadrado corregido por rangos del IPI USA



(Elaboración propia, base de datos del Banco de la Reserva Federal de St. Louis)

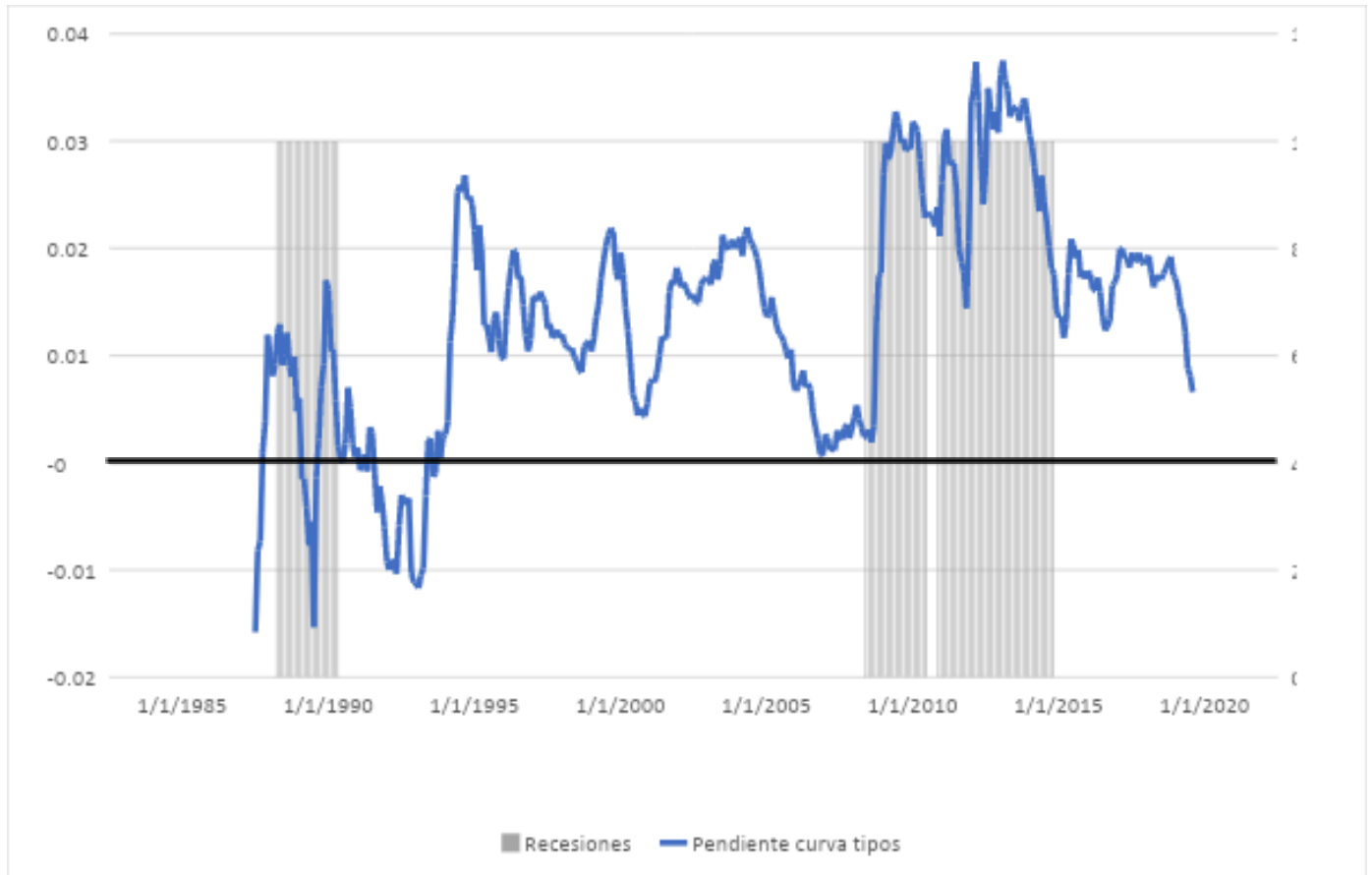
5. Curva de tipos y recesiones

A continuación, para acabar, resulta interesante observar gráficamente el comportamiento de la pendiente de la curva de tipos combinado con las recesiones económicas ocurridas entre julio de 1987 hasta julio de 2019.

Apoyando las regresiones hechas tanto para España como para los Estados Unidos con dos modelos para cada uno, con una variable y posteriormente con cuatro se mostrarán los gráficos y entre todo lo obtenido, facilitará la comprensión y análisis de los resultados. Esto servirá de apoyo a la hora de redactar la conclusión.

5.1 España

Gráfico SEQ Gráfico * ARABIC 9; Curva de tipos prediciendo recesiones España



(Elaboración propia, base de datos del Banco de la Reserva Federal de St. Louis)

En primer lugar, se va a explicar qué es lo que aparece en el gráfico 7, hay dos aspectos fundamentales que se deben comentar, el gráfico se mueve entre julio de 1987 hasta julio de 2019. Se observa una curva azul y esta es la pendiente de la curva de tipos, en su estado normal se mueve por encima de 0, pero en caso bizarros como ya se ha explicado dicha curva se invierte y cae por debajo de cero o se aproxima mucho a cero.

En España, la curva ha estado invertida en 1987, 1989 y desde 1991 hasta 1993, entre 2006 y 2007 estuvo muy cerca de invertirse llegando a estar en niveles del 0.00066, concretamente en diciembre de 2006, lo que

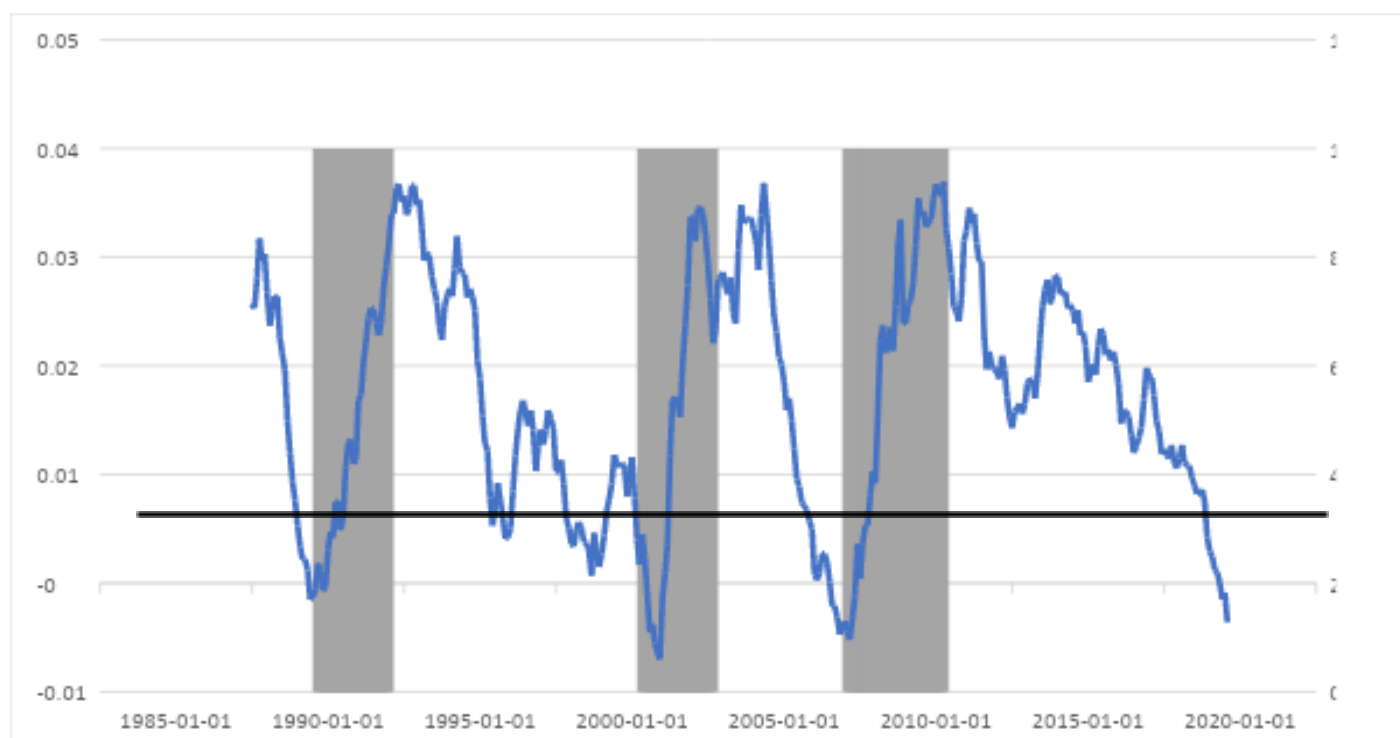
indica que los tipos de interés del bono a diez años y la letra del Tesoro eran prácticamente los mismos.

Las barras grises muestran las recesiones económicas sufridas en España. Se observan dos en total, aunque la segunda, la de 2008 se divide en dos partes. Las fechas de recesión se han obtenido de la página web de la Asociación Española de Economía a través de su comité de fechado. La primera ocurrió en 1992 la crisis europea, concretamente comenzó en enero de 1992 y duró hasta septiembre de 1993, un total de 7 cuartos, la expansión de esta fue de 58 cuartos. Posteriormente a esta, vino la crisis económica mundial, la doble recesión, en abril de 2008 hasta diciembre de 2009, una duración de 7 cuartos. La segunda parte que azotó a España fue en mayo de 2010 con la crisis de deuda de la eurozona, hasta junio de 2013, con una duración de 13 cuartos.

Ahora bien, la parte real del caso de estudio es si efectivamente la curva se invierte antes de una recesión económica. Como se ha mencionado, la curva estaba invertida en 1987 y 89, pero las recesiones fueron inexistentes, luego en febrero de 1991 sí que se invirtió y 11 meses después vino la crisis en enero de 1992. En diciembre de 2006 estuvo a punto de invertirse, 16 meses después vino la crisis de 2008.

5.2 Estados Unidos

Gráfico SEQ Gráfico * ARABIC 10; Curva de tipos prediciendo recesiones USA



(Elaboración propia, base de datos del Banco de la Reserva Federal de St. Louis)

El gráfico 8 es relativamente parecido al gráfico 7, aunque en este caso se puede apreciar mejor el poder predictor de la curva de rendimientos. Cada vez que se invierte la curva viene una recesión económica. La curva se invierte tres veces y una cuarta al final de la muestra, se aprecian tres recesiones, es decir que se invierte las mismas veces que ocurre una crisis.

Concretamente para la primera observación, en junio de 1989 se invierte, la recesión económica se da en julio de 1990 dónde se determinó que la economía había alcanzado un pico de actividad hasta marzo de 1993, dicho periodo de 8 meses se reconoció por el *National Bureau of Economic Research* como una recesión económica. En julio de 2000 se invierte de nuevo, le sigue un pico en la actividad comercial en la economía en marzo de 2001, al igual que en la anterior, un pico marca el final de una expansión y el comienzo de una recesión, en concreto se mantuvo hasta noviembre de 2001 hasta que finalizó la crisis. Por tercera vez, la inversión de la curva se dio en agosto de 2006 y llegó el pico en la economía en Estados Unidos en diciembre de 2007, aquí la crisis comenzó oficialmente y finalizó en junio de 2009. Cabe destacar la inversión de la curva al final de la muestra, en junio de 2019.

Comparado con el gráfico de España, se aprecia que para los americanos dicho indicador es más preciso y tiene un nivel de fiabilidad mayor, tal como hemos observado en los resultados de las regresiones.

6. Conclusión

La investigación realizada sirve para contestar a las cuestiones sobre los objetivos marcados.

Los resultados obtenidos para Estados Unidos efectivamente son relevantes, opino que la curva de tipos en su caso es un magnífico predictor ya que, además de los estudios que se han realizado al respecto, lo corroboro con mis resultados.

Con respecto a los resultados obtenidos para España, no muestran el alto grado de predicción que, si se obtienen para Estados Unidos, pero se puede afirmar que aun así es un buen predictor del crecimiento futuro del índice de producción industrial.

En definitiva, la pendiente de la curva de tipos tanto para España como para Estados Unidos está positivamente correlacionada con el crecimiento futuro del índice de producción industrial. Lo cual ya indica que los resultados son favorables a la utilización de la pendiente de la curva de tipos como indicador adelantado del crecimiento económico.

Los estimadores de los coeficientes asociados a la pendiente de la curva de tipos para los modelos de España son todos positivos y significativos cuando controlamos con otras variables, por lo que en efecto después de haber estudiado la pendiente de la curva de tipos podemos afirmar que esta es un buen predictor del crecimiento futuro del índice de producción industrial.

Por lo que dicho esto, si se desea conocer cómo se va a comportar el crecimiento del índice de producción industrial para España, nos debemos fijar sin duda en la pendiente de la curva de tipos. Esto no quita que debemos dejar de lado otras variables, no sería inteligente fijarse en una sola variable que de hecho es muy simple, que explicase algo tan complicado como el futuro de la economía.

Se debe tener en cuenta un conjunto de variables que afecten de manera directa el crecimiento del índice de producción industrial como son la curva de rendimientos, el riesgo del crédito interbancario, la volatilidad a seis meses anualizada del rendimiento de los índices bursátiles y por último la rentabilidad por dividendos asociada a dicho índices.

Gracias al estudio podemos comprender de manera más evidente que, siempre que escojamos apropiadamente las variables explicativas de nuestros modelos, podremos predecir un acontecimiento económico mayor precisión.

Esto es aplicable a todo tipo de ámbitos y situaciones, uno no debe guiarse por un solo factor, debe tener en cuenta el máximo de variables que afecten a la decisión a tomar para poder conocer con mayor exactitud los escenarios que se darán en el futuro y lograr estar preparado adelantándose a estos.

Dicho esto, pienso que el estudio ha logrado los objetivos previstos, comprobando la capacidad predictora de la pendiente de la curva de tipos sobre el crecimiento futuro del índice de producción industrial y, especialmente, cuando acompañamos a la pendiente de la curva de tipos con otros predictores relevantes.

No solo nos servirá para mejorar nuestras predicciones, sino que también lograremos una mejor comprensión de la economía y de su comportamiento.

Agradecimientos

A mis padres, por no haber perdido la esperanza y haber confiado de nuevo en mí después de todo. Por el apoyo recibido en todos los sentidos y la libertad que me habéis dado para cometer errores y poder aprender de ellos.

A mi ex pareja, sin duda gracias a ella he llegado hasta aquí, ha sido mi inspiración, la que me dio fuerza y ganas de seguir, cambiando mi manera de ver las cosas para disfrutar y agradecer lo que uno tiene y es.

A mis hermanos y familia, os agradezco haber estado a mi lado y creer en mí.

A mi tutor, por haber sido quien hizo que me apasionan las finanzas, haberme enseñado tantas cosas, por ser tan atento conmigo y por transmitir su gran sabiduría y con la pasión que muestra todos los días.

A todo el profesorado, a Francisco, Ana, Maite, en concreto por que habéis estado a mi lado los 4 años de carrera, gracias por estos años y por enseñarme como mejor sabéis, también agradecer vuestra paciencia conmigo, ha sido un placer.

Por último, agradecer al personal del CEU, las chicas de la limpieza, las de secretaría y a Kiko, todos habéis sido muy educados y amables conmigo, siempre se hace más agradable ir a la universidad con gente como vosotros, siempre con una sonrisa en la cara.

Bibliografía

- Collado, J. (2019, 15 de agosto) La curva de tipos de EEUU se invierte: ¿qué es y por qué aterra al mercado? *El Economista*.
<https://www.eleconomista.es/economia/noticias/10040987/08/19/La-curva-de-tipos-de-EEUU-se-invierte-que-es-y-por-que-aterra-al-mercado.html>
- Esteban, M., Moral, M., Orbe, S., Regúlez, M. Zarraga, A. y Zubia, M. (2008-2009) Econometría básica Aplicada con Gretl. Recuperado de <https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/12496/08-09est.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Estrella, A y Hardouvelis, G. (1991). The term structure as a predictor of real economic activity, *The Journal of Finance*, June, Vol. 46, No. 2, p. 555-576.
- García L, L. (2019, 15 de abril) ¿Qué hacer si se invierte la curva de tipos? *RankiaPro*.
<https://www.rankiapro.com/que-hacer-invierte-curva-tipos/>
- Harvey, C. (1988). The real term structure and consumption growth, *Journal of Financial Economics*, Vol. 22, No. 2, p. 305–333.
- Harvey, C. (1993). The term structure forecasts economic growth, *Financial Analysts Journal*, May/June, Vol. 49, No. 3, p. 6–8.
- Harvey, C. (2019, 1 de julio). It's official: The Yield curve is triggered. Does a recession loom on the horizon? *Duke Today*.
<https://today.duke.edu/2019/07/its-official-yield-curve-triggered-does-recession-loom-horizon>
- Harvey, C. (2019, 8 de octubre). The father of the Yield curve indicator says now is the time to prepare for a recession. *CNBC*.

<https://www.cnbc.com/2019/10/08/inverted-yield-curve-guru-campbell-harvey-prepare-for-recession.html>

- Hernández, M. (2018, 6 de diciembre) ¿Qué es la curva de tipos y por qué los mercados se asustan cuando se invierte? *El Mundo*.

<https://www.elmundo.es/economia/macroeconomia/2018/12/06/5c07bf1e21efa008048b486e.html>

- Holman, M. (2019, 20 de agosto) ¿Por qué la inversión de la curva de tipos no es una buena noticia? *RankiaPro*.
<https://www.rankiapro.com/por-que-inversion-curva-tipos-no-es-buena-noticia/>

- Mehl, A. (2006). The Yield Curve as a Predictor and Emerging Economies. *European Central Bank*, No. 691, p. 12-13.

- Williams J. y Rudebusch, G. (2009). Forecasting recessions: The puzzle of the enduring power of the yield curve. *Journal of Business & Economic Statistics*, Vol. 27, No. 4, p. 492–503.

- Redacción (2019, 11 de junio) Curva de tipos de interés invertida ¿Qué significa? *Bankinter*.
<https://blog.bankinter.com/economia/-/noticia/2019/6/11/curva-tipos-interes-invertida>

- Video YouTube:

- *It's a Code Red: Inventor of the Yield Curve Indicator on the State of the US Economy* (07/10/2019).
[Vídeo]. Recuperado de <https://youtu.be/9sb1byR8Zx0>

- Otros documentos:

- Banco de la Reserva Federal de Boston. *Predicting Recessions Using the Yield Curve: The Role of the Stance of Monetary Policy*. Recuperado el 3 de febrero de 2020 de

- <https://www.bostonfed.org/publications/current-policy-perspectives/2020/predicting-recessions-using-the-yield-curve.aspx>
- Banco de la Reserva Federal de San Francisco. *Economic Forecasts with the Yield Curve*. Recuperado el 5 de marzo de 2018 de <https://www.frbsf.org/economic-research/publications/economic-letter/2018/march/economic-forecasts-with-yield-curve/>
 - Business Cycle Dating Committee (2010). *National Bureau of Economic Research*. Recuperado el 7 de mayo de 2020 de <https://admin.nber.org/cycles/recessions.html>
 - Instituto Nacional de Estadística (2010). Índices de Producción Industrial (IPI) Base 2010. Recuperado de <https://www.ine.es/daco/daco43/metoipi10.pdf>
 - Spanish Economic Association at www.asesec.org/CFCweb/en/