

BOLETÍN MATEMÁTICO

Instituto de Investigaciones de Matemática Aplicada
Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

19

ABRIL 2010

REGISTRO DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL ISSN 0329-0255

UM UNIVERSIDAD DE MORÓN



BOLETÍN MATEMÁTICO

Año 12 - Nº 19 - Abril 2010

Registro de la Propiedad Intelectual: ISSN. 0329-0255

ÍNDICE

	Pág.
Desarrollo de un módulo didáctico sobre “Evaluación de proyectos de inversión”	5
Autoras: Profesoras Norma Beatriz Irigoyen - Mónica C. Loíacono	
Raíces unitarias, quiebres estructurales y memoria larga en el producto bruto interno de Argentina	27
Autor: Dr. José Luis Iparraguirre D'Elía	
Interpretación de la Matriz Insumo-Producto del Sector Foresto Industrial de Misiones	45
Autores: Dres. Darío Ezequiel Díaz y Marina Guarrochena de Arjol	

Las opiniones vertidas en los trabajos que se publican en este Boletín son de exclusiva responsabilidad de sus autores.

STAFF

Director

Ing. Luinor Edelfio Vilches
lvilches@unimoron.edu.ar

Redacción

Profesores de la Universidad de Morón
y colaboradores especiales

Producido por la Oficina de Medios UM

Editor:

Lic. Alejandro Gavric

Diseño Gráfico:

DCV. Sandra Luján

Coordinación:

Lic. Marcela Golía

Corrección:

Lic. Susana Lamaison

Impreso en los Talleres Gráficos UM

Año 12 Número 19

Registro de la Propiedad
Intelectual ISSN 0329-0255

Universidad de Morón

Cabildo 134 - (B1708JPD) Morón
(011) 5627-2000 (líneas rotativas)
Fax: 5627-2002
E-mail: webmaster@unimoron.edu.ar
Internet: www.unimoron.edu.ar

LOS CONTENIDOS DE TODOS LOS NÚMEROS DEL BOLETÍN
ESTÁN INSTALADOS EN LA PÁGINA WEB DE LA UNIVERSIDAD
DE MORÓN:

www.unimoron.edu.ar → Facultades → Facultad de Ciencias

Económicas y Empresariales → Publicaciones

Se autoriza la reproducción parcial o total de los artículos publicados en este Boletín con la condición de que se mencionen su fuente y sus autores.

DESARROLLO DE UN MÓDULO DIDÁCTICO SOBRE “EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN”

(*) Profesora Titular Regular de Matemática Financiera y de Administración y Cálculo Financiero y Consejera Académica de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Morón.

(**) Profesora Adjunta Regular de Matemática Financiera y de Administración y Cálculo Financiero en la misma Facultad.
nirigoyen@speedy.com.ar;
loiaconomonica@speedy.com.ar

Por las Doctoras Norma Beatriz Irigoyen (*) y Mónica C. Loíacono (**)

Resumen

En este trabajo presentamos un material de cátedra que puede servir de guía al alumno. El mismo se ha desarrollado siguiendo pautas tales que le permitan realizar, de manera autónoma, un aprendizaje significativo del tema. Para ello proponemos un recorrido no lineal, adicionando enlaces a Internet, hipervínculos, lecturas de la bibliografía recomendada, entre otros, que implique iniciar una búsqueda de información e ir descubriendo los conceptos, métodos y fórmulas que le permitan llegar a la resolución de problemas.

El desarrollo del módulo didáctico está referido al tema “Evaluación de proyectos de Inversión”. Este módulo puede ser integrado a una plataforma en línea o a un medio con soporte CD-ROM. Así tendrá la conectividad propia de esos recursos educativos.

Introducción

En la XXVI Jornada de Profesores Universitarios de Matemática Financiera hemos presentado el trabajo titulado “Aportes de la tecnología de la Información y la Comunicación a la enseñanza de Matemática Financiera”. En el mismo señalamos las pautas que, a nuestro juicio, orientan el diseño y desarrollo de materiales didácticos en general, y en nuestro caso, las tenidas en cuenta para la asignatura en la que pretendemos aplicar dichos materiales: “Matemática Financiera”, para las carreras de Contador Público, Licenciado

en Administración y Licenciado en Economía de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Morón.

En esa presentación y basándonos en Susana Muraro (2000), propusimos la siguiente definición de materiales educativos:

“Son aquellos objetos, dispositivos o herramientas que, a partir de las acciones que los alumnos realizan sobre ellos:

- *Comunican contenidos organizados y sistematizados de las disciplinas.*
- *Constituyen fuentes de información concreta o simbólica.*
- *Promueven estrategias de organización, sistematización, transformación o producción de información o conocimiento disciplinar.”*

También dijimos que *“los materiales didácticos son el principal instrumento de comunicación e interacción entre los contenidos, los alumnos y los profesores, ...un buen material puede ser utilizado en las modalidades a distancia, semipresencial y presencial con vistas a mejorar la calidad educativa”....“Con respecto al medio o soporte encontramos que la guía impresa puede ser de carácter orientador o tener un formato de texto autosuficiente, pero creemos que en ambos casos es conveniente apelar a otras estrategias para que el alumno alcance la comprensión de los conocimientos que allí se desarrollan o indican y para ello la utilización de nuevas tecnologías puede contribuir mejor a las prácticas pedagógicas si su utilización se realiza desde una propuesta didáctica innovadora y creativa”.*

Para que el alumno logre esa comprensión y realice un aprendizaje significativo el rol del docente debe cambiar.

Dice Elena Barberá (2001) “El rol del docente ya no es el tradicional de transmitir información, sino que ofrece

itinerarios formativos, proporciona ayudas que permiten al estudiante interactuar con los materiales y con el experto, posibilita la participación y el aprendizaje colaborativo en el marco de un buen clima relacional”.

En esta oportunidad, la idea es presentar un material de cátedra que puede servir de guía de estudio al alumno. El mismo se ha desarrollado siguiendo pautas tales que le permitan realizar, de manera autónoma, un aprendizaje significativo del tema, entendiendo por tal lo que expresa Coll (1991) cuando dice:

“Aprender significativamente supone la posibilidad de atribuir significado a lo que se debe aprender a partir de lo que ya se conoce.”

Para ello proponemos un recorrido no lineal, adicionando enlaces a Internet, hipervínculos, lecturas de la bibliografía recomendada, entre otros, que implique iniciar una búsqueda de información e ir descubriendo los conceptos, métodos y fórmulas que le permitan llegar a la resolución de problemas.

El desarrollo del módulo didáctico está referido al tema **“Evaluación de proyectos de Inversión”**. El mencionado módulo puede ser integrado a una plataforma en línea o a un medio con soporte CD-ROM. Así tendrá la conectividad propia de esos recursos educativos.

MÓDULO 10

EVALUACIÓN DE PROYECTOS

“Nadie puede imponerle el sentido a otro. Las opciones son siempre personales e intransferibles, como decía el viejo Sartre...”

Prieto Castillo D. (2007)

A través de este módulo tratamos de dar un sentido a nuestros alumnos, pero son ellos los que construirán el conocimiento y podrán apropiarse de él. Ojalá que este material, realizado con vocación y alegría, pueda contribuir a un aprendizaje significativo.

Para un mejor aprovechamiento de este material, nos permitimos sugerirle que:

- ***Cuando inicie el estudio de este módulo, lo haga a partir de una lectura reflexiva de: objetivos, esquemas, citas, sitios de interés. Será la forma de posicionarse mejor respecto del contenido.***
- ***En cuanto a las actividades, tanto de proceso como de autoevaluación, están diseñadas de manera tal que cumplan con los objetivos. Para su resolución es necesario una lectura acabada de los temas desarrollados, como así también, de los artículos que merezcan interés, a los que puede acceder a través de los sitios recomendados.***

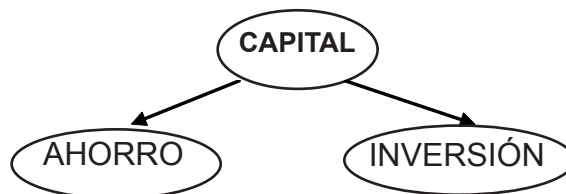
Ahora, sólo resta comenzar y si encuentra dificultades: ¡Consúltenos!

En el presente módulo se tratarán aspectos del cálculo financiero relacionados con las **decisiones de capital** que, o bien apuntan a mejorar la rentabilidad de una empresa en marcha o a instalar (evaluación de proyectos de inversión) o a la selección de las fuentes de financiación (evaluación de proyectos de endeudamiento).

Los **objetivos** a lograr una vez estudiado este módulo, son:

- Reconocer las distintas decisiones de capital.
- Reconocer dentro de ellas un proyecto y sus elementos.
- Conocer cuáles son los métodos de evaluación de proyectos.
- Conocer los criterios de selección.
- Decidir la viabilidad de un proyecto basando su selección en criterios que maximicen el incremento patrimonial, aumenten la rentabilidad y la liquidez.
- Analizar las limitaciones del método de la TIR y posibles soluciones.

Podemos reconocer en el capital dos aspectos: uno estático, que es el ahorro y está asociado al patrimonio, y uno dinámico, la inversión, asociado al flujo generador de un incremento del patrimonio.



Ambos aspectos requieren un posicionamiento de la empresa:

Se trata de decisiones de capital que permiten la optimización de los resultados económicos y financieros.

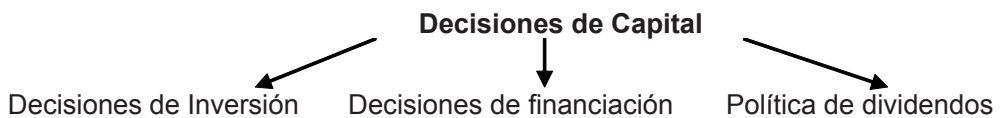
Las decisiones de capital que se toman en una empresa deben considerar la evaluación global de la misma y buscar en la combinación de activos y fuentes de financiación el mayor grado de eficiencia.

¡¡¡Decidir!!!

¡Qué difícil tomar decisiones, en la vida personal y más aún en una empresa!

¿Cuáles son esas decisiones, en una empresa?

En el esquema que sigue las clasificamos en:



- Decisiones de inversión
- Decisiones de financiación
- Decisiones sobre distribución de dividendos.

¿Qué entendemos por cada una de ellas?

Decisiones de inversión

Una decisión de inversión implica destinar recursos presentes con la expectativa de obtener beneficios futuros.

Tanto la inversión inicial como los beneficios futuros se visualizan como un proyecto, en este caso, proyecto de inversión.

Decisiones de financiación

El análisis de alternativas tales como adquirir una máquina con capital propio, o bien hacerlo con capital de terceros, implica la toma de decisiones financieras. Ellas

tienen como objetivo optimizar las fuentes de financiación que traen, como consecuencia, un cambio en la estructura financiera de la empresa.

Una decisión de financiación implica decidir la conveniencia de financiar una operación, con fondos propios o de terceros, con el objetivo de minimizar el costo financiero total y mejorar la estructura financiera de la empresa.

En el caso de financiar una operación con recursos de terceros (préstamos bancarios, créditos de proveedores, entre otros) tanto el ingreso inicial como los desembolsos futuros se visualizan como un proyecto, en este caso, **proyecto de endeudamiento**.

Decisiones sobre distribución de dividendos

Este aspecto de la gestión financiera se haya ligado a la decisión anterior, dado que los dividendos pagados en efectivo eliminan una fuente propia de financiación. Será ésta el área donde se deberá buscar el equilibrio para los accionistas entre la utilidad por el dividendo y la ganancia por la revalorización de las acciones de la empresa.

Una decisión de distribución de dividendos debe considerar cómo se financiarán los proyectos que la empresa decide encarar: ¿con capital propio o con capital ajeno? A su vez debe satisfacer las aspiraciones de rentabilidad de los accionistas.

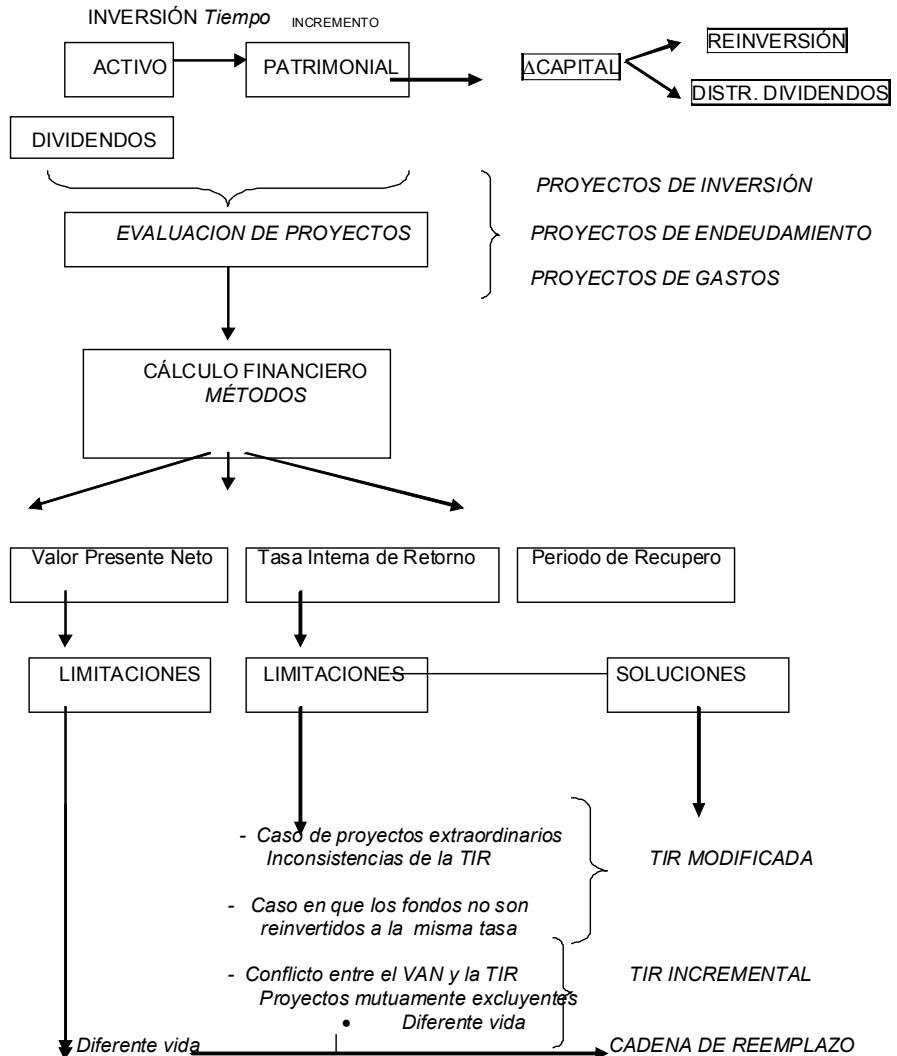
Decisiones de inversión

A los fines de esta unidad temática profundizaremos en el **aspecto dinámico** del capital:

¡¡ La inversión!!

Como ya dijimos está asociado al flujo generador de incremento del patrimonio.

Los nuevos aprendizajes que sintetizamos en objetivos de este módulo han sido estructurados de tal modo que vinculen los conceptos y las actividades correspondientes, a fin de facilitar el logro de los objetivos propuestos para este módulo y cuyo **esquema conceptual** podemos diagramar como sigue:



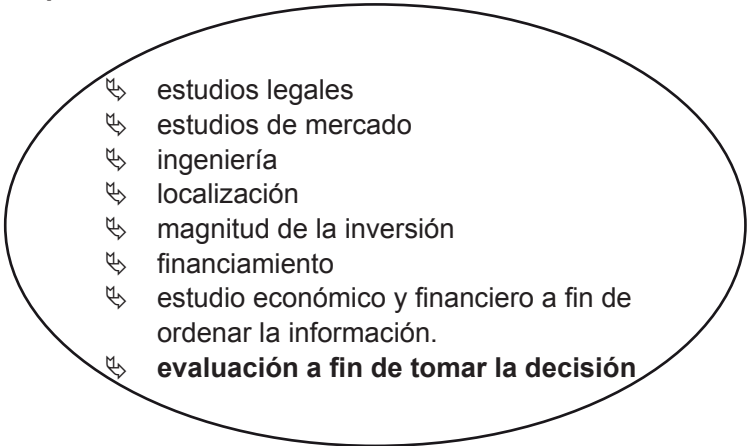
¿Qué es un proyecto?

Un proyecto es un plan

Se estructura, se analiza, se considera en todos sus aspectos; o sea, requiere de un análisis multidisciplinario por parte de personas especializadas que intervienen en cada uno de los aspectos a fin de elaborarlo.

O sea, proyectar significa ¡planificar!

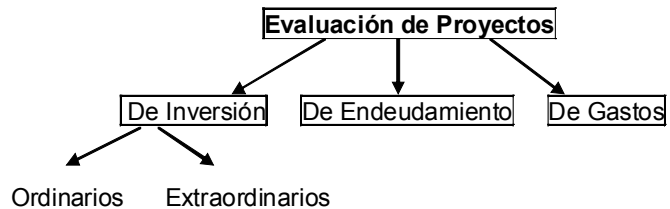
Para elaborar un proyecto se requieren distintas etapas:

- 
- estudios legales
 - estudios de mercado
 - ingeniería
 - localización
 - magnitud de la inversión
 - financiamiento
 - estudio económico y financiero a fin de ordenar la información.
 - evaluación a fin de tomar la decisión**

En este módulo centraremos el análisis en la última etapa y en los métodos que nos conducen a tomar una decisión correcta.

Evaluación de proyectos

Dado que la inversión de dinero implica inmovilización de fondos en proyectos que afectarán la marcha de una empresa, debe ser analizada con cuidado, a fin de que se produzcan los resultados esperados y no se desequilibre el binomio liquidez-rentabilidad. Para ello habrá que evaluar los proyectos que una empresa decide encarar:



Proyectos de Inversión

Según Gianceschi (205) “Una inversión... lleva implícita una serie de flujos monetarios distribuidos en el tiempo...” “Esos flujos pueden ser costos... o beneficios”.

“Valuar un proyecto supone, en primer lugar, anticipar cuantitativamente esos *costos* y *beneficios* y determinar cada *momento* en el que se percibirán.¹”

Un proyecto de inversión desde el punto de vista financiero es, entonces, una sucesión de ingresos y egresos a través del tiempo, flujos netos de fondos, que deben ser expresados respecto de un PERÍODO BASE y en una MONEDA CONSTANTE.

Los **proyectos de inversión** pueden clasificarse en ordinarios o extraordinarios.

Ordinarios: son aquellos que suponen un egreso inicial y sucesivos ingresos.

Extraordinarios: son aquellos que suponen un egreso inicial y luego sucesivos ingresos y egresos.

El análisis se basa en:

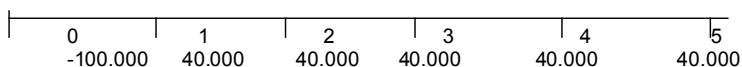
- Determinar **objetivos de rentabilidad** de la empresa (rendimiento esperado).
- Determinar el **costo de capital** (tasa de corte, de mercado o de oportunidad).

(1) “Mario Gianceschi: *Curso de Matemática Financiera*, Edit. Macchi.

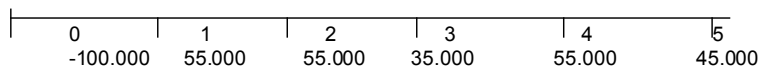
- Estimar los ingresos futuros netos, con un criterio de caja o percibido (cash flow).
- **Descontar** los ingresos futuros a una **tasa dada de análisis**.
- **Comparar** los flujos actualizados con la inversión a fin de determinar si hay un incremento patrimonial, o dicho de otra manera, si el proyecto resulta rentable.

Veamos un ejemplo:

Supongamos que usted ha decidido incrementar su patrimonio. Para ello analiza dos alternativas de acción. La primera es una inversión de \$100.000 que le permitirá obtener ingresos netos por los próximos cinco años de \$40.000 anuales, que podemos graficar como sigue:



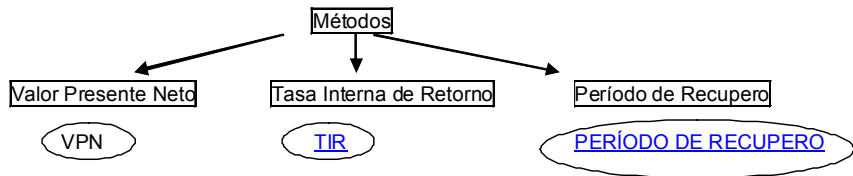
La segunda, con la misma inversión, los flujos netos serían de:



Pero usted, si bien cuenta con los \$ 100.000, sabe que en el mercado el costo de capital, el costo de recurrir a una financiación de terceros, sería del orden del 10% anual.

Ahora bien, analicemos las situaciones planteadas y veamos qué nos puede aportar el cálculo financiero para la toma de decisiones.

Existen varios métodos de evaluación, de los cuales los más utilizados en la selección de proyectos, y que describimos en el **esquema conceptual**, son:



Método del Valor Actual Neto o Valor Presente Neto (VAN o VPN)

Este método consiste en actualizar los flujos futuros esperados a la **tasa de costo de capital**. La sumatoria de éstos se compara con la inversión original y si es mayor, (VAN positivo) el proyecto resulta viable, dado que indicaría un incremento del patrimonio.

El criterio de selección, si se analizan varios proyectos excluyentes, consiste en elegir aquel proyecto que maximice el VAN, ya que ello implica que ése será el que permita aumentar más el patrimonio de la empresa.

Ahora, teniendo en cuenta la tasa de **costo de capital** o **costo de oportunidad**, según convenga, en este caso, tasa de costo de capital del 10%:

En el primer caso, estos flujos netos, \$100.000 de valor presente y flujos constantes de \$40.000 ¿a qué tema, visto en un módulo anterior, nos remite?

Sí, efectivamente, a una renta inmediata, cuyo valor presente es de \$ 100.000 y los flujos futuros, vencidos y constantes, de \$ 40.000.

¿Podemos valorar cuál es el valor actual de dicha renta de 5 cuotas de \$40.000 cada una?

Utilizando una calculadora financiera o la fórmula de una renta inmediata de pagos vencidos, con los datos de cuota, tasa y número de períodos obtenemos \$ 151.631,47.

O sea,

$i = 10\%$ anual (tasa de costo de capital o tasa de corte)

$n = 5$ cuotas anuales

$C = 40.000$.

Por lo tanto: $V_{n|i} = 151.631.47$

Es decir, que el valor actual de los ingresos netos es \$151.631.47 mientras que nuestra erogación inicial es de \$100.000.

¡Invertimos \$100.000 para obtener un flujo que hoy, equivale a \$151.631,47!

Quedando una diferencia en este caso positiva de \$51.631,47. Esta diferencia se corresponde con el concepto de **Valor Presente Neto (VPN)** del proyecto.

En el caso que los flujos fueran todos diferentes, su cálculo se efectúa actualizando, a la tasa de costo de capital, cada uno de los flujos y restando la inversión inicial.

Podemos definirlo, entonces:

VAN es la sumatoria de los flujos netos de fondos actualizados a la tasa de costo de capital, o de corte, menos la Inversión original.

Su fórmula es:

$$VPN = \sum_{j=1}^n F_j (1+i)^{-j} - I_0$$

$i = k$ (tasa de corte)

La ecuación resulta ser:

$$VAN = \frac{F_{i_1}}{(1+k)} + \frac{F_{i_2}}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_{i_n}}{(1+k)^n} - I_0$$

El criterio para la selección del proyecto es que el VPN sea positivo, es decir, que el Valor actual de los ingresos sea superior a la inversión original:

$$VA > I_0$$

$$151.631,47 > 100.000$$

El método del VAN mide la rentabilidad en términos absolutos, es decir en pesos, e interesa a aquellas empresas cuyo objetivo es maximizar su patrimonio.

Analicemos ahora la segunda alternativa: Proyecto "B"

Tengamos en cuenta que en esta alternativa los flujos no son constantes, por lo tanto utilizaremos para su resolución la calculadora financiera en la función CFJ, o bien la planilla de EXCEL, donde podemos encontrar directamente la función para la actualización de los flujos netos futuros, y luego restamos la inversión original.

	"B"
Erogación	-100000
Ingreso 1	55000
Ingreso 2	55000
Ingreso 3	35000
Ingreso 4	55000
Ingreso 5	45000
VA de los ingresos	187257,76
Erogación Inicial	100000,00
VAN al 10%	87257.76

Observamos que, en esta alternativa, el valor actual

de los ingresos netos a la tasa del 10% es \$187.257.76, mientras que nuestra erogación inicial es de \$100.000.

¡Invertimos \$100.000 para obtener un flujo que, hoy, equivale a \$187257.76!

Quedando una diferencia, en este caso positiva, de \$ 87.257,76. Como dijimos anteriormente, esta diferencia se corresponde con el concepto de **Valor Presente Neto (VPN)** del proyecto.

Su cálculo, como lo hemos comprobado, es igual a la suma de los flujos actualizados a la tasa de costo de capital o de corte, menos la inversión inicial.

Selección de la mejor alternativa

Comparando ambos VPN, concluimos que la mejor alternativa corresponde al proyecto “B”, dado que éste permite un mayor incremento patrimonial.

El método del VAN prioriza la rentabilidad en términos absolutos: incremento patrimonial.

Método de la TIR

Este método de análisis de un proyecto de inversión se basa en la tasa que ese proyecto rinde, que es una tasa de rendimiento, la que interesa al inversionista y que se define así:

Es la tasa que iguala la inversión original con los flujos actualizados a dicha tasa.

Cuya fórmula expresamos:

$$I_0 = \sum_{n=1}^n F_j (1+i)^{-n}$$

$i = \text{TIR (tasa int. retorno)}$
 incógnita

Siendo:

I_0 : Desembolso inicial de la inversión o Valor Original (**Vo**). - F_j : Flujo de fondos futuros.

La ecuación resulta ser:

$$-I_0 + \frac{F_{j1}}{(1+TIR)} + \frac{F_{j2}}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{F_{jn}}{(1+TIR)^n} = 0$$

Por lo que, también se la define como:

La tasa que hace cero el Valor Actual Neto

El método de la TIR y la ecuación de la cual resulta, **presupone** que los fondos del proyecto serán reinvertidos a la misma tasa.

¿Por qué decimos esto?

Porque si capitalizamos los flujos llevándolos al momento n y luego dividimos esta ecuación por $(1 + TIR)^n$ obtenemos como resultado la inversión original:

La fórmula sería:

$$I_0 = \frac{F_{j1}(1+TIR)^{n-1} + F_{j2}(1+TIR)^{n-2} + \dots + F_{jn}(1+TIR)^{n-n}}{(1+TIR)^n} \quad (1)$$

Por lo tanto queda demostrado que:

Los fondos liberados por el proyecto son reinvertidos en la misma TIR.

Más adelante daremos soluciones alternativas a esta limitación.

Cálculo de la TIR

Veamos un ejemplo del cálculo de la TIR y de los criterios de selección.

Ahora bien, ¿podemos hallar cuál es la tasa de interés implícita en la operación descrita con un valor actual de \$100.000 y 5 cuotas vencidas de \$40.000 cada una?

$$\begin{aligned}V_n | i &= 100.000.- \\ n &= 5 \text{ cuotas anuales} \\ C &= 40.000\end{aligned}$$

Por lo tanto: $i = 0,2864$ anual

Esta tasa, propia del proyecto, implícita en el mismo, la tasa sobre saldos de la renta inmediata, es la rentabilidad de esa inversión y es lo que se conoce como **Tasa Interna de Retorno (TIR)**.

El criterio para la selección del proyecto es que la tasa hallada sea superior a la tasa de costo de capital o de corte fijada por la empresa.

$$\text{TIR} > k$$

$$\text{TIR } 28,64 \% > a \quad k = 10\%$$

El método de la Tasa Interna de Retorno prioriza la rentabilidad en términos relativos, es decir en porcentajes

Analicemos la segunda alternativa: Proyecto "B"

Recordemos que, en esta alternativa, los flujos no

son constantes; por lo tanto, se utiliza para su resolución la calculadora financiera en la función CFJ, o bien la planilla de [EXCEL](#), donde podemos encontrar directamente la función irr o TIR, respectivamente, en funciones financieras.

	"B"
Erogación	-100000
Ingreso 1	55000
Ingreso 2	55000
Ingreso 3	35000
Ingreso 4	55000
Ingreso 5	45000
TIR	41,717

¿Qué nos indica esta tasa?

Como ya se dijo para el proyecto "A", anteriormente, indica que los flujos actualizados a esa tasa igualan la inversión original. Es la tasa sobre saldos de la operación o también llamada **Tasa Interna de Retorno**.

El criterio para la selección del proyecto "B" es que la tasa hallada sea superior a la tasa de costo de capital o de corte fijada por la empresa.

$$\text{TIR} > k$$

$$41,717\% > a \ 10\%$$

Selección de la mejor alternativa:

Si bien ambas TIR superan la tasa de costo de capital y son, por lo tanto, viables, la tasa del proyecto "B" es mayor que la del "A", por lo cual el proyecto "B" sería más rentable desde ese punto de vista.

Limitaciones de la TIR

El modelo que presentamos supone algunas **limitaciones**, a saber:

- ↳ En proyectos extraordinarios pueden existir múltiples tasas que satisfagan la ecuación, o ninguna, lo cual conduce a lo que se denomina **inconsistencias** de la TIR.
- ↳ Los fondos no son reinvertidos en la misma tasa TIR.

Una solución a ambas limitaciones puede lograrse mediante el cálculo de la TIR modificada.

La TIR modificada ante la inconsistencia de la TIR

Hemos clasificado los proyectos en ordinarios y extraordinarios.

En los proyectos extraordinarios, en los cuales los flujos son alternadamente positivos y negativos, la TIR presenta múltiples soluciones, ya que definida como una ecuación de grado “n”, presenta el inconveniente que tal ecuación tiene “n” raíces o soluciones. No obstante, existe **una sola solución aceptable, desde el punto de vista financiero**.

Pero si los valores son financieramente probables dificultarán la selección. Razón por la cual no son pocos los analistas que opinan que el método de la TIR es inconsistente, ya que conduce a resultados absurdos o ambiguos en algunos casos, indeterminados en otros.

Veamos un ejemplo:

Presentamos a continuación una sucesión de flujos de fondos de un determinado proyecto:

Erogación I.	-20000
Ingreso 1	70.000
Ingreso 2	-70.000
Ingreso 3	70.000
Ingreso 4	70.000
TIR	31%

Erogación Inicial	\$ -20.000,00
Flujo neto Ingresos	21.574,34

¿Cómo obtuvimos el flujo neto y el gráfico?

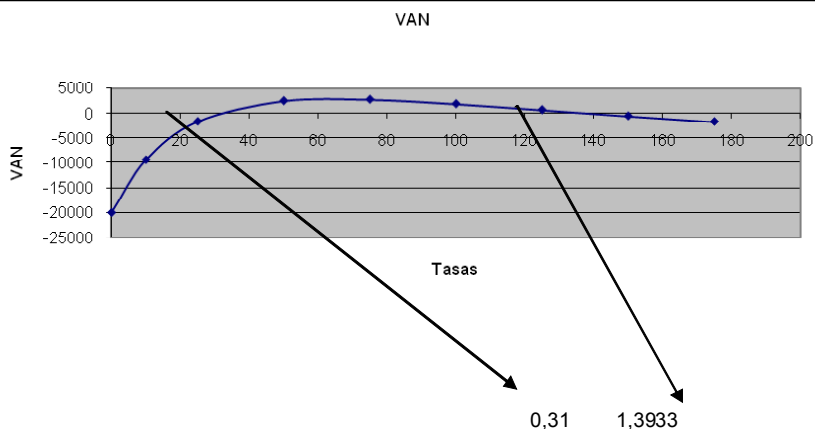
↳ Utilizando en el Excel las funciones financieras, hallando el VAN a distintas tasas.

Veamos, en el gráfico que se muestra abajo, su representación gráfica:

¿Cuántas veces la función hace "0" al VAN, o sea, corta el eje de las "x"?

Podemos observar que en dos, y ¿cuál de ellas es la "verdadera" tasa, ya que ambas satisfacen matemáticamente la ecuación?

La más aceptable sería la del 31%.



En otro ejemplo mostramos, siempre en proyectos extraordinarios, cómo resolvemos el problema:

- **Cuando las diferencias negativas se producen antes que comiencen los flujos positivos:**

En esta situación, esas diferencias pueden considerarse una prolongación de la inversión inicial, y dichos valores deberán actualizarse a la tasa de costo de capital.

Erogación	
inicial	-20.000
Flujo 1	-5.000
Flujo 2	10.000
Flujo 3	15.000
Flujo 4	20.000
Flujo 5	25.000
Flujo 6	40.000

Tasa de costo 10%

Si los \$5.000 los llevamos al momento 0, a la tasa de costo

$$\frac{5.000}{1 + 0,10} = 4545,45$$

Quedando nuestro flujo de fondos:

Erogación		
inicial	-20.000	-24.545,45
Flujo 1	-5.000	0
Flujo 2	10.000	10.000
Flujo 3	15.000	15.000
Flujo 4	20.000	20.000
Flujo 5	25.000	25.000
Flujo 6	40.000	40.000

Tasa de costo 10%
TIR 42%

- **Cuando las diferencias negativas se producen después o intercaladas con los flujos netos positivos:**

En esta situación pueden compensarse los flujos negativos y positivos cercanos en el tiempo o bien considerarse que dichas diferencias de caja deberán cubrirse con dinero obtenido fuera del proyecto, recurriendo al endeudamiento, y por lo tanto deberán actualizarse a la **tasa de costo de capital**.

En ambos casos, se tendrá un flujo nulo o flujo actualizado a una tasa dada (tasa de capital) eliminándose el flujo negativo.

Recurrimos a un ejemplo:

Erogación		
Inicial	-20.000	-20.000
Flujo 1	10.000	10.000
Flujo 2	20.000 -4.545,45	15.454,55
Flujo 3	-5.000	0
Flujo 4	25.000 -9.090,90	15.909,10
Flujo 5	-10.000	0
Flujo 6	20.000	20.000

Tasa de costo 10%
TIR 45%

Siguiendo este criterio de solución, en los proyectos ordinarios la TIR es independiente de la tasa de costo de capital, pero en los extraordinarios, la TIR es función de dicha tasa.

(Continuará en el próximo número).

RAÍCES UNITARIAS, QUIEBRES ESTRUCTURALES Y MEMORIA LARGA EN EL PRODUCTO BRUTO INTERNO DE ARGENTINA

Por el Dr. José Luis Iparraguirre D'Elia^(*)

(*) Investigador de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Morón y Economista Senior en el Economic Research Institute of Northern Ireland, Belfast, Irlanda del Norte, Reino Unido. Dirección de correo electrónico:

jose@erini.ac.uk

1. Introducción

Un aspecto básico y crucial a la vez en el estudio de series de tiempo, especialmente en macroeconomía, es identificar si las mismas contienen una tendencia determinística o estocástica.

Una serie es estacionaria en sentido estricto si su distribución de probabilidad permanece invariante en el tiempo. Un concepto menos estricto, estacionariedad en sentido débil, consiste en que la media y varianza de una serie cronológica no cambian en el tiempo, es decir que su primer y segundo momento permanecen invariantes a lo largo del tiempo. Siguiendo a Lütkepohl (2004, p.11), podemos expresar lo anterior simbólicamente de esta manera:

$$E(y_t) = \mu_y, \quad \forall t \in T \quad [1]$$

$$E(y_t - \mu_y)(y_t - \mu_y) = E(y_t - \mu_y)^2 = \gamma_0, \quad \forall t \in T \quad [2]$$

La condición [1] establece que todos los valores de la serie tienen la misma media, mientras que la condición [2] establece que la varianza de la serie no es función del tiempo. Esta segunda condición puede generalizarse para la covarianza:

$$E(y_t - \mu_y)(y_{t-h} - \mu_{y-h}) = \gamma_h, \quad \forall t \in T \wedge \forall h | (t-h) \in T \quad [3]$$

La condición [3] establece que la covarianza de una serie estacionaria no depende de t , sino de la distancia en el

tiempo entre cualquier par de sus elementos –hemos hablado de ‘generalización’ por cuanto es evidente que [2] es un caso particular de [3] cuando $h=0$. Por ello, la estacionariedad en sentido débil también se conoce como estacionariedad en covarianza.

Si se tratara de una serie no estacionaria, estas condiciones no se cumplen: la media o la varianza cambiarían con el tiempo, serían funciones del tiempo. Podemos ilustrar esto con el caso más simple de no estacionariedad, el paseo aleatorio con un término constante (ver Anchuero, 1995). Sea y_t un paseo aleatorio con un término constante:

$$y_t = c + y_{t-1} + \varepsilon_t, \text{ con } \varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2) \quad [4]$$

Suponiendo que la serie tiene valor inicial $y_{(t=0)} = y_0$, la media, covarianza y varianza son, en cada caso, funciones de t :

$$E(y_t) = t \cdot \mu_y \quad [5]$$

$$E(y_t - \mu_y)^2 = t \sigma^2 \quad [6]$$

$$E(y_t - \mu_y)(y_{t-h} - \mu_{y-h}) = (t-h) \sigma^2, \quad \forall h \geq 0 \quad [7]$$

Desde un aspecto económico, esta distinción es muy importante, por cuanto si una serie tiene una tendencia estacionaria, cualquier desviación hacia arriba o por debajo de esta tendencia es un fenómeno temporario: con el tiempo, la serie retornará a su nivel tendencial de largo plazo. En cambio, si la serie presenta una raíz unitaria, cualquier shock afectará de manera permanente el nivel futuro de la variable en cuestión –a menos que tenga lugar una intervención externa compensatoria–.

Resumiendo, una tendencia determinística es una función no estocástica del tiempo, mientras que una tendencia estocástica varía en el tiempo (Stock y Watson, p. 457). Como una tendencia estocástica varía en el tiempo, la distribución

de probabilidad de la serie de tiempo (i.e. de la variable bajo estudio) también cambia con el tiempo; de allí que una serie estacionaria en sentido estricto es aquella cuya distribución de probabilidad no varía en el tiempo.

Siguiendo a Hatanaka (2003), una serie solamente con tendencia determinística (es decir sin tendencia estocástica) puede expresarse como $y_t = d_t + c_t$, donde d es la tendencia y c es un componente estacionario (en el caso más sencillo, una constante). Una serie con tendencia estocástica puede contener una tendencia determinística: a su vez; podemos representarla por la siguiente expresión: $y_t = (d_t) + s_t + c_t$, donde s es la tendencia estocástica y la tendencia determinística aparece entre paréntesis denotando que una serie con tendencia estocástica puede contener al mismo tiempo una tendencia determinística o no. Por ello, coincidimos con Hatanaka quien afirma que la verdadera cuestión “no es si la tendencia es determinística o estocástica *sino* si en la serie de tiempo se halla o no presente una tendencia estocástica” (*op. cit.*, p. 16, cursivas en el original).

A ‘ojo descubierto’ no es posible decidir si una serie con un notorio componente tendencial presenta una tendencia determinística o irregular (i.e. estocástica). Una, digamos, fuerte tendencia positiva, podría tratarse de una tendencia determinística (lineal o no) a lo largo de toda la serie, con desviaciones en más o en menos de dicho valor, o del resultado de muy fuertes autocorrelaciones entre períodos consecutivos unidas a movimientos aleatorios, sin que exista tendencia determinística alguna subyacente en la serie.

La determinación de si una serie temporal se ve afectada por choques de manera temporaria o permanente se halla en el centro de los desarrollos de las pruebas de raíces unitarias.

Desde el trabajo pionero de Dickey-Fuller (1979), son numerosos los tests¹ que se han propuesto para validar

(1) A lo largo del presente trabajo, vamos a utilizar indistintamente ‘test’, ‘prueba’ y ‘contraste’ –expresiones comunes en la literatura especializada en español–.

la hipótesis de la presencia de una raíz unitaria en una serie de tiempo. El propósito de estos análisis es determinar si la serie es estacionaria alrededor de la tendencia determinística. Una serie con solamente tendencia determinística puede tornarse estacionaria por medio de su diferenciación, y la cantidad necesaria de diferenciaciones define el grado de su nivel de integración. Sin embargo, si la serie presenta una tendencia estocástica, independientemente de si asimismo cuenta con una tendencia determinística o no, no puede tornarse estacionaria por medio de diferenciaciones. Una serie estacionaria tiene una media fija y varianza finita (ver expresiones [1]-[3] más arriba), con lo cual no puede crecer indefinidamente, mientras que una serie con raíz unitaria o explosiva tiene varianza no finita y crece indefinidamente (Koenker y Xiao, p. 268) –expresiones [5]-[7]).

Los diversos tests de raíces unitarias existentes se pueden clasificar:

- a) según el número de series que abarcan –es decir, si son univariados o para datos en panel;
- b) según si incluyen o no el supuesto de la existencia de uno o más quiebres estructurales;
- c) según se suponga que el grado de diferenciación es un número entero o no;
- d) según la hipótesis nula a validar –si es la de la existencia de una raíz unitaria (en cuyo caso, la hipótesis alternativa es la existencia de una tendencia determinística) o si es la existencia de una tendencia determinística (en cuyo caso, la hipótesis alternativa es la existencia de una raíz unitaria).

En este trabajo, vamos a presentar los principales tests univariados de raíces unitarias. Vamos a incluir los contrastes que suponen la existencia de quiebres estructurales y los que no, así como aquellos que suponen que las series son integradas en un orden igual a número entero y los que admiten que pueda ser fraccionario. Asimismo, vamos a considerar las pruebas que suponen tanto la existencia de una raíz unitaria

como hipótesis nula como las que adoptan como hipótesis nula la existencia de una tendencia determinística. No vamos a incluir, en cambio, los enfoques univariados bayesianos.

El propósito de este artículo es expositivo-didáctico. La utilización de algunos tests precluye el uso de otras pruebas, por cuestiones estadísticas o de los supuestos subyacentes acerca del comportamiento de las variables bajo estudio, con lo que en muchos casos, el adoptar determinado enfoque implica rechazar alternativas existentes. Sin embargo, vamos a hacer uso de lo que entendemos es la gama más amplia de pruebas de contraste de la existencia de una raíz unitaria que pueda encontrarse reunida en un solo trabajo. Por cierto que explicaremos, si bien brevemente, las diferencias estadísticas y de enfoque económico que guían cada una. Asimismo, para guiarnos en la descripción y aportar a la discusión sobre la evolución y perspectivas futuras de la actividad económica en Argentina, aplicaremos la batería de tests a la serie de PBI de la Argentina entre 1900 y 2007.

El trabajo se estructura del siguiente modo. La segunda sección describe los datos a utilizarse y algunos trabajos previos aplicados que midieron la existencia de una raíz unitaria en el PBI de Argentina. La tercera sección presenta los distintos tests. La sección 4 trata acerca del concepto de persistencia mientras que la sección 5 discurre sobre memoria larga y fraccionalidad. La sección 6 presenta los resultados del ejercicio empírico. Concluimos con un breve comentario en la séptima sección.

2. Datos y antecedentes

Vamos a aplicar una batería de contrastes o tests de raíces unitarias a las series del logaritmo natural del PBI y del PBI por habitante de la Argentina entre 1900 y 2008 (ver **figura 1**).

La fuente para los años 1900-2006 es Maddison (2009).

Hemos actualizado la serie con los datos correspondientes a 2007 y 2008 del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC). (Fig.1) Dado que las cifras en Maddison (op. cit.) están consignadas en dólares internacionales Geary-Khamis², y no así las más recientes del INDEC, para completar hasta 2008 la serie histórica compilada por Maddison, hemos aplicado las tasas de variación anual entre 2006 y 2007 y entre 2007 y 2008, según las cifras reportadas por el INDEC.

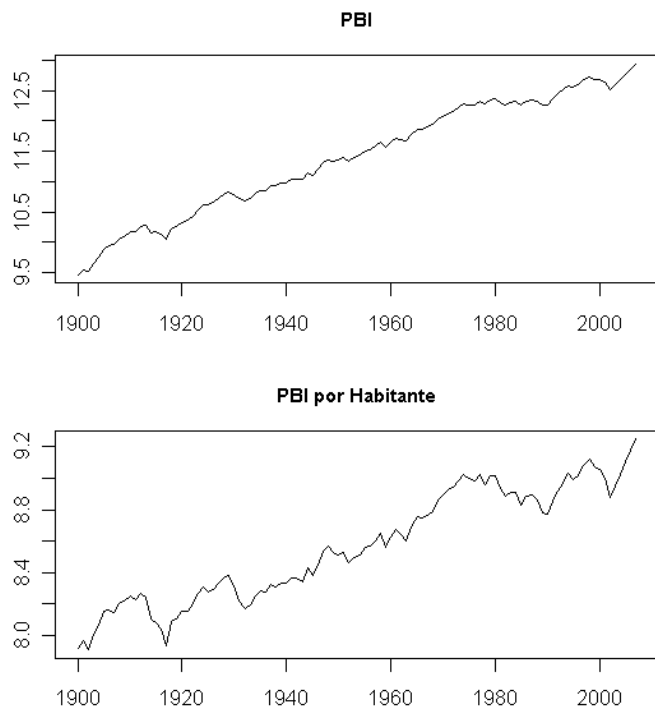


Figura 1

(2) Geary (1958) y Khamis (1972).

Las **figuras 2 y 3** presentan la primera diferencia de las series de PBI y PBI por habitante, respectivamente, tanto en niveles como en logaritmos –esta última se corresponde con la tasa de variación anual. Podemos ver que la transformación logarítmica reduce las oscilaciones en la variación anual de las series.

Variación Anual - PBI de Argentina

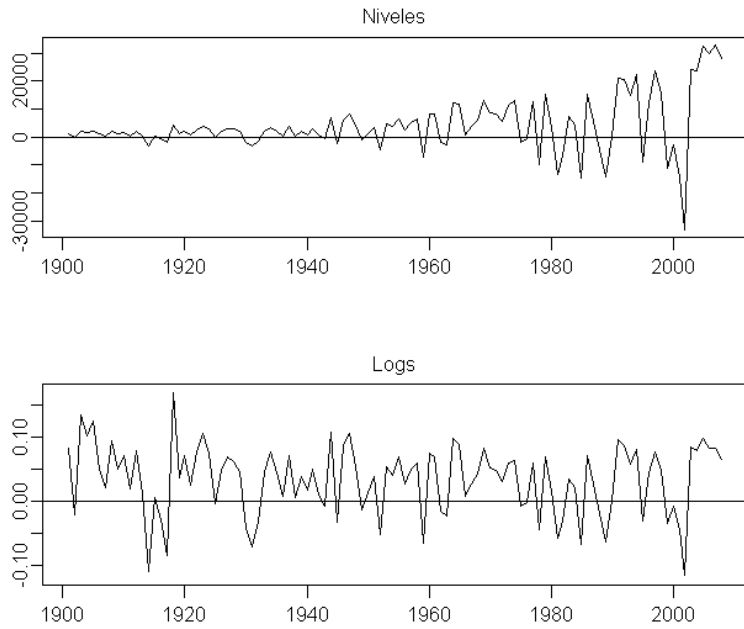


Figura 2

Variación Anual - PBI por Habitante

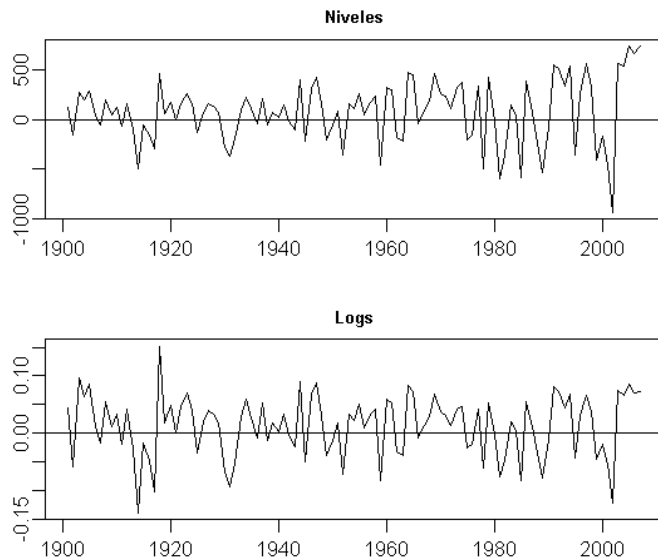
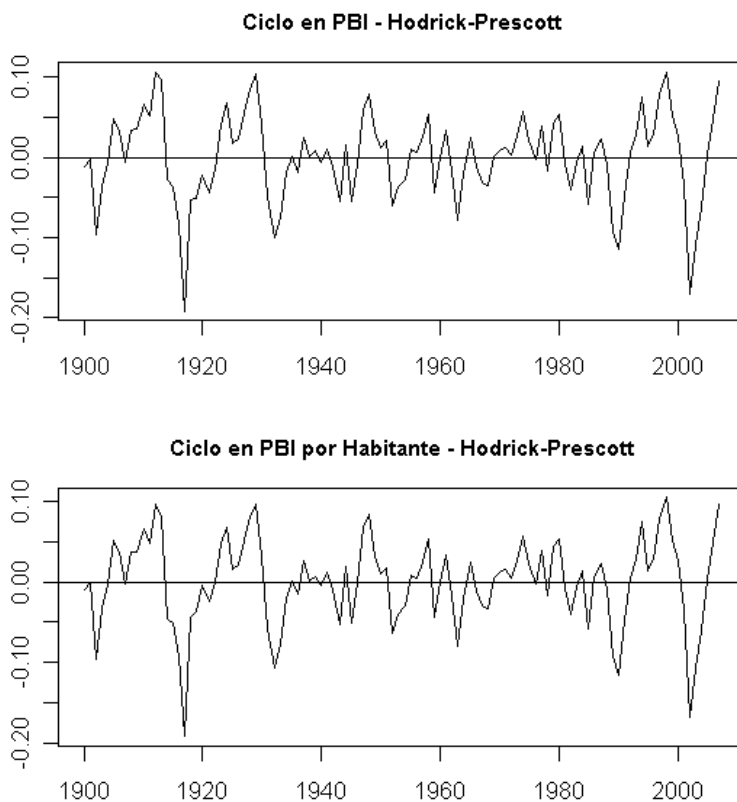


Figura 3

Las series de PBI y PBI por habitante presentan una fuerte tendencia positiva, la cual desaparece con las diferencias primeras. Esto parece indicar que se trataría de series integradas de orden 1, y que aplicando diferencias primeras se obtienen series estacionarias –esto es lo que vamos a tratar de determinar formalmente a lo largo de este trabajo–. Las **figuras 2 y 3** muestran también que los cambios en el PBI y en el PBI por habitante estuvieron sujetos a una gran variabilidad, lo cual se advierte asimismo en el ciclo extraído por el filtro Hodrick-Prescott³ figura 4⁴.



(3) Con parámetro $\lambda=100$. Ver Iparraguirre (2008).

(4) Ambos gráficos en la figura 3 son coincidentes, lo que significa que la variabilidad cíclica en el PBI por habitante que capta el filtro de Hodrick-Prescott tiene origen exclusivo en el numerador (PBI) antes que en el denominador (población).

Figura 4

Hay algunos trabajos antecesores al presente artículo que también tratan de raíces unitarias en las cifras de PBI

de Argentina, así como trabajos que comprenden más de un país y que han incluido la Argentina.

Sosa Escudero (1997) analiza el PBI entre 1900 y 1993⁵ y no encuentra raíces unitarias aplicando los tests de Dickey-Fuller aumentado y de Phillis-Perron, pero aplicando tests que dan cuenta de posibles cambios estructurales en la serie, no rechaza la hipótesis de cambio estructural en la deriva o en la pendiente de la tendencia y en estos casos no puede rechazar la presencia de una raíz unitaria.

Utrera (2001) encuentra evidencia de que el PBI y el PBI por habitante de Argentina entre 1913 y 1999 serían series estacionarias en torno a una tendencia con cambios estructurales.

Carrera *et al* (2003) aplican 11 tests diferentes a 14 variables macroeconómicas argentinas, incluyendo el PBI con datos cuatrimestrales entre 1980-I y 1999-4. Encuentran que el PBI contiene –según todos los tests implementados– una raíz unitaria; en otros términos, es una serie integrada de orden 1. Por otra parte, sostienen que las primeras diferencias son las que mejor describen el ciclo económico en el período bajo estudio.

Sanz Villarroya (2004) analiza el PBI de Argentina entre 1875 y 2000. Encuentra que la serie es determinística y contiene dos quiebres estructurales: 1913 y 1974.

Cabe mencionar asimismo el trabajo de Abril y Blanco (2001), quienes utilizan la técnica de espacio-estado (ver Abril, 1999 y 2001, para una descripción de esta técnica) para describir ‘hechos estilizados’ del Producto Nacional Bruto de Argentina entre 1875 y 1999. Estos autores encuentran que la economía creció un 1.83% promedio durante este período aunque estuvo sujeta a tres quiebres estructurales: en 1881, 1917 y 1990. En cuanto a las cifras por habitante, encuentran que el crecimiento promedio fue del 0.49% anual y estuvo sujeto a dos quiebres adicionales: en 1932 y 1947. Para ambas series, sugieren la existencia de ciclos de 5 años y 7 meses de duración.

(5) Este autor también estudia datos cuatrimestrales entre 1970-I y 1994-II.

Entre los trabajos que abarcan a varios países incluida Argentina, podemos mencionar a Silverberg y Verspagen (1999) y Gaffeo *et al* (2005), que aplican técnicas de integración fraccional para determinar si hay presencia de memoria larga en las series de PBI o PBI por habitante en Argentina.

Silverberg y Verspagen estudian la evidencia de memoria larga y fraccionalidad en la serie de PBI por habitante entre 1900 y 1994. No encuentran que la serie tenga memoria larga.

Gaffeo *et al* analizan la serie anual de PBI por habitante entre 1880 y 2000 por medio de diversos tests, incluyendo pruebas de integración fraccional. La batería de tests de raíz unitaria arroja resultados discordantes, aunque confirmaría que la serie tiene una tendencia determinística. Aplicando tests con quiebres estructurales, rechazan la hipótesis nula de raíz unitaria al incorporar un quiebre en la deriva así como en la pendiente de la tendencia. También rechazan la hipótesis de existencia de una raíz unitaria cuando aplican una prueba de contraste que da lugar a dos quiebres estructurales en la pendiente y en la deriva.

3. Tests Univariados de Raíces Unitarias

3.1. Tests sin Quiebres Estructurales

3.1.a. Test de Dickey-Fuller Aumentado

Partimos de suponer que la serie temporal se describe según un proceso generador de datos (PGD) con un componente tendencial determinístico, otro componente tendencial estocástico, y una perturbación aleatoria:

$$y_t = \beta' t + \alpha \cdot y_{t-1} + u_t \quad [8]$$

Pero se supone a la vez que la perturbación aleatoria u_t

sigue un proceso autorregresivo de orden p -AR(p)-, es decir que es igual a la combinación lineal de p valores rezagados más un término de error independiente e idénticamente distribuido (i.i.d.) con media igual a cero (ruido blanco), con lo que [8] se transforma en:

$$\Delta y_t = \mu + a \cdot y_{t-1} + \sum_{i=1}^{i=p} a_i \Delta y_{t-i} + \beta' \cdot t + \varepsilon_t, \quad [9]$$

donde μ es una constante, β_t es una tendencia y a_i son los coeficientes de los retrasos de la variable –la cantidad de retrasos a introducirse, es decir p , son los mínimos necesarios para que el término de perturbación aleatoria (ε_t) sea ruido blanco. El mecanismo habitual para esto último es recurrir a un criterio informativo como el de Akaike o el Bayesiano –también se suele adoptar el procedimiento ‘general a particular’, según el cual se elige un número inicial de rezagos elevado, digamos k , y si el coeficiente b_k no resulta significativo, se corre el contraste para $k-1$ rezagos, y así sucesivamente hasta llegar a un número de rezagos $p=p^*$ para el cual b_{p^*} es significativo⁶. La incorporación de p términos con la variable rezagada permite corregir por una posible correlación serial en la variable bajo estudio –en otras palabras, la posibilidad de que la serie siga un proceso de autocorrelación de mayor orden que la unidad.

El contraste aumentado de Dickey-Fuller (1979) es una prueba paramétrica que consiste en validar la hipótesis nula de que en la expresión [9] el coeficiente $a=1$ -es decir-, que la serie presenta una raíz unitaria (la significatividad se establece en función de valores estimados por Mackinnon, 1996, ya que el estadístico sigue una distribución no estándar).

3. 1.b. Test de Phillips-Perron

El contraste de Phillips-Perron (1988) es una prueba no paramétrica cuya hipótesis nula es la presencia de una raíz unitaria; la hipótesis alternativa es la estacionariedad. El

(6) Algunos autores recurren a la regla de establecer $p=T^{1/3}$, donde T equivale al número de observaciones.

test de PP contempla la posibilidad de que haya dependencia débil y heterogeneidad en el término de error -es decir, si u_t son las perturbaciones de la serie, se cumplen estas condiciones:

$$- E(u_t) = 0, \quad \forall t \quad ; \quad \sup_t E|u_t|^{\beta+t} < \infty \quad \text{para } \beta > 2 \quad \wedge \varepsilon > 0 \quad ;$$

$$\sigma^2 = \lim_{T \rightarrow \infty} E(T^{-1}S_T^2) \quad \wedge \quad > 0 \quad [10]$$

- u_t es una serie estocástica de mezcla fuerte, lo que quiere decir que con suficientes rezagos, dos valores cualesquiera de u son independientes uno del otro, pero los coeficientes que definen esta mezcla son iguales a $\sum_{m=1}^{m=\infty} \alpha_m^{1-2/\beta} < 0$, lo cual posibilita que exista cierta dependencia temporal.

Phillips y Perron partieron de dos formulaciones alternativas de la serie temporal como un proceso autorregresivo de primer orden con deriva (*drift*, en inglés), $y_t = \mu + \alpha \cdot y_{t-1} + \varepsilon_t$, y $y_t = \mu + \beta(t - 0.5T) + \alpha \cdot y_{t-1} + \varepsilon_t$ -es decir-, con una tendencia lineal determinística.

Los dos tests de PP, para la primera formulación, son:

$$Z_\alpha = T(\hat{\alpha}_T - 1) - 0.5 \frac{T^2 \hat{\sigma}^2}{s_T^2} (\hat{\lambda}_T^2 - \hat{\gamma}_{0,T}), \quad Y \quad [11]$$

$$Z_\alpha = \sqrt{\frac{\hat{\gamma}_{0,n}}{\hat{\lambda}_T^2}} (\hat{\alpha}_T - 1) - 0.5 \frac{T^2 \hat{\sigma}^2}{s_T^2} (\hat{\lambda}_T^2 - \hat{\gamma}_{0,T}), \quad [12]$$

donde

$$\hat{\gamma}_{j,T} = \frac{\sum_{i=j+1}^{i=T} (\hat{u}_i \hat{u}_{i-j})}{T} \quad [13]$$

$$\hat{\lambda}_T^2 = \hat{\gamma}_{0,T} + 2 \cdot \sum_{j=1}^{j=q} \left(1 + \frac{j}{q+1} \right) \hat{\gamma}_{j,T} \quad [14]$$

$$s_T^2 = \left(\frac{1}{T-k} \right) \cdot \sum_{i=1}^{i=T} \hat{u}_i^2 \quad [15]$$

En las expresiones anteriores, u_i son los residuos de la regresión por mínimos cuadrados; k es la cantidad de variables en la regresión; q es el número de rezagos del método de Newey-West que se aplica para estimar $\hat{\lambda}_T^2$; y $\hat{\sigma}$ es el error estándar de la estimación de α por mínimos cuadrados. Similares expresiones se obtienen para la segunda formulación.

El estimador de Newey-West se expresa según:

$$\hat{\sigma}_T^2(q) = \hat{V}_0 + 2 \cdot \sum_{j=1}^{j=q} \left(1 - \frac{j}{1+q}\right) \hat{V}_j, \quad q < T \quad [16]$$

Los autores obtuvieron las fórmulas necesarias para estimar los coeficientes de ambas regresiones, cuyos valores críticos siguen la distribución de Dickey-Fuller. No vamos a reproducirlas aquí; solamente mencionaremos que se requiere establecer un número de rezagos, lo cual queda a criterio del investigador. Se suelen utilizar $4 \cdot (T/100)^{0.25}$ y $12 \cdot (T/100)^{0.25}$.

El test de PP es una forma alternativa de corregir la posible correlación serial presente en la serie: el ADF da cuenta de esta característica agregando rezagos de la variable dependiente en la ecuación de regresión; el PP en cambio utiliza un estimador consistente a la heterocedasticidad y la autocorrelación de la matriz de covarianzas desarrollado por Newey-West (1987).

3. 1.c. Test de Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin

A diferencia de los tests de Dickey-Fuller Ampliado, de Phillips-Perron, y de Elliott, Rothenberg y Stock, en esta prueba, la hipótesis nula es que la serie es estacionaria –con dos opciones, o bien que es estacionaria en tendencia, o en niveles- y la hipótesis alterna es la existencia de una raíz unitaria.

Kwiatkowski *et al* (1992) observaron que para muchas

series económicas con un test como el ADF no se podía rechazar la hipótesis de la existencia de una raíz unitaria. Sostuvieron que el problema radicaba en que la hipótesis nula estaba mal planteada: en línea con la estadística clásica, la hipótesis nula es aceptada a menos de que exista evidencia significativa en contrario y las series podían no ser muy informativas en materia de raíces unitarias o los tests como el ADF no ser muy informativos con respecto a la hipótesis alternativa. Por todo ello, estos autores propusieron trabajar con la estacionariedad como hipótesis nula.

Este test –conocido como KPSS- parte de descomponer la serie en una tendencia determinística, un paseo aleatorio, y una perturbación o término de error estacionario. Puede introducirse una ordenada al origen, en cuyo caso viene dada por el valor inicial del componente aleatorio (el paseo aleatorio). Por supuesto, si se supone que no existe tendencia determinística, se trabaja con la hipótesis nula de estacionariedad en niveles de la variable, en lugar de estacionariedad en la tendencia.

Se corre una regresión de la variable contra una constante y una tendencia (o solamente contra una constante, si se quiere validar la hipótesis nula de estacionariedad en niveles) y se calcula la sumatoria de los residuos de la misma, es decir, $S_t = \sum_{i=1}^{i=t} e_i$.

El estadístico (obtenido por máximo-verosimilitud) surge de:

$$M = \frac{\sum_{i=1}^{i=t} S_i^2}{\hat{\sigma}_\varepsilon^2} \quad [17]$$

donde $\hat{\sigma}_\varepsilon^2$ equivale a la varianza del término de error (es decir, a la suma de los residuos cuadráticos dividida por T, el tamaño de la serie).

El valor $\hat{\sigma}_\varepsilon^2$ es la varianza de largo plazo, y debe calcularse asintóticamente:

$$\sigma^2 = \lim_{T \rightarrow \infty} T^{-1} E(S_T^2) \quad [18]$$

Sin entrar en demasiados detalles, que nos alejarían del objetivo del presente artículo, mencionemos que los autores optaron por:

$$\hat{\sigma}^2 = T^{-1} \sum_{t=1}^{t=T} e_t^2 + 2.T^{-1} \cdot \sum_{s=1}^{s=l} \left(1 - \frac{s}{l+1}\right) \sum_{t=s+1}^{t=T} e_t \cdot e_{t-s}, \quad [19]$$

donde 1 es el parámetro de truncamiento de rezagos de la ventana Bartlett que garantiza que el estimador de la varianza de largo plazo sea no negativo, y se supone igual a la raíz cuadrada de T (el tamaño de la serie).

3. 1.d. Test de Elliott, Rothenberg y Stock

El test de Elliott, Rothenberg y Stock (1996) es una modificación del test de Dickey-Fuller aumentado que se aplica sobre la serie a la que se le ha removido la tendencia por medio de mínimos cuadrados generalizados. La eliminación de la tendencia se efectúa a través del método conocido como ‘local a la unidad’.

Los modelos “local a la unidad” suponen que la raíz de la serie no es unitaria, pero es muy cercana a 1 –que se encuentra en un entorno disminuyente (*shrinking*, en inglés) de la unidad. El modelo “local a la unidad” es el siguiente. Sea la serie y_t :

$$y_t = d_t + \alpha \cdot y_{t-1} + u_t, \quad \alpha = 1 + \frac{c}{T}, \quad t = 1, 2, \dots, T, \quad u_t = N(0, \sigma^2) \quad d_t = \psi' z_t, \quad [20]$$

donde z_t representa la tendencia determinista y ψ los parámetros respectivos (ver Figueiredo y Filho, 2005).

Cuando $T \rightarrow \infty$, $\alpha \rightarrow 1$, pero con un valor finito de elementos de la serie (¡como, vale aclarar, siempre es el caso en economía aplicada!), el modelo permite incorporar diferentes coeficientes de autorregresión en función del

valor de la constante c . La constante c se conoce como el parámetro de localización. El valor de α es una restricción que se introduce en el modelo y en el procedimiento de estimación.

El método busca minimizar la diferencia cuadrática entre los valores de la serie y los valores de la tendencia determinística, para distintos valores de α (que dependen del parámetro c) y para $\alpha=1$. Una vez obtenidos los residuos de la estimación eficiente (es decir, aquella que minimiza la diferencia mencionada), se aplica un test de Dickey-Fuller sin constante o deriva (*drift*, en inglés) y, obviamente, sin tendencia, por cuanto se trabaja con una serie transformada por precisamente la remoción de la tendencia determinística. Estos autores demostraron que con este procedimiento aumenta el poder del test comparado con el test ADF tradicional (sección 3a).

3.1.e. Test de Ng-Perron

El test Ng y Perron (2001) es una modificación de la prueba de PP (subsección 3.1.b) a partir de la remoción de la tendencia de la serie por medio de mínimos cuadrados generalizados (procedimiento que también se utiliza en el test de ERS de la subsección anterior). Esto permite, comparado con el test PP, por un lado, aumentar el poder estadístico de la prueba cuando el valor de la raíz se halla cerca de la unidad y por el otro reducir las distorsiones que surgen si se aplica el test PP a series con grandes raíces MA o AR negativas. La hipótesis nula es la existencia de raíz unitaria.

La formulación es la siguiente. Supongamos que y_t^d es la serie sin tendencia; se tiene:

$$\overline{MZ}_{\alpha} = \frac{(T^{-1} \cdot y_T^d \cdot -\hat{\lambda}^2)}{(2T^{-2} \sum_{t=1}^{t=T} y_{t-1}^d)} \quad [21]$$

$$\overline{MSB} = \left(\frac{T^{-2} \sum_{t=1}^{T-1} y_{t-1}^d}{\hat{\lambda}^2} \right) \quad [22]$$

El estadístico de Ng-Perron es:

$$\overline{MZ}_t = \overline{MZ}_\alpha \overline{MSB} \quad [23]$$

En las formulas [21] y [22], el coeficiente $\hat{\lambda}^2$ representa la varianza de largo plazo de la serie. Ng-Perron sugieren estimarla a partir de una regresión como la del test ADF pero aplicada a la serie cuya tendencia haya sido previamente removida por mínimos cuadrados generalizados.

La distribución asintótica de \overline{MZ}_t es la misma que la del test de ERS.

3. 1.f. Test de Schmidt-Phillips

En la sección 3.1.a hemos presentado la prueba de Dickey-Fuller ampliada. Existen tres regresiones alternativas y, por ende, tres tests ADF diferentes. Las tres regresiones son:

$$- \Delta y_t = a \cdot y_{t-1} + \sum_{i=1}^{i=p} a_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad [24a]$$

(proceso autorregresivo de orden p sin deriva (*drift*, en inglés) ni tendencia)

$$- \Delta y_t = \mu + a \cdot y_{t-1} + \sum_{i=1}^{i=p} a_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad [24b]$$

(proceso autorregresivo de orden p con deriva pero sin tendencia)

$$- \Delta y_t = \mu + a \cdot y_{t-1} + \sum_{i=1}^{i=p} a_i \Delta y_{t-i} + \beta' \cdot t + \varepsilon_t \quad [24c]$$

(proceso autorregresivo de orden p con deriva y tendencia).

Schmidt y Phillips (1992) sostuvieron que los coeficientes de los términos determinísticos o bien no están definidos o bien adoptan interpretaciones diferentes según se cumpla la hipótesis nula de existencia de raíz unitaria o no. Por ejemplo, en [24c], μ es la deriva y β' es la tendencia lineal. Pero esto es así solamente si se cumple la hipótesis alternativa de estacionariedad, por cuanto en este caso, $a=0$. Si, en cambio, existe raíz unitaria, $a=1$, y ahora μ es la tendencia lineal y β' una tendencia cuadrática.

Schmidt y Phillips propusieron un test en el cual los coeficientes de los términos determinísticos mantienen una misma interpretación bajo ambas hipótesis⁷. El punto de partida es la siguiente formulación:

$y_t = \mu + \beta \cdot Z_t + x_t$, donde $Z_t = (t, t^2, \dots, t^p)$ y $x_t = \pi \cdot x_{t-1} + \varepsilon_t$ (con ε_t ruido blanco).

Se corre la regresión $\Delta y_t = \Delta \beta \cdot Z_t + \mu_t$, y con el valor estimado de β , $\hat{\beta}$, se calcula $\hat{\psi}_x = y_t - Z_t \cdot \hat{\beta}$. Luego se define la serie $\hat{S}_t = y_t - Z_t \cdot \hat{\beta} - \hat{\psi}_x$ con la que se forma la ecuación de regresión $\Delta y_t = \Delta Z_t \cdot \lambda + \phi \cdot \hat{S}_{t-1} + v_t$

El coeficiente clave es ϕ . Schmidt-Phillips elaboraron dos tests, $Z(\rho) = T \cdot \phi / \omega^2$, y $Z(\tau)$, (donde τ es el estadístico t habitual para testear si $\phi = 0$). El estimador del parámetro ω en el primer test se deriva del multiplicador de Lagrange, cuya exposición se omite en este trabajo. Simulaciones de Monte Carlo demostraron que el test de Schmidt-Phillips posee más poder estadístico que el de ADF.

(7) Para la presentación de este test, aparte del trabajo original de Schmidt y Phillips (1992), hemos consultado a Pfaff (2008, sección 5.4).

(Continuará en el próximo número).

INTERPRETACIÓN DE LA MATRIZ INSUMO-PRODUCTO DEL SECTOR FORESTO INDUSTRIAL DE MISIONES

Por el Lic. Darío Ezequiel Díaz(*) y la Mag. Marina Guarrochena de Arjol(**)

(continuación del Boletín Matemático N° 18)

Interpretación de la matriz insumo-producto frente a cambios en la demanda final

(*) Profesor en la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Misiones.

(**) Profesora Adjunta de Economía Aplicada y de Metodología de la Investigación en la misma Facultad.

La descripción de la cadena de valor del sector foresto industrial puede ser explicada en función de la aplicación de sus interrelaciones sectoriales, como realiza el economista De Pablo⁸ para el caso del trigo: cada empresario industrial inicia su proceso productivo comprando productos (rollos de madera y otros) denominados insumos. En general, el industrial maderero no planta árboles (excepto las grandes empresas), por lo cual requiere los rollos de madera y demás insumos para la industrialización de otro sector. No todo el insumo madera está disponible para compras directas. Si existiese algún incremento de dichas compras habría que producir más manufacturas o productos finales, para reponer la madera utilizada en la industrialización. La generalización a la economía en su conjunto de esta sencilla pero importante idea implica averiguar, no sólo cuánta madera se necesita producir para satisfacer las compras directas de madera, sino también cuánta madera se necesita para satisfacer los requerimientos de insumos del sector que industrialice la misma y la transforme en productos finales.

(8) De Pablo (2008). *En qué anduvieron y en qué andan los economistas*. Editorial Educa.

Esta idea permitió formalizar matemáticamente el esquema de insumo-producto por Wassily Wassilyovich Leontief en 1936. Sobre la base de otros estudios anteriores, Quesnay, F; (*Tabla económica*, 1758); Marx, K. (*El capital*,

1864); Walras, L. (*Estudios de Economía Social*, 1896)⁹, Leontief pretendió mostrar que el esquema se podía estimar y utilizar para responder preguntas prácticas. La herramienta resultó muy atractiva en los organismos de planificación que nacieron en muchos países luego de la Segunda Guerra Mundial. El esquema de insumo-producto comienza por disponer en forma de tabla los datos referidos a la evolución económica de un país, o una región, durante cierto lapso. Cada fila desagrega las ventas que cada sector se hace a sí mismo y al resto de los sectores, diferenciando la demanda intermedia (donde el producto “desaparece” al fabricarse otro, como el volante del auto, que desaparece como bien aislado al fabricarse el auto), y la demanda final (consumo, inversión y exportaciones). Cada columna indica las compras que cada sector tuvo que hacerse a sí mismo y al resto de los sectores, para poder fabricar lo que vendió.

La matriz insumo producto se utiliza para responder las siguientes preguntas: ¿Qué cantidad de productos de cada sector habría que producir, para que determinada cantidad de ellos estuviera disponible para la utilización humana inmediata o mediata? ¿Y qué cantidad de productos de cada sector están disponibles para utilización humana inmediata (consumo y exportación) o mediata (inversión), dada la cantidad de productos elaborados en cada sector?

La matriz insumo producto no es sólo una relación entre producción, insumos y producto, sino también la especificación de una forma de relación, que supone rendimientos constantes a escala (es decir que se necesita el doble de producción y de insumos para abastecer el doble de demanda final) y coeficientes fijos de producción (en otros términos, que las intensidades relativas de trabajo y capital utilizadas en la producción de los distintos bienes, serán las mismas cualquiera sea su precio relativo).

(9) Haro García (2008), (op. cit.).

El análisis de cuadros de insumo-producto fue desarrollado como el instrumento de interpretación de las

interdependencias de los diversos sectores de la economía. Es decir, en el análisis de insumo-producto consideramos cualquier sistema económico como un complejo de industrias mutuamente interrelacionadas. Se considera que toda industria recibe materias primas (insumos) de las demás industrias del sistema y que, a su vez, proporciona su producción a las demás industrias en calidad de materia prima. Fundamentalmente se trata de un análisis general del equilibrio estático de las condiciones tecnológicas de la producción total de una economía, durante el periodo de tiempo en cuestión.

El punto de partida para la elaboración de un análisis de insumo-producto es la formulación de una tabla que contiene partidas que demuestran, ya sea cuantitativamente o en términos de valor, de qué manera se distribuye la producción total de una industria a todas las demás industrias en forma de producción intermedia (es decir, como materia prima) y a los usuarios finales no productores la interdependencia existente entre los sectores de producción. Esto da origen a una cadena de reacciones, que cada vez puede ir comprometiendo nuevos sectores, si bien la magnitud de estos efectos va siendo progresivamente más débil. Ésa es la esencia del problema: ¿cómo cuantificar no sólo los efectos directos sino también todos los efectos indirectos que se derivan del incremento de la demanda final de un sector determinado? O, planteándolo de otra forma, ¿en qué medida tendría que aumentar la producción de todos y cada uno de los sectores de la economía para que pueda tener lugar una expansión de cierta magnitud de un sector determinado?

(10) Haro, García (2008). *Metodologías para la estimación matemática de la matriz de insumo-producto simétrica.*

La aplicación más corriente es determinar el efecto de un cambio en la demanda final, sobre el nivel de los valores brutos de producción e insumos.¹⁰

Premisas y Metodología del modelo de Matriz Insumo-Producto de Leontief

La matriz insumo-producto se analiza bajo el supuesto de Leontief de matrices simétricas.

Los Supuestos de las Tablas de Insumo-Producto simétricas son:

1) Homogeneidad: Cada producto es suministrado únicamente por una industria y, por lo tanto, no hay efectos de sustitución por competencia de productos similares de distintas industrias. Para la producción de cada bien existe una sola función de producción y estructura de costos que lo represente.

En las intersecciones de las filas y las columnas de las transacciones interindustriales (que se designarán con la letra “x”), estará representada la oferta de bienes y servicios intermedios (correspondiendo a las filas, que se designarán con el subíndice “i”), absorbida por las distintas industrias de destino (correspondiendo a las columnas que se designarán con el subíndice “j”); esto es:

x_{ij} = bien o servicio i demandado por la industria j.

Por el supuesto de homogeneidad cada industria suministra sólo un producto y cada producto es suministrado por una sola industria. Entonces, si bien conceptualmente estamos considerando a los bienes en las filas y a las industrias en las columnas, en la práctica las tablas finalmente se confeccionan del tipo “industrias por industrias” o “productos por productos”.

En este caso, tomaremos el caso “industria por industria”, entre las cuales tenemos:

Forestal Primaria
Aserrado y cepillado de madera
Elaboración de laminados y tableros
Fabricación de muebles y sus partes
Fabricación de Pasta, Papel y Cartón
Resto de la Provincia

Sin considerar las importaciones y con la valuación de la producción a precios de productor sin IVA ni derechos de importación (Tm), tenemos:

- Oferta y Demanda total del producto i y de todos los productos:

$$\sum x_{ij} + DF_i = VB_{Pi} \quad (\text{Ver Referencias en página 13})$$

$$\sum \sum x_{ij} + \sum DF_i = \sum VB_{Pi}$$

- Costos Totales de la industria j y de todas las industrias

$$\sum x_{ij} + VA_j = VB_{Pj}$$

$$\sum \sum x_{ij} + \sum VA_j = \sum VB_{Pj}$$

- PBI estimado por la corriente del valor agregado, gasto e ingreso

$$PBI = \sum VB_{Pi} - \sum \sum x_{ij}$$

$$GBI = \sum DF_i$$

$$YBI = \sum VA_j$$

2) Proporcionalidad: Implica considerar que existe una relación lineal entre el nivel de los insumos (x_{ij}) y el valor bruto de producción de cada industria (X_j); o lo que es lo mismo, que la incidencia de los distintos bienes y servicios y de la retribución a factores sobre el costo total es constante, no produciéndose cambios en dicha composición.

Así quedan definidos los coeficientes técnicos (a_{ij}) como estructura porcentual en tanto por uno de los bienes y servicios insumidos; esto es:

$$a_{ij} = x_{ij} / X_j$$

Conocido el coeficiente técnico, el cual es fijo (a_{ij}) y el nivel de producción de las industrias (X_j), se determinan los requerimientos de insumos (x_{ij})

Tenemos que:

$$x_{ij} = a_{ij} * X_j$$

En cuanto al coeficiente de retribución a factores (v_{aj}), también va a estar dado por la relación entre el total de retribuciones de cada industria y el valor bruto de producción:

$$v_{aj} = VA_j / X_j$$

Por lo tanto, $\sum a_{ij} + v_{aj} = 1$

El conjunto de las ecuaciones de coeficientes técnicos va a representar la estructura de relaciones interindustriales. La estimación del nivel de insumos a partir del nivel de producción de cada industria, permite definir los insumos como una variable dependiente del nivel de la producción y por lo tanto definible a partir de resolver los nuevos valores de la producción.

Así como el PBI puede interpretarse desde el punto de vista del producto y del ingreso, lo mismo ocurre con la matriz. Los modelos de insumo producto también analizan la generación de ingresos a partir de cambios en la demanda final. La secuencia es la siguiente: la demanda final de productos forestales genera ingresos en las actividades que atienden directamente el consumo (público y privado), la inversión y las exportaciones, es decir, a cada uno de los componentes

de la demanda agregada final. Estas actividades requieren de insumos intermedios a otras industrias, que a su vez se abastecen de las actividades primarias, que son las últimas en recibir ingresos por transacciones dentro del bloque. El resto de las transacciones se realizan con actividades no pertenecientes al bloque.

El modelo de Leontief¹¹ explica la metodología de la construcción y la aplicación de la MIP. En ella se sustancia que cualquier cambio en el nivel de demanda final de alguno o todos los bienes produciría dos tipos de efectos:

- a) **Directo:** incrementando automáticamente el valor bruto de producción total del respectivo bien (total de la fila); y por lo tanto, al requerirse el consecuente cambio en el nivel del valor bruto de producción de la industria (total de columna), se deberán incrementar los niveles de insumos de la misma en la proporción de los coeficientes técnicos del propio sector.
- b) **Indirecto:** el resultado del aumento del efecto directo requiere incrementos de la oferta de los distintos sectores o actividades de la economía, y por ende, del Valor Bruto Producción-VBP de los bienes producidos (totales de cada fila), lo que implica a su vez en cada sector afectado, aumentos en los niveles de insumos en la proporción de los coeficientes técnicos de cada industria. Este nuevo incremento genera otro aumento de la oferta, que implica repetir este proceso de efectos indirectos en forma indefinida hasta que la variación marginal sea nula.

(11) Propatto, Juan Carlos Aldo. (2003). *El sistema de cuentas nacionales*. Ediciones Macchi. Cap. 11-12.

Referencias	
FP	Forestal Primaria
AC	Aserrado y cepillado de madera
LT	Elaboración de laminados y tableros
M	Fabricación de muebles y sus partes
PPC	Fabricación de pasta, papel y cartón
RP	Resto de la Provincia
VA	Valor Agregado
VBP	Valor Bruto de Producción
TDI	Total demanda Intermedia
CH	Consumo de Hogares
CP	Consumo Público
VFP	Ventas fuera de la provincia
I	Inversión
E	Exportaciones
TDF	Total demanda Final

Sector	Demanda intermedia						
	FP	AC	LT	M	PPC	RP	TDI
FP	18.913	97.986	4.600	200	56.298	3.175	181.172
AC	11	15.423	4.307	871	295	20.543	41.450
LT	0	0	20.078	42	0	0	20.120
M	2	0	0	30	0	3.235	3.267
PPC	116	0	0	0	6.640	17.359	24.115
RP	985	8.728	1.843	377	24.762	730.136	766.831
VA	169.107	187.863	148.172	13.334	662.810	4.629.725	
VBP	189.134	310.000	179.000	14.854	750.805	5.404.173	

Sector	Demanda intermedia							DI+DF=VBP
	TDI	CH	CP	VFP	I	E	TDF	
FP	181.172	0	0	983	6.922	57	7.962	189.134
AC	41.450	0	0	126.412	0	142.138	268.550	310.000
LT	20.120	0	0	41.913	0	116.967	158.880	179.000
M	3.267	590	0	9.543	0	1.454	11.587	14.854
PPC	24.115	0	0	372.139	0	354.551	726.690	750.805
RP	766.831	1.218.501	907.684	288.222	1.876.224	346.711	4.637.342	5.404.173

Sectores	Matriz de coeficientes técnicos					
FP	0,099997885	0,316083871	0,025698324	0,013464387	0,074983518	0,000587509
AC	5,81598E-05	0,049751613	0,024061453	0,058637404	0,000392912	0,003801322
LT	0	0	0,112167598	0,002827521	0	0
M	1,05745E-05	0	0	0,002019658	0	0,000598611
PPC	0,000613322	0	0	0	0,008843841	0,003212147
RP	0,005207948	0,028154839	0,010296089	0,025380369	0,032980601	0,135105963
Sectores	Matriz I-A (o matriz de Leontief)					
FP	0,900002115	-	-	-	-	-
AC	-5,81598E-05	0,950248387	0,024061453	0,058637404	0,000392912	0,003801322
LT	0	0	0,887832402	0,002827521	0	0
M	-1,05745E-05	0	0	0,997980342	0	0,000598611
PPC	0,000613322	0	0	0	0,991156159	0,003212147
RP	0,005207948	0,028154839	0,010296089	0,025380369	0,032980601	0,864894037
Sectores	Matriz inversa de I-A					
FP	1,111206004	0,369704211	0,042214883	0,036903091	0,084302608	0,002718357
AC	9,61705E-05	1,05252682	0,028581847	0,062043413	0,000579948	0,004671153
LT	5,03384E-08	8,22069E-08	1,126338736	0,003191253	7,73589E-08	2,20942E-06
M	1,58061E-05	2,58127E-05	9,2024E-06	1,002043145	2,42904E-05	0,00069375
PPC	0,000709392	0,00034707	7,34256E-05	0,000125536	1,009101332	0,003749816
RP	0,006721758	0,036502998	0,014596135	0,031689702	0,03900681	1,156542804

Matriz inversa I-A * Dem Final Nuevo=Nuevo Valor Bruto de Producción

$$(I-A)^{-1}d=x^*$$

Sectores		
Forestal Primaria	VBP nuevo	189136,18
Aserrado y cepillado de madera		310003,66
Elaboración de laminados y tableros		179000,19
Fabricación de muebles y sus partes		14913,12
Fabricación de Pasta, Papel y Cartón		750805,01
Resto de la Provincia		5404174,87

Sectores	Total Dem. Final	Consumo Hogares	Incremento %	Consumo Público	Incremento %	Ventas fuera de la provincia	Incremento %	Inversión	Incremento %	Exportaciones	Incremento %
Forestal Primaria	7962	0	0	0	0	983	0	6922	0	57	0
Aserrado y cepillado de madera	268650	0	0	0	0	126412	0	0	0	142138	0
Elaboración de laminados y tableros	158880	0	0	0	0	41913	0	0	0	116967	0
Fabricación de muebles y sus partes	11646	59	10	0	0	9543	0	0	0	1454	0
Fabricación de Pasta, Papel y Cartón	726690	0	0	0	0	372139	0	0	0	354551	0
Resto de la Provincia	4637342	1218501	0	907684	0	288222	0	1876224	0	346711	0

Sectores	Total Dem. Final	Δ Consumo Hogares	Δ Consumo Público	Δ Ventas fuera de la provincia	Δ Inversión	Δ Exportaciones
Forestal Primaria	0	0	0	0	0	0
Aserrado y cepillado de madera	0	0	0	0	0	0
Elaboración de laminados y tableros	0	0	0	0	0	0
Fabricación de muebles y sus partes	59	59	0	0	0	0
Fabricación de Pasta, Papel y Cartón	0	0	0	0	0	0
Resto de la Provincia	0	0	0	0	0	0

Sectores	Nuevo Total Dem. Final	Consumo Hogares total	Consumo Público total	Ventas fuera de la provincia total	Inversión total	Exportaciones total
Forestal Primaria	7962	0	0	983	6922	57
Aserrado y cepillado de madera	268650	0	0	126412	0	142138
Elaboración de laminados y tableros	158880	0	0	41913	0	116967
Fabricación de muebles y sus partes	11646	649	0	9543	0	1454
Fabricación de Pasta, Papel y Cartón	726690	0	0	372139	0	354551
Resto de la Provincia	4637342	1218501	907684	288222	1876224	346711

Nuevo Total Dem. Final	
	7962
	268550
	158880
	11646
	726690
	4637342

Sectores	Promedio porcentual del incremento de la DF
Forestal Primaria	0,00%
Aserrado y cepillado de madera	0,00%
Elaboración de laminados y tableros	0,00%
Fabricación de muebles y sus partes	0,51%
Fabricación de Pasta, Papel y Cartón	0,00%
Resto de la Provincia	0,00%

Resultados

Luego de la aplicación del modelo, y con la salvedad dicha anteriormente, los principales resultados extraídos del procedimiento son los siguientes:

1) Por cada incremento del 10% del gasto público del estado provincial en la compra directa de los productos forestales, el incremento del Valor Bruto de Producción (VBP) del sector primario (SP) es del 0,13%, de aserrado y cepillado (AyC) del 0,14%; fabricación de muebles (M) del 0,42%, fabricación de pasta y celulosa (PC) del 0,05%; y del resto de las actividades económicas (RA) un 1,94%.

Si sumamos el incremento del valor bruto de producción de cada una de las actividades, llegamos a que por cada incremento del gasto público en un 10% anual (a valores del año 2002-2003)¹², el incremento del VBP del sector forestal es del 0,74%. Las demás actividades económicas, que algunas tienen vinculación con el sector, pero que es imposible calcular debido a fallas de origen en los datos, tienen un impacto del 1,94%.

(12) Los datos de la matriz corresponden a los años 2002 y 2003.

Según la metodología descrita por la DNPER, el consumo público está referenciado a las compras del sector público en forma directa que realiza al sector (no compra intermedia). Esto significa que el sector público (estado provincial) no efectúa compras de productos forestales a ningún sector directo, es decir, forestal primaria, aserrado y cepillado de madera, elaboración de laminados y tableros, fabricación de muebles y sus partes, y fabricación de pasta, papel y cartón. Sólo efectúa compras al resto de las actividades de la economía provincial "Resto de la provincia". Por esta misma razón es por la cual el impacto de un aumento del 10% del gasto público, tiene casi nula significatividad o impacto en el sector forestal total (sólo el 0,74% del valor bruto de producción). Se parte de la premisa que el resto de las actividades no son solamente las vinculadas indirectamente al sector forestal, sino que impactan sobre el resto de la economía.

2) Si suponemos que la producción de madera con destino afuera de la provincia es igual a la demanda de madera del resto del país (ventas que se realizaron afuera de la provincia), en el período 2002-2007 la cifra fue del 34,6%. Considerando que el incremento en la demanda del resto de país tiene efectos directos en cada uno de los sectores analizados en la matriz insumo-producto (excepto en la pasta celulósica), tenemos que el VBP se incrementa en: SP= 9,28%; AyC=15,20%; Laminados y Terciados (LyT) =9,13%; M=22,75%; RP=2,17%. La PC, aunque no se demande en el mercado interno, por efectos indirectos se incrementa un 0,05%.

Al sumar todos los incrementos individuales, tenemos que el VBP del sector forestal se incrementa en un 56,36%, con mayor impacto sobre la actividad de la fabricación de muebles y la producción de los aserraderos.

El principal resultado de este análisis es que la demanda del mercado interno tiene un considerable peso en la sensibilidad o elasticidad de la producción de productos

forestales. Como se ha visto, un incremento del 34,6% de la demanda interna, generó un aumento de la producción del 56,36%. La elasticidad es de 1,62¹³, por lo que significa que en momentos de expansión del mercado interno, la obtención de productos forestales se incrementa más que proporcionalmente, pero en términos de retracción, la misma disminuye en mayor cuantía. El proceso de sustitución de importaciones a partir del modelo de tipo de cambio alto generó un incremento fuerte de los envíos al mercado interno, explicando en gran parte el crecimiento económico del sector forestal de Misiones, en los últimos años.

3) En el período 2002-2007, las exportaciones de muebles y sus partes cayeron un 80,3%, por lo que la matriz insumo estima una caída del 7,88% del VBP de M. Por efectos indirectos, el SP y AyC también disminuyeron su VBP, pero en un 0,02%, es decir, la menor exportación de muebles no es significativa sobre el valor bruto de la producción de las actividades de los aserraderos. Un resultado interesante es que, aunque las exportaciones de muebles cayeron en una gran proporción, esta caída no resiente o tiene muy bajo impacto en la producción, debido a que, como se dijo anteriormente, dicho sector destina sus productos principalmente al mercado interno.

4) En el período 2002-2007, las exportaciones de PC crecieron un 25,9%, por lo que el VBP creció en SP=4,09%; AyC=0,02%; M=0,02%; RP=0,07%, y en PC=12,34%.

Si sumamos el incremento del valor bruto de producción de cada una de las actividades, llegamos a que el VBP del sector forestal creció un 16,64%.

(13) Se calculó sobre el cociente entre el incremento de la producción y el incremento de la demanda interna.

De estos datos surge que el crecimiento de las ventas externas de celulosa y papel influye muy poco en el crecimiento del valor bruto del sector primario, y más bien que tiene más impacto en la producción de pasta celulósica y papel. Es claro que si se incrementan las exportaciones de pasta, el valor bruto de producción de la misma se incrementa.

Lo que resulta interesante es que el sector primario, principal suministro de madera de bosque implantado para la elaboración de pasta y papel, tenga tan poca participación en el crecimiento de la producción. Una interpretación podría resultar de la tenencia de tierras con bosques implantados por parte de las mismas empresas pasteras, por la cual ellas mismas se autoabastecen, sin incidir fuertemente en el sector primario.

5) Si incluimos dentro del Rubro “Madera y sus Manufacturas” al Sector primario, aserrado y cepillado y laminados y terciados, el aumento de las exportaciones de las mismas en el período 2002-2007 fue del 146%. El incremento del Valor Bruto de Producción es del 44,55%, 72,23% y 107,75% respectivamente. El peso más importante lo tiene laminados y terciados, siguiéndole aserrado y cepillado y, por último el sector primario.

6) Por cada incremento de la inversión privada del sector primario en el mismo en un 10%, el VBP del sector crece un 0,41%. Esto se debe a que en los datos originales de la matriz insumo producto analizada la inversión tiene un peso bajísimo en el sector primario y nulo en los demás sectores pertenecientes al bloque forestal.

7) Por cada incremento del 10% del consumo de hogares de muebles y sus partes, el VBP del mismo crece solamente el 0,40%. Esto se debe a que el consumo privado de muebles de origen provincial es muy bajo. Gran parte de la producción de muebles, como se ha visto antes, es destinada al mercado interno, fuera de la provincia de Misiones.

Conclusión

La matriz original del sector forestal de Misiones presenta deficiencias en los datos por lo cual, los resultados de la aplicación del modelo de Leontieff resultan inconsistentes por la siguiente razón: el sector “Resto de la Provincia” representa

el total de las actividades económicas de la provincia. Esto significa que hay actividades (indirectas) relacionadas al sector forestal que están dentro de este sector. Esto viola los supuestos de elaboración del modelo de Leontieff¹⁴, que establece que al analizar un bloque, en este caso sector forestal, lo que se denomina resto de la provincia debería contener exclusivamente las actividades indirectas asociadas al sector foresto industrial.

El entorno externo es decisivo en una actividad como la forestal estrechamente ligada al comercio exterior. Dos tercios de las exportaciones totales de la provincia de Misiones y el 60,1 % del valor agregado industrial provienen del sector foresto industrial, por ello las incertidumbres económicas que se planteen repercuten en la economía de Misiones.

La medición del aporte económico de actividades indirectas vinculadas al sector forestal de Misiones es importante para evaluar los impactos y poder individualizar las políticas de estado con mayor incidencia en el desarrollo del sector.

La matriz Insumo-Producto del sector Foresto-Industrial de Misiones, elaborado por organismos nacionales, fue una contribución inicial del análisis para conocer la utilidad de esta herramienta, transparentar la información económica, y poder diseñar políticas sectoriales que generen evaluaciones objetivas de impacto; contribuyendo a los niveles de decisión el conocer las inversiones que generan mayores beneficios económicos.

(14) Marquez González, W. (2006) *La Matriz de Leontief*. pp1-3. Disponible en www.matebrunca.com
Haro García, R. (2008). *Metodologías para la estimación matemática de la matriz insumo-producto simétrica*. Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos, pp. 6, 11-15, enero 2008.

La utilidad de la matriz insumo producto ofrece al empresario una ruta detallada de los bienes y servicios utilizados hasta llegar a la demanda final y valorando cuál rama de actividad posibilita su expansión en el mercado.

Para el diseño de políticas públicas sectoriales la matriz insumo producto permite medir los impactos directos e indirectos en la producción y los cambios en la demanda final,

y el efecto que tiene sobre el aumento del empleo directo e indirecto que repercuten en una actividad.

La matriz insumo-producto confronta la oferta con la utilización de los bienes y servicios producidos, por lo tanto genera estadísticas sobre la producción del principal insumo de dicho sector y permite una adecuada corrección.

El resultado más destacado de la interpretación de la matriz insumo-producto del sector foresto industrial de Misiones es que la demanda del mercado interno tiene un considerable peso en la sensibilidad o elasticidad de la producción de productos forestales. El proceso de sustitución de importaciones a partir del modelo de tipo de cambio alto generó un incremento fuerte de los envíos al mercado interno, explicando en gran parte el crecimiento económico del sector forestal de Misiones, en los últimos años.

Esta matriz requeriría ser profundizada y revisada en el aporte de las relaciones intersectoriales existentes entre los sectores indirectamente vinculados, para que sirva a los fines del conocimiento actualizado del impacto económico de este sector en la economía de Misiones, anticipando si los recursos disponibles del sector forestal, permiten absorber los incrementos de demanda.

La dependencia de las rentas internacionales de productos forestales y el peso de la actividad en la riqueza provincial comprometen la necesidad de mantener información económica actualizada y transparente para la toma de decisión de los agentes económicos y de las políticas públicas, para lograr una reducción de la incertidumbre y un aumento de la confianza en los intercambios comerciales.

Bibliografía

-BLAIR, John P, (1991): *Urban and Regional Economics*. Richard D. Irwin, Boston.

-CHIANG, Alpha C, (1984): *Métodos fundamentales de economía matemática*. F.: Mc Graw-Hill - México

Consultoría Internacional Especializada, (1996): *Metodología para la actualización de la matriz de insumo producto* en Stata Matrix: manual de operación.

-DASGUPTA, Ajit, K., (1997): *Teoría económica y países en desarrollo*. Folio. Barcelona.

-DE PABLO (2008) *En qué anduvieron y en qué andan los economistas*. Editorial Educa. Buenos Aires.

-DÍAZ, L.; GUARROCHENA M.; DÍAZ D. (2009). *Economía del sector foresto industrial de Misiones*. Universidad Nacional de Misiones.

-HARO GARCÍA, R. (2008) *Metodologías para la estimación matemática de la matriz de insumo-producto simétrica*. Edit. Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos, Barcelona, España.

-INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSO- INDEC (2008). Sector Externo. Series estadísticas. Disponible en www.indec.mecon.ar.

-IZURIETA, C. (2005). *Estrategia forestal de la Provincia de Misiones instrumentos para el diseño de políticas*. Teresa Lozano Long Institute of Latin American Studies (LLILAS) at the University of Texas at Austin, 2005, disponible en www.utexas.edu/cola/insts/llilas/

-LEONTIEF, Wassly, (1975): *Análisis económico Input-output*. Ariel. Barcelona.

-LIFSCHITZ, E. y GORZYCKI, R. M. (2005) *El Bloque Forestal Implantado: la Matriz Insumo - Producto del Bosque Forestal Implantado*. Dirección de Análisis e Información Sectorial (DNPER) Secretaría de Política Económica del Ministerio de Economía y Producción de la Nación.

Seminario Taller sobre la Información en las actividades económicas como herramienta para el desarrollo. Buenos Aires.

-MÁRQUEZ GONZÁLEZ, W. (2006). *La Matriz de Leontief*. pp1-3. Disponible en www.matebrunca.com.

-MARX, K. (1864). *El capital*.

-PROPATTO, Juan Carlos Aldo. (2003). *El sistema de cuentas nacionales*. Ediciones Macchi. Cap 11-12. Buenos Aires.

-QUESNAY, F (1758). *Tabla económica*. Extract Journal of Political Economics.

-REY, Sergio and MATTHEIS, Daniel J. (2000). *Identifying Regional Industrial Clusters in California*. Volume I: Conceptual Design. San Diego: San Diego State University

-Subsecretaría de Comercio Exterior e Integración (2008). Base de Datos 2007-2008. Dirección de Comercio Exterior. Misiones.

-VERBEEK, Hessel, (1999). *Innovative Clusters: Identification of Value-Adding Production Chains and their Networks of Innovation*, an International Studies. Rotterdam: Erasmus Universiteit te Rotterdam.

INVITACIÓN

Se invita a los señores Profesores y Docentes en general a presentar sus trabajos para incluirlos en los próximos números de este Boletín. Los mismos pueden dirigirse a nombre de esta Dirección al aula 311, del tercer piso del Edificio Central de la Universidad, o al E-mail *lvilches@unimoron.edu.ar*

Por cualquier consulta, comunicarse al teléfono 4659-2417.

Ing. Luinor E. Vilches

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD DE MORÓN

Rector

Dr. Héctor Norberto Porto Lemma

Secretario General

Dr. José María Baños

Prosecretaria General

Arq. Marcela Kral

Secretario Académico

Dr. Eduardo Néstor Cozza

Secretario Administrativo

Dr. Jorge Marcos

Secretario de Ciencia y Tecnología

Dr. Domingo Liotta

Secretario Ejecutivo de Anexos y Subsedes

Dr. Carlos Humberto Pedrini

**Director de la Oficina de Comunicaciones
y Relaciones Institucionales**

Lic. Alejandro Gavric

Director de la Oficina de Control de Gestión

Arq. Oscar Aníbal Borrachia

**Decano Facultad de Agronomía
y Cs. Agroalimentarias**

Ing. Agrónomo Antonio Ramón Angrisani

**Decano Facultad de Arquitectura,
Diseño, Arte y Urbanismo**

Arq. Oscar Aníbal Borrachia

**Decano Facultad de Ciencias
Económicas y Empresariales**

Dr. Jorge Raúl Lemos

**Decano Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales**

Dr. Aquiles Carlos Ferranti

**Decano Facultad de Derecho,
Ciencias Políticas y Sociales**

Dr. Bruno Oscar Corbo

**Decano Facultad de Ciencias Aplicadas
al Turismo y la Población**

Lic. Alejandro F. Gavric

**Decano Facultad de Filosofía,
Cs. de la Educación y Humanidades**

Lic. Roberto Mario Paterno

**Decano Facultad de Informática,
Cs. de la Comunicación y Técnicas Especiales**

Ing. Hugo René Padovani

Decano Facultad de Ingeniería

Ing. Oscar Nuñez

Decano Facultad de Medicina

Dr. Domingo Liotta

12

14