



DOCENTES DE ADMINISTRACIÓN FINANCIERA

**38 Jornadas Nacionales de Administración Financiera
Septiembre 2018**

Metodología de análisis de prefactibilidad en proyectos de inversión industrial (MAPPII)

Técnicas para el estudio de casos y para la toma de decisiones

Ana Laura Acquisto

Universidad de Buenos Aires

SUMARIO

1. Introducción
2. Aspectos centrales de MAPPII: Las decisiones financieras
3. Enfoque metodológico
4. MAPPII: Variables, procesos y técnicas
5. Optimizando decisiones con MAPPII
6. Caso explorado mediante MAPPII
7. Conclusiones y recomendaciones

Para comentarios:
acquistoana@gmail.com

Resumen

El presente trabajo inicia con una reseña de los aspectos tecnológicos que fundamentan MAPPII, metodología para disminuir errores de cálculo en la evaluación, análisis y toma de decisiones vinculadas a proyectos de inversión y su administración adecuada. A partir de las variables que configuran el constructo teórico-empírico de MAPPII, se realizó un ensayo de campo para la aplicación de métodos estocásticos que permitieran asegurar decisiones más robustas para los administradores o responsables financieros, quienes necesitan minimizar el riesgo al momento de gestionar inversiones en proyectos industriales influenciados por efectos del ciclo monetario y créditos subsidiados. La prueba empírica realizada para verificar conceptos vinculados con la curva de Garrison, arrojó evidencia suficiente para el caso argentino, cuya modelización de variables arrojó un valioso resultado: las probabilidades asociadas a cada período del ciclo y sus fases, cuyo método consecuente representa un aporte para futuras exploraciones.

Palabras claves: Proyecto de inversión, industrial, decisión financiera, cálculo VAN, emisión monetaria, tasa de interés, largo plazo, ciclo económico

Abstract

This paper begins with a review of the technological aspects that underpin MAPPII, methodology to reduce calculation errors in the evaluation, analysis and decision making related to investment projects and their proper administration. Based on the variables that make up the theoretical-empirical construct of MAPPII, a field trial was conducted for the application of stochastic methods to ensure more robust decisions for administrators or financial managers, who need to minimize risk when managing investments. in industrial projects influenced by effects of the monetary cycle and subsidized credits. The empirical test carried out to verify concepts related to the Garrison curve yielded sufficient evidence for the Argentine case, whose modeling of variables yielded a valuable result: the probabilities associated with each period of the cycle and its phases, whose consequent method represents a contribution to future explorations.

Keywords: Investment project, industrial, financial decision, VPN calculation, monetary issue, interest rate, long term, economic cycle

1. Introducción

La *Metodología de Análisis de Prefactibilidad de Proyectos de Inversión Industriales* (MAPPII) deriva del marco teórico conceptual y de pruebas empíricas formulados por Mar-simian (2017) en su trabajo de investigación, cuyos postulados y conclusiones permitieron desarrollar una base tecnológica para mejorar decisiones de inversión en proyectos industriales, gracias a la obtención de un constructo apropiado para la gestión a largo plazo, formado

por una trama de factores endógenos y exógenos que manifiestan la dinámica de las variables establecidas por la curva de Garrison respecto del ciclo económico a largo plazo.

Las conclusiones e inferencias obtenidas en la investigación mencionada demostraron que el modelo de Garrison pudo comprobarse en la realidad argentina para la gestión de proyectos industriales de ampliación de infraestructura. Es evidente que la emisión monetaria y la expansión crediticia, sin verificarse un proceso de ahorro previo, provocan el efecto del ciclo y distorsionan las etapas en los procesos productivos.

MAPPII surge del conocimiento obtenido desde el marco teórico empírico descrito, y apela a generar bases de tecnología administrativa, para mejorar la toma de decisiones en la gestión financiera, buscando una solución sencilla para un problema complejo como el que representa un proyecto de inversión industrial con horizontes que exceden los cinco años, sin modelizar rigurosamente.

La metodología propuesta, aun en etapa experimental y con sus limitaciones, permite obtener pronósticos robustos desde datos históricos y análisis bayesiano (para decisiones bajo incertidumbre a priori y a posteriori respectivamente), gracias las herramientas de simulación y a una técnica desarrollada para variaciones de largo plazo: el método de los ciclos, herramienta estocástica de gran utilidad cuando el factor crítico es el tiempo, contribuyendo al progreso del saber administrativo por su valor intrínseco.

2. Aspectos centrales de MAPPII: Las decisiones financieras

La integración, de pruebas empíricas con el modelo explicativo expuesto por Dr. Marsimian (2017)¹, dieron cuenta de las pautas que el analista o administrador financiero deben considerar frente a estudios de prefactibilidad en proyectos de inversión a largo plazo para mejorar la toma de decisiones, cuando se evalúan ciclos monetarios y financieros, optimizando la gestión tal que, evite incurrir en una mala inversión dados errores de cálculo y sesgos contextuales afectados por variaciones y procesos, cuyo aspecto relevante es el tiempo en estrecha combinación inter e intra fases, formando una trama de factores endógenos y exógenos que manifiestan la dinámica de las variables determinadas por la curva de Garrison respecto del ciclo económico a largo plazo.

MAPPII apela a generar bases de tecnología administrativa. Por ello, no se desarrollaron ecuaciones ni algoritmos complejos de modelos matemáticos; se tuvo en cuenta que algunas decisiones de gestión financiera pueden ser subjetivas o no siempre racionales y no pueden modelizarse cuantitativamente, buscando una solución sencilla para un problema complejo como el que representa un proyecto de inversión industrial con horizontes que exceden los cinco años.

Asimismo, las limitaciones habilitan la investigación sobre ruidos (o noises) que podrían presentar singularidades en la predicción cuando se aplican las técnicas estadísticas en series retrospectivas-prospectivas, con pronósticos basados en datos históricos (para decisiones bajo incertidumbre a priori) y análisis bayesiano (para decisiones bajo incertidumbre con informa-

¹ Marsimian, M. (2017): *Errores de gestión relevantes en la financiación de proyectos industriales, como consecuencia del ciclo económico monetario*. Tesis doctoral. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Económicas. Argentina.

ción perfecta), donde existen elementos que en un contexto entrópico no se pueden evaluar adecuadamente si existen componentes subjetivos o psicológicos de la decisión financiera sobre un proyecto dado.

Las conclusiones e inferencias obtenidas en la investigación mencionada demostraron que el modelo de Garrison pudo comprobarse íntegramente para el modelo argentino en la gestión de proyectos industriales de ampliación de infraestructura. Es evidente que la emisión monetaria y la expansión crediticia, sin verificarse un proceso de ahorro previo, provocan el efecto del ciclo y distorsionan las etapas en los procesos productivos.

Las soluciones propuestas con MAPPII son una de tantas que pueden ensayarse con las variables presentadas y sus probabilidades asociadas. Su valor está en la optimización de evaluación de alternativas de inversión junto con las variables y probabilidades que advierten del error que se podría cometer en los cálculos de prefactibilidad de un proyecto industrial.

3. Enfoque metodológico

El objetivo metodológico de MAPPII deriva de las diversas pruebas empíricas realizadas para contrastar la hipótesis planteada por Marsimian (2017) en su Tesis Doctoral:

La gestión de inversiones en proyectos industriales destinados a expandir la infraestructura productiva, no contempla los efectos del riesgo provocado por el ciclo económico cuando esas inversiones se financian con créditos domésticos a tasa subsidiada. Esta omisión puede provocar mala inversión no recuperable, ajuste de los proyectos, y pérdidas a la empresa con impacto en el nivel de rentabilidad y el valor de la misma, afectando los intereses de shareholders y stakeholders.

En efecto, explicar la gestión de inversiones y análisis de proyectos industriales implicó indagar sobre las causas del error de cálculo, estimaciones económicas-financieras de los componentes del proyecto y la realidad sobre las decisiones consecuentes que la administración aplica a partir de su formulación. Y esta cuestión es fundamental porque no sólo puede repercutir de una mala inversión o desinversión, también influye sobre el costo social respecto a niveles de actividad y empleo industriales.

Luego de evaluar resultados, la pretensión fue generar una metodología actual y predictiva para evitar los errores de gestión en la financiación de proyectos industriales influenciados por la dinámica del ciclo económico a largo plazo, cuyo riesgo es el factor inter temporal, diseñando un proceso para aplicar los estudios teórico-prácticos emergentes de la investigación realizada.

4. MAPPII: Variables, procesos y técnicas

La metodología para el análisis de prefactibilidad en proyectos de inversión industrial incluye dos variables independientes: 1) Emisión Monetaria Tres (EM3) y 2) Tasa de Interés a Largo Plazo (TILP) para enmarcar el análisis. De estas, se desprenden dos variables dependientes fundamentales y respectivas de cada una: 3) Préstamos en Sector Privado No Financiero (PSPNF) y 4) Inversión Interna Bruta Fija (IIBF). La interrelación de las cuatro varia-

bles principales se complementa con tres variables dependientes y secundarias de aquellas: 5) Actividad Industrial (AI), 6) Empleo en Sector Industrial (ESI) y 7) Cobrabilidad Bancaria. A continuación, se describe cada una de las variables mencionadas para comprender su participación en MAPPII.

a) Expansión monetaria tres (EM3)

Variable constituida por agregados monetarios de M0, M1 y M2 y de valores negociables emitidos por instituciones financieras monetarias residentes como parte de la política monetaria destinada a reducir las tasas de interés o flexibilizar las condiciones del crédito, induciendo mayores niveles de inversión y de consumo de bienes duraderos (BCRA, 2016) y (Samuelson, 2010).

b) Tasa de interés de préstamos para el desarrollo o tasa de interés a largo plazo (TILP)

Variable que representa la tasa activa nominal anual (bancaria) para préstamos destinados al sector industrial, investigación, desarrollo y ampliación de infraestructura. Su *duration* puede superar entre 5 a 10 años. Los intereses se amortizan anualmente y la devolución del capital se pacta al final del horizonte del préstamo (BCRA, 2016).

c) Inversión Interna Bruta Fija (IIBF)

Variable establecida por el gasto comercial total en activos fijos (fábricas, maquinaria, equipos, viviendas, e inventarios de materias primas), destinado a la producción futura. Se mide en cifras brutas incluyendo la depreciación de activos, y/o inversiones para reemplazar capital desgastado o desechado (Samuelson, 2010).

d) Préstamos en sector privado no financiero (PSPNF)

Variable determinada por fondos destinados a unidades económicas para inversión en inmuebles, rodados y/o maquinarias, financiados por entidades autorizadas mediante créditos hipotecarios o prendarios respectivamente, en moneda nacional o extranjera (BCRA, 2016).

e) Actividad industrial (AI)

Variable definida por la producción de bienes donde la materia prima se transforma, agregando el valor de la acción humana y/o tecnológica. Comprende desde la extracción y producción primaria hasta la obtención de un bien de consumo (Samuelson, 2010). Incluye las subvariables: a) Precios industriales y b) Precios de consumo en el modelo del ciclo económico y la curva de Garrison.

f) Empleo en el sector industrial (ESI)

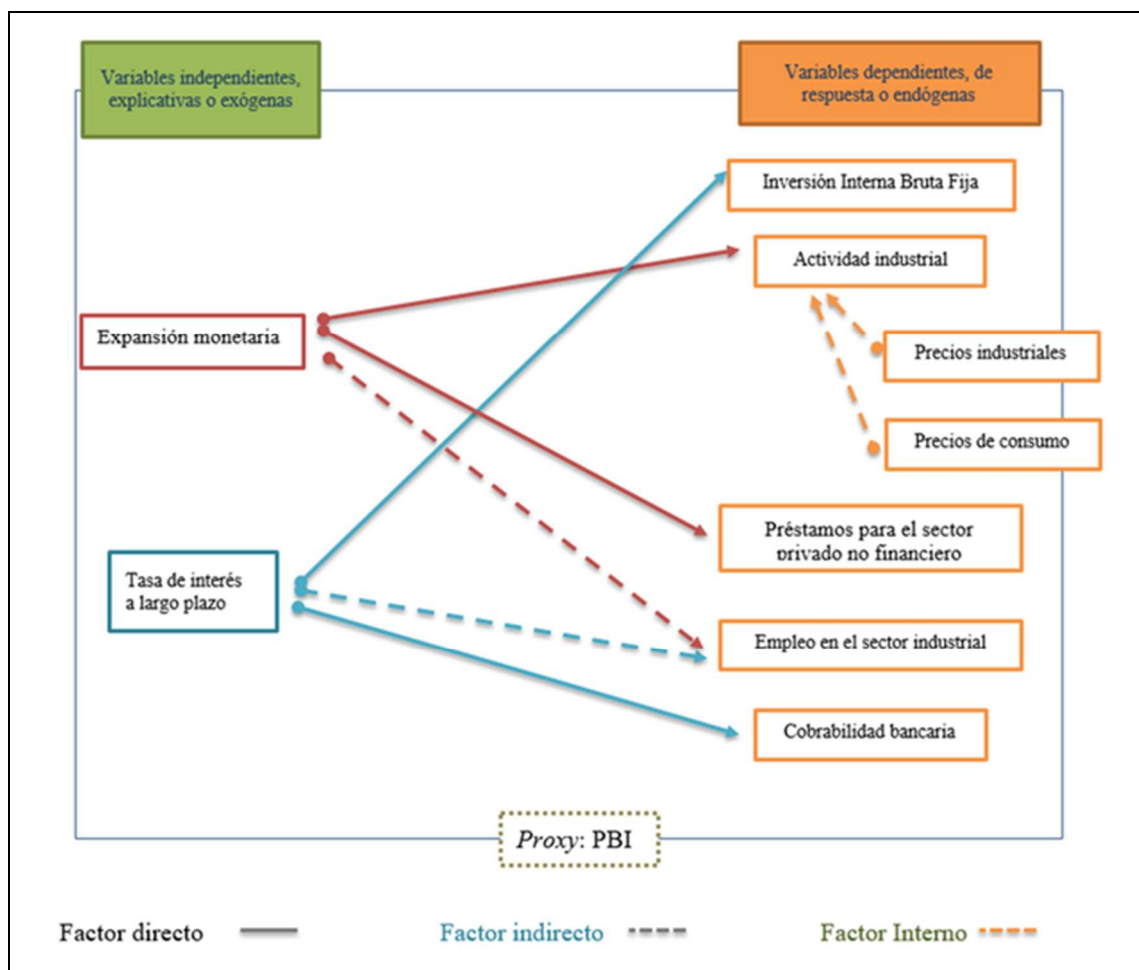
Variable que incluye dos dimensiones: 1) Obreros afectados directamente al proceso productivo (hasta supervisor inclusive); 2) Personal mensualizado o jornalizado, en relación de dependencia o contratado a término que no incluye personal contratado por agencia, personal técnico, administrativo y jerárquico (Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas (MECON), 2001).

g) *Cobrabilidad bancaria (CB)*

Su conceptualización indica el nivel de compromiso para afrontar deudas según un criterio general sobre comportamientos de clientes y las financiaciones comprendidas, cuya clasificación depende de la calidad de los obligados y del cumplimiento sobre la base de una evaluación de su situación particular: 1) en situación normal, 2) con seguimiento especial, 3) con problemas, 4) con alto riesgo de insolvencia, 5) irrecuperable, y 6) irrecuperable por disposición técnica. Una subvariable derivada de esta comprende Concursos y Quiebras de Acreedores (CQA).

Las variables, el abordaje metodológico, el objetivo de detectar fases que provocan efectos del ciclo, y causas de mala inversión en gestión de proyectos industriales, y el análisis multivariado fundamentaron el constructo (Figura 1), modelizando la interacción de factores a largo plazo por aplicación de técnicas de análisis estadístico, entre ellas: pruebas de validez, estudio de series temporales uni-multivariados, análisis de regresión y correlación simple y múltiple, análisis de componentes principales, análisis de vías y, por último análisis de dispersión y regresión multivariadas.

Figura 1. Constructo “Gestión de proyectos industriales a largo plazo”

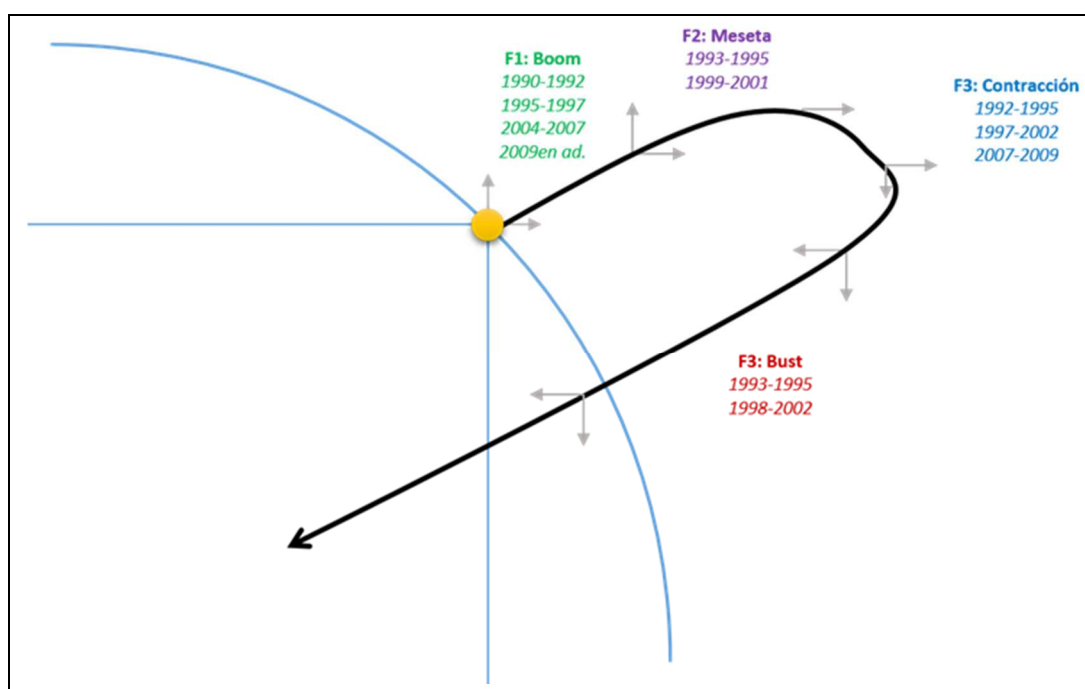


Uno de los principales hallazgos en las pruebas resultó con el estudio de variaciones cíclicas. Luego de identificar curvas que representan el comportamiento a largo plazo de las series (1990-2014), se observaron patrones característicos del fenómeno indagado a lo largo del tiempo en ondas con amplitud de cinco a siete años. Uno de los logros fue especificar las fases del Modelo de Garrison (*Figura 2*) en la realidad argentina para construir la curva empírica y representativa para evaluar errores de decisión sobre proyectos de inversión industrial a largo plazo.

Para facilitar la comprensión de los efectos de fase por año y por variable, se recurrió a la significación cromática:

Fase o ciclo	Color representativo	Criterio
Crecimiento o recuperación	Amarelo	Según intervalos de crecimiento de la función de distribución.
Contracción o recesión	Verde	Según intervalos de decrecimiento de la función de distribución.
Meseta	Púrpura	Valores próximos (años consecutivos) cuya variación entre ellos no supere el 1%.
Boom	Naranja	Máximos relativos y absoluto de la función de distribución, incluyendo etiqueta de valores pertinente.
Bust	Rosado	Mínimos relativos y absoluto de la función de distribución, incluyendo etiqueta de valores pertinente.

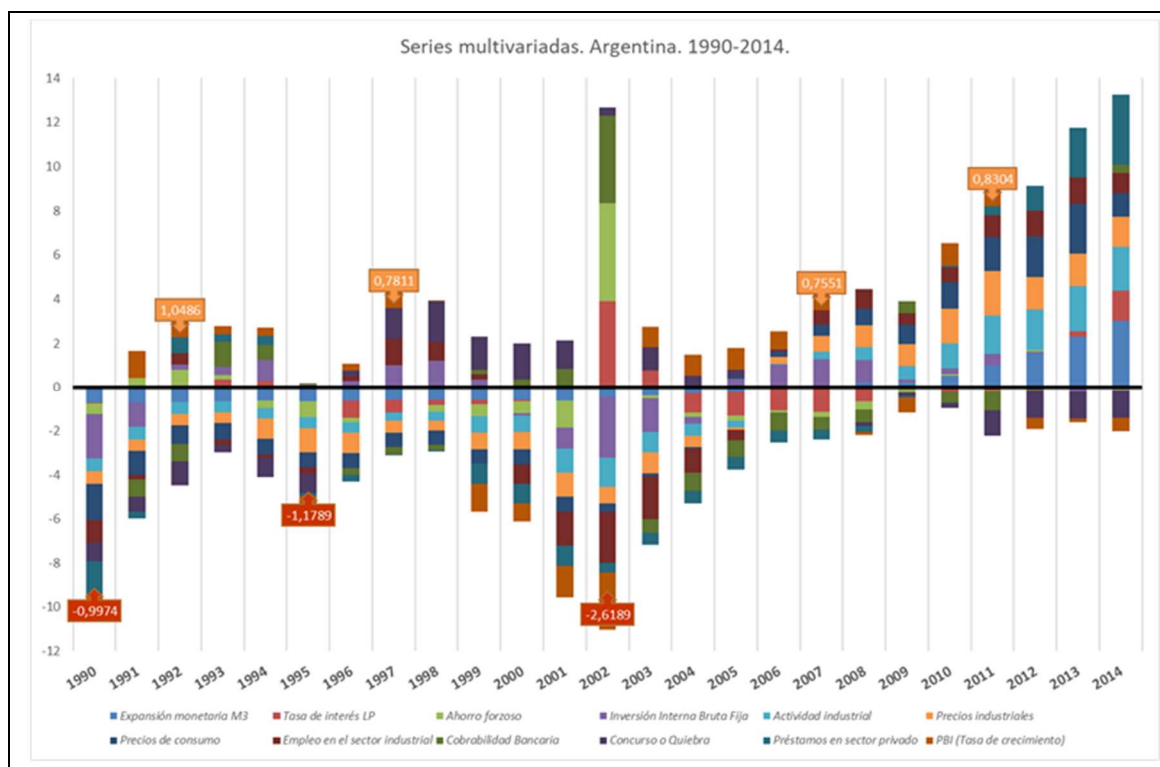
Figura 2. Curva empírica de Garrison para ciclos de inversión y sus efectos. Argentina, 1990-2014



El análisis de la serie multivariada destaca que el comportamiento de las variables explicativas y de respuesta interactúan en una dinámica resultante de: i) la correlación intratemporal de variables que marcan límites en cada fase; ii) el desfase de las acciones realizadas respecto a inversiones en adquisición de bienes de capital; y, iii) errores de decisión influenciados por el comportamiento de variables no controlables que fundamentan la adquisición de bienes de capital y conduce hacia el cese de la actividad industrial y el empleo, o hacia la caída de los precios industriales y de consumo.

El *Gráfico 1* refleja el comportamiento de las variables a lo largo del período descrito dispuestas en series múltiples e individuales, donde su apreciación visual permite detectar las fases propuestas por Garrison y las correlaciones entre variables explicadas. Se trata de fluctuaciones cíclicas anuales para el conjunto de fases determinado por un horizonte de largo plazo. Las barras del gráfico se interpretan según: a) Eje de ordenada ($Z=0$), representa el estándar o valor normal para todas las series tratadas, b) recorrido longitudinal (horizontal), presenta la evolución de cada variable en el período indicado respecto al cero absoluto de Z de la variable que corresponde a la serie de tiempo individual, c) lectura transversal (vertical), presenta los pesos relativos (porcentajes) de los ciclos para un año específico, resultantes de las probabilidades de cada serie temporal y d) variable proxy, referencia para comparar los ciclos según comportamiento del PBI respecto a las variables de interés y en función del cero absoluto, donde la distancia de los valores boom o bust indicados para el PBI implican cómo las variables de estudio influyen en los ciclos asociados a la serie multivariada.

**Gráfico 1. Influencia de los ciclos en el conjunto multivariado.
Polígonos acumulados de probabilidades**



En conclusión, EM3 y TILP provocan desplazamientos longitudinales y transversales en los ciclos, produciendo fases que responden a su comportamiento, principalmente en IIBF y PSPNF cuya contracción/expansión genera reacciones en AI, efectos abruptos en la tasa del PBI y regulan el nivel de empleo industrial. Las ondas de las series y su amplitud marcan cierta armonía, induciendo a determinar que el ciclo económico a largo plazo se comportará como la curva que Garrison propone a partir de la Frontera de Posibilidades de Producción (FPP), indicando momentos que reflejan decisiones de invertir o no en proyectos industriales.

h) Método de los ciclos

El objetivo fue obtener las mejores probabilidades asociadas a las variaciones evidentes en cada fenómeno para disminuir posibles errores y evaluar la conveniencia o no de la decisión a tomar con datos retrospectivos y prospectivos.

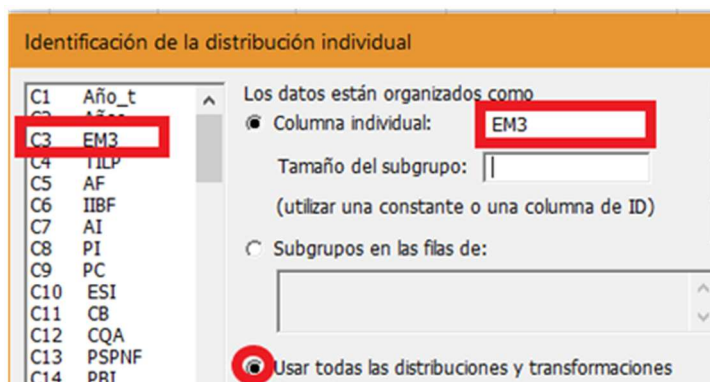
A continuación, se describe el proceso de obtención de probabilidades de cada ciclo realizado en la etapa de análisis descriptivo y multivariado, ejemplificando cada parte. Las figuras facilitarán la comprensión del proceso y de los resultados obtenidos.

Esta particularidad, no excluye que el empresario o el analista deseen calcular las probabilidades con las herramientas que consideren más adecuadas para el proceso; lo importante es conocer la distribución del ciclo para cada variable.

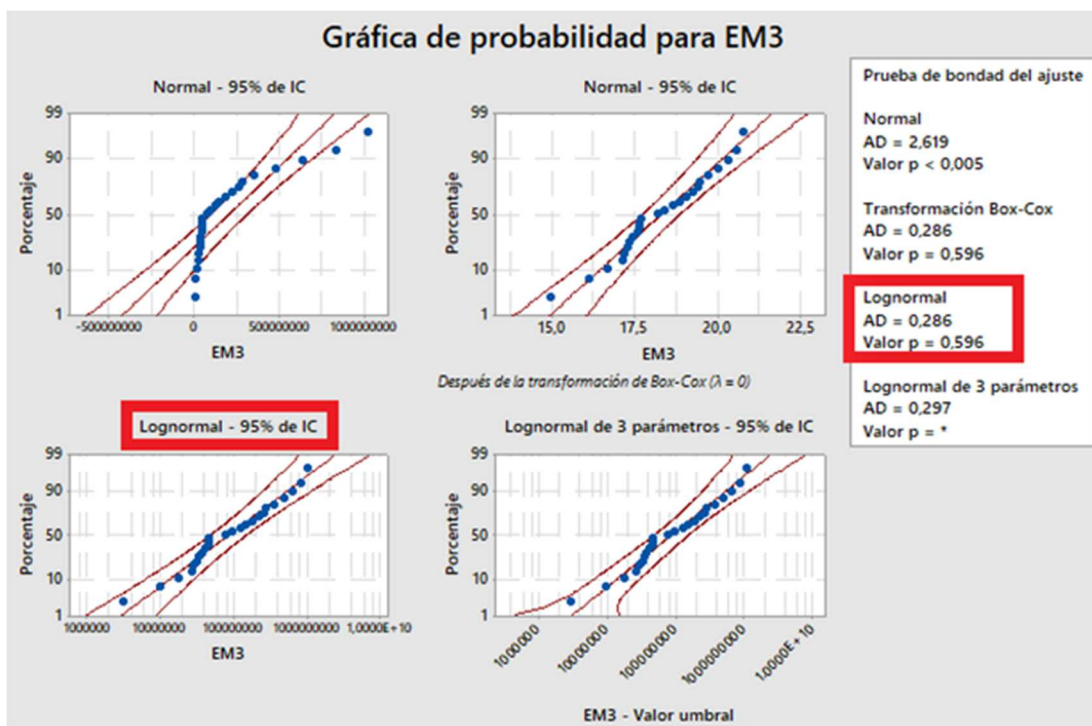
1. *Matriz de datos corregida y depurada*: Los valores en bastardilla corresponden a valores arbitrarios por pérdida o ausencia de datos en las fuentes primarias al momento de su recopilación.

Años	Expansión monetaria M3	Tasa de interés LP	Inversión Interna Bruta Fija*	Actividad industrial
1990	\$ 3.166.305,60	0,1513	0,1260	93,08
1991	\$ 9.844.649,33	0,1515	0,1480	93,92
1992	\$ 17.557.728,50	0,1525	0,1790	94,89
1993	\$ 26.440.667,92	0,1653	0,1820	96,02

2. *Identificación de la distribución individual*: Para evaluar la distribución óptima de los datos basándose en gráficas de probabilidad y las pruebas de bondad de ajuste entre 14 distribuciones, a un nivel de riesgo del 5% ($\alpha=0,05$).



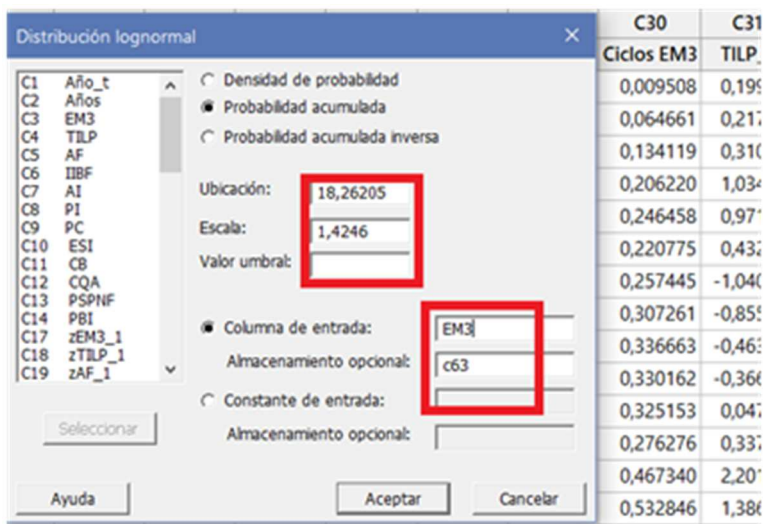
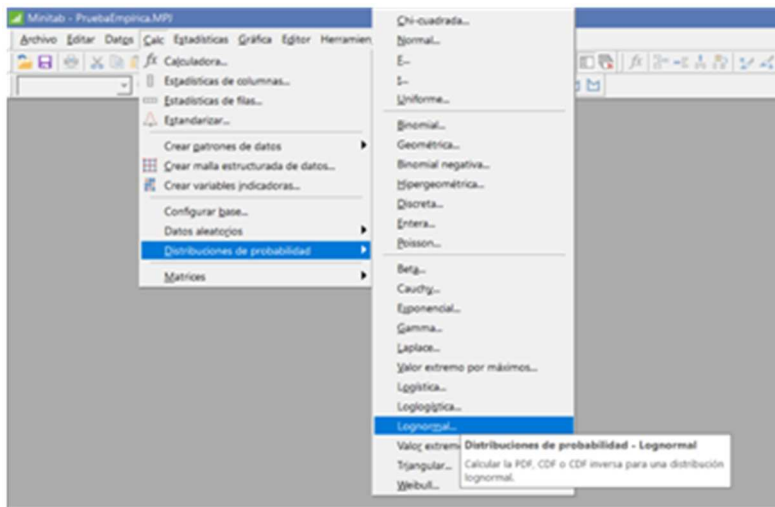
La distribución óptima resulta de examinar el menor AD y el mayor p cuando la variable no siguiera una distribución Normal. En la figura sólo se exponen 4 de todas gráficas resultantes y analizadas en la etapa descriptiva, de las cuales Lognormal representó la distribución óptima para EM3:



Adjunto a las gráficas, el paquete estadístico realiza un reporte analítico con medidas descriptivas, valores AD y p de cada distribución para EM3 y las estimaciones de los parámetros respectivos a cada una de las individuales con escalas por método lineal:

Estadísticas descriptivas						
N	N*	Media	Desv. Est.	Mediana	Mínimo	Máximo
25	0	203403267	271225720	76085798	3166306	1025263167
1,91227	3,16394					
Prueba de bondad del ajuste						
Distribución	AD	P	LRT	P		
Normal	2,619	<0,005				
Transformación Box-Cox	0,286	0,596				
Lognormal	0,286	0,596				
Exponencial	1,751	0,015				
. . .						
Transformación de Johnson	0,287	0,592				
Estimaciones ML de los parámetros de distribución						
Distribución	Ubicación	Forma	Escala			
Valor umbral						
Normal*	2,03403E+08		2,71226E+08			
Transformación de Box-Cox*	18,27059		1,44179			
Lognormal*	18,27059		1,44179			
. . .						
* Escala: Estimación de ML ajustado						

3. Probabilidad de la distribución identificada: conocida la distribución, se realizó el cálculo de probabilidades para cada ciclo de la serie EM3.



4. *Conversión planilla de cálculo*: los resultados de la distribución de probabilidades se trasladan a una tabla (Excel en este caso), con valores expresados en porcentajes y se confecciona el gráfico de ciclo correspondiente a EM3 utilizado en Paso 2.

Ciclos EM3 (% Lognormal)					
	A	B	C	D	E
	Años	Ciclos EM3 (% Lognormal)	Ciclos TILP (% Johnson)	Ciclos IIBF (% Johnson)	Ciclo Johnson
1					
2	1990	0,95%	55,71%	3,22%	
3	1991	6,47%	56,49%	11,40%	
4	1992	13,41%	60,29%	53,40%	
5	1993	20,62%	84,60%	59,85%	
6	1994	24,65%	82,97%	87,71%	
7	1995	22,08%	65,11%	45,23%	
8	1996	25,74%	12,40%	55,53%	
9	1997	30,73%	16,80%	87,71%	
10	1998	33,67%	29,09%	94,99%	

En conclusión, el Método de Ciclos, constituye una rutina para aplicar en series univariadas que forman parte de pruebas empíricas y de aplicación en MAPPII.

Ventajas del método: i) combina el constructo y los senderos de decisión sin modificar la coherencia y suficiencia de los modelos analíticos; ii) posibilita individualizar el ciclo de cada variable independientemente de otras porque su confección depende de los datos recopilados en un período determinado; iii) descarta la búsqueda de ciclos armónicos que no siempre reflejan la realidad; iv) permite un mejor estudio de la aleatoriedad en series de largo plazo; v) el método es sencillo de obtener con herramientas estadístico-informáticas, y vi) el método no se encuentra afectado por el período de consideración de la serie, porque permite el cálculo sincrónico de probabilidades de acuerdo con tamaños muestrales arbitrarios (cantidad de años).

5. Optimizando decisiones con MAPPII

Es claro que los procesos decisorios vinculados a proyectos de inversión de largo plazo atañen al saber administrativo, incluyendo conocimientos económico-financieros y herramientas estadísticas, con la pretensión de mejorar estrategias y cursos de acción a los cuales los empresarios recurren para optimizar la gestión de sus proyectos industriales. Con este propósito, se desarrolló la Metodología de Análisis de Prefactibilidad de Proyectos de Inversión Industriales (MAPPII, en adelante), para auxiliar en la decisión sobre proyectos construyendo una tecnología analítica y predictiva para evitar los errores y sesgos dados por la dinámica del ciclo a largo plazo, en fases cuyo mayor riesgo está representado por la intertemporalidad de los factores.

La aplicación de métodos estocásticos para simular condiciones de incertidumbre, y optimizar posibles alternativas en la implementación de proyectos de inversión a largo plazo, esquematizan los modelos de decisiones que plantean escenarios y contextos influenciados por factores endógenos y exógenos (formado por las variables de interés).

La *Figura 3* esquematiza la situación y contexto de decisión. De esa forma se podrá detectar y evaluar si conviene ampliar o no la infraestructura productiva, adquirir bienes de capital, decidir sobre etapas de inversión, mantener el *statu quo* o cualquier otra instancia vinculada al riesgo que exige analizar y evaluar condiciones financieras.

5.1 Pasos de decisión con MAPPII

- 1º) Explorar la ocurrencia de factores exógenos evaluados en el ciclo longitudinal y transversal.
- 2º) Detectar la fase al momento de analizar la prefactibilidad del proyecto.
- 3º) Hallar factores endógenos y exógenos en la fase identificada.
- 4º) Agregar datos *ad hoc* a la variable independiente: i) recopilados (reales e históricos) y ii) proyectados por la matriz de datos original (predicción regresiva).
- 5º) Calcular el valor óptimo de probabilidad *a priori* de cada variable dependiente e independiente, según distribución univariada con los datos originales y nuevos obtenidos en paso 4.

- 6º) Calcular el valor óptimo de probabilidad *a posteriori* de cada variable dependiente e independiente mediante simulación de Montecarlo normalizando cada distribución.
- 7º) Confeccionar el modelo de decisión *a priori* (probabilidad conjunta).
- 8º) Confeccionar el modelo de decisión *a posteriori* (probabilidad bayesiana).
- 9º) Comparar modelos obtenidos en pasos 7 y 8. Determinar la decisión más conveniente del proyecto.
- 10º) Optativamente, analizar escenarios con Árbol de Decisión, Análisis Conductal o de Sensibilidad.

La metodología se basa en el error de cálculo que puede llevar a una mala inversión de proyectos industriales. Por lo tanto, las decisiones y modelos surgidos *a priori* se basan en esta situación, en tanto que los procedimientos *a posteriori* resultan una alternativa de confrontación para optimizar la toma de decisión sobre la inversión evaluada.

5.2 Modelo MAPPII aplicado

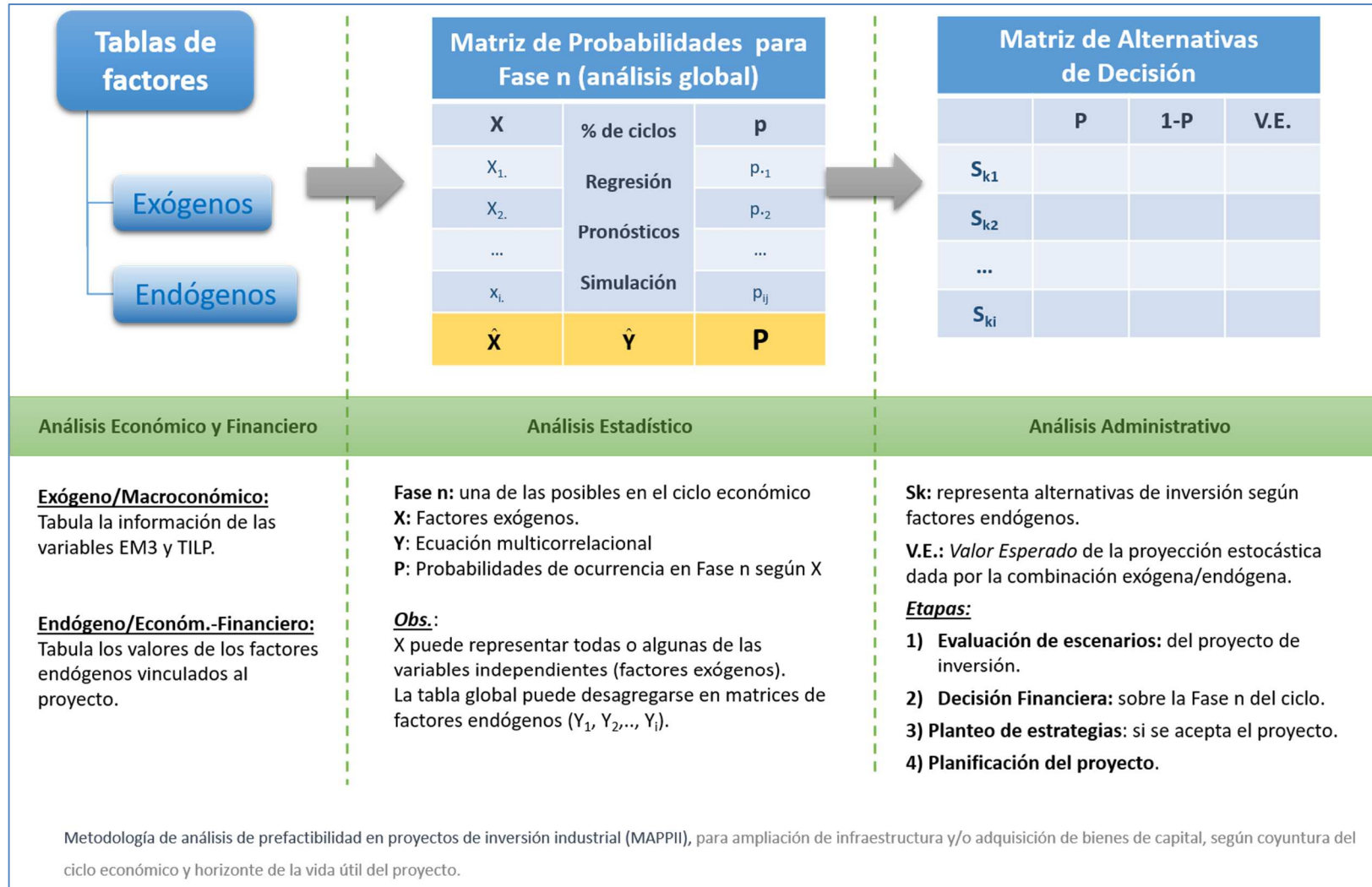
Los pasos descritos se aplicaron a un ejemplo práctico con alternativas y valores reales, a fin de ensayar la toma de decisiones en inversión de proyectos industriales evaluando información histórica y bayesiana.

Las fuentes de los resultados provistos surgen de la tesis, la prueba empírica y de datos provenientes de la recolección de datos, su matriz ajustada y análisis estadístico, de los cuales interesan: el ciclo económico en el largo plazo y las estructura intertemporal (marco teórico), la curva empírica de Garrison para Argentina 1990-2014 y sus probabilidades asociadas a ciclos (series uni y multi variadas), las vías de decisión de inversión intra e interfases (que implícitamente integran el estudio correlacional y los bloques de errores en el cálculo de proyectos).

Las herramientas de apoyo para calcular las tablas finales de la decisión se realizaron con Excel 2016® y algunas muy específicas con Minitab17® y SPSS23®, para analizar y comprender el funcionamiento del modelo de decisión, de acuerdo con el contexto económico de un proyecto de inversión industrial. El archivo Excel *MAPPII Aplicado...2018* se construyó unificando fuentes para fijar los cálculos y fórmulas requeridas que, junto con las figuras adjuntas al presente documento, permiten al lector recurrir a la consulta oportuna para corroborar el proceso del modelo decisorio propuesto. A los fines de sintetizar el presente trabajo, sólo se exponen resultados e información relevantes al proceso decisorio.

Para comprender gradualmente la propuesta de solución MAPPII, se introduce un ejemplo, sobre inversión de adquisición de capital y ampliación de infraestructura, elaborado con datos retrospectivos y prospectivos configurados a partir de las series temporales y sus variables en el período 1990-2014 para Argentina, más datos actualizados hasta 2018. En cada paso se especifican las fuentes de obtención de la información interviniente en la decisión resultante para facilitar la consulta y reconocer los modelos estadísticos empleados.

Figura 3. Situación y contexto de decisión en proyectos industriales



6. Caso explorado mediante MAPP II

6.1 Planteo

Una sociedad anónima evalúa una inversión en *etapas excluyentes (y/o secuenciales)* para un desarrollo urbanístico en Zona Norte GBA. Para ello, contempla una *inversión inicial de U\$S 100 millones*, con plazos y presupuestos adecuados a las obras, construcción y puesta en marcha en dos etapas principales incluyendo subetapas (representados por los rubros 1 a 7):

Etapas I: Adquisición de bienes de capital

1. Construcción de un hotel 5 estrellas con dos plantas para 500 habitaciones, de las cuales 100 son *single*, 300 dobles y 100 triples.
2. Complejo turístico con natatorio cubierto y descubierta, spa y gimnasio, con equipamiento de última generación, equitación, dos restaurantes y *snack bar*.
3. Sala de juegos para niños de invierno .

Horizonte 2020-2023 / Presupuesto U\$S 40 MILLONES

Etapas II: Ampliación de infraestructura

4. Casino para juegos de cartas y traga monedas.
5. Teatro – cine.
6. Salón de baile para festejos.
7. Canalización hídrica para marinas, *travelift* y aparejos en tierra para embarcaciones menores.

2024-2027 / Presupuesto: U\$S 60 MILLONES

Las variables aleatorias, sujetas a la influencia ciclos afectados por la expansión monetaria y la tasa de interés, configuradas en el modelo son:

1. Precio de la habitación por día que permita un recupero de la inversión neto de gastos y amortización de deuda.
2. Costo del cemento y materiales de construcción.
3. Costo de mano de obra. Obreros para la construcción y personal destinado al servicio.
4. Costo de diseño arquitectónico.
5. Tipo de cambio y tasa de interés futura.
6. Costo de capital sin apalancar similar a Caputo SA para 2017.

El esquema de financiación supuesto en la fase de prefactibilidad se compone de:

- a. 30%: Préstamo del Banco Provincia, al 6% anual de interés con amortización en 5 años a partir del 3er año de gracia. Los intereses se devengan y pagan anualmente.
- b. 70%: Fideicomiso de los emprendedores con rentabilidad fija es U\$S 1.000.000 anuales, con dividendos distribuidos según resultados a partir del 4to año.

El proyecto tiene una vida útil de 10 años más un valor residual y descontado el período de inversión (momento 0). Los emprendedores pretenden un 8% de rentabilidad anual después de impuesto a las ganancias.

El precio de las habitaciones singles *inicia* en U\$S 300 dolares diarios y U\$S 450 las dobles y triples. Los costos variables y fijos representan un 75% de los ingresos netos. Capacidad estimada 85%.

Esta información aplica en el modelo de decisión MAIPPI a fin de determinar el mejor momento de inicio de las obras en forma completa o fraccionada por etapas de inversión. Los empresarios en su afán de disminuir riesgos y errores en la gestión de sus proyectos, se disponen a evaluar la conveniencia de invertir inclinando su decisión de acuerdo con los ingresos netos que obtendrían. Al mismo tiempo, quieren ganar más perdiendo menos. Con esta paradoja pretenden tomar la mejor decisión posible en base a los datos disponibles y a otros que obtuvieron comprando información.

6.2 Resolución

En un principio, se evaluó la decisión de realizar los rubros 1-6 en la Etapa 1, pero los ensayos con MAPPII no resultaban satisfactorios. Por razones de extensión, aquí se exponen las etapas tal como se plantearon, quedando a consulta del interesado el ensayo previo mencionado. La redistribución de etapas en el proyecto global se debió a inconsistencias en MAPPII: las pruebas conducían hacia un alto error en la evaluación de viabilidad y su consecuente toma de decisión a largo plazo para el proyecto global, dada la heterogeneidad de variables, datos e ítemes en la complejidad de objetivos dependientes y etápicos, más si la incertidumbre y el riesgo aumentan a lo largo del tiempo. Sin embargo, esta restricción es otra manifestación del potencial de MAPPII, que también serviría para homogeneizar etapas o subdividirlas en las necesarias para disminuir el riesgo y optimizar recursos que aseguren mayor calidad, eficiencia y eficacia en su viabilidad de acuerdo al modelo de fases y ciclos medidos estocásticamente.

La experimentación destaca otro aspecto de MAPPII al aportar valor en la información cuando se utiliza para explorar alternativas de inversión como parte del proceso decisorio y administrativo. En este caso, la decisión versa sobre el comportamiento de EM3, como condicionante de PSPNF y de TILP como condicionante de la IIBF que, a partir de datos reales, son determinantes de las probabilidades a priori (información imperfecta) y de las probabilidades a posteriori (información perfecta) después de la simulación, representando el grado de ocurrencia de distintos estados de la naturaleza. Sus derivados son alternativas o cursos de acción para modelos de decisión bajo riesgo o incertidumbre respecto a utilidades esperadas.

Flujos de Fondos del Proyecto (FFP)

Los resultados en dólares (U\$S) surgen del tratamiento de ingresos y egresos contemplados a partir de fuentes fiables, luego se calcularon los distintos rubros correspondientes a flujos, expresados en pesos argentinos (\$).

El primer esquema de FFP, considerado como primario, se denominó “tradicional” porque no conlleva cálculos modelizados con MAPPII, utilizando valores históricos hasta 2018 porque las proyecciones se suponen desconocidas para los emprendedores.

Ingresos (U\$S)	Concepto	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Etapa I	SS de Hotel	\$ 53.959.684,06	\$ 94.231.537,19	\$ 83.395.200,00	\$ 88.300.800,00	\$ 93.206.400,00	\$ 93.206.400,00	\$ 88.300.800,00	\$ 88.300.800,00	\$ 83.395.200,00	\$ 78.489.600,00
	SS de Recreación	\$ 40.469.763,05	\$ 70.673.652,89	\$ 62.546.400,00	\$ 66.225.600,00	\$ 69.904.800,00	\$ 69.904.800,00	\$ 66.225.600,00	\$ 66.225.600,00	\$ 62.546.400,00	\$ 58.867.200,00
Etapa II	Casino					\$ 3.052.884,98	\$ 3.052.884,98	\$ 3.052.884,98	\$ 3.052.884,98	\$ 3.052.884,98	\$ 3.052.884,98
	Espectáculos					\$ 69.904.800,00	\$ 72.700.992,00	\$ 75.609.031,68	\$ 78.633.392,95	\$ 81.778.728,67	\$ 85.049.877,81
	SS Embarcaderos					\$ 13.980.960,00	\$ 13.980.960,00	\$ 13.245.120,00	\$ 13.245.120,00	\$ 12.509.280,00	\$ 11.773.440,00
Total Ingresos		\$ 94.429.447,11	\$ 164.905.190,08	\$ 145.941.600,00	\$ 154.526.400,00	\$ 250.049.844,98	\$ 252.846.036,98	\$ 246.433.436,66	\$ 249.457.797,92	\$ 243.282.493,64	\$ 237.233.002,79
Total Egresos		\$ 70.822.085,33	\$ 123.678.892,56	\$ 109.456.200,00	\$ 115.894.800,00	\$ 187.537.383,73	\$ 189.634.527,73	\$ 184.825.077,49	\$ 187.093.348,44	\$ 182.461.870,23	\$ 177.924.752,09

FFP	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Concepto(*)	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Ingresos		\$ 3.002.856.418,14	\$ 5.243.985.044,63	\$ 4.640.942.880,00	\$ 4.913.939.520,00	\$ 7.951.585.070,21	\$ 8.040.503.975,81	\$ 7.836.583.285,63	\$ 7.932.757.973,93	\$ 7.736.383.297,75	\$ 7.544.009.488,62	
Costos y gastos operativos		\$ -2.252.142.313,61	\$ -3.932.988.783,47	\$ -3.480.707.160,00	\$ -3.685.454.640,00	\$ -5.963.688.802,65	\$ -6.030.377.981,85	\$ -5.877.437.464,22	\$ -5.949.568.480,44	\$ -5.802.287.473,32	\$ -5.658.007.116,46	
Amortizaciones (**)		\$ -600.571.283,63	\$ -1.048.797.008,93	\$ -928.188.576,00	\$ -982.787.904,00	\$ -1.590.317.014,04	\$ -1.608.100.795,16	\$ -1.567.316.657,13	\$ -1.586.551.594,79	\$ -1.547.276.659,55	\$ -1.508.801.897,72	
IG 25%		\$ 150.142.820,91	\$ 262.199.252,23	\$ 232.047.144,00	\$ 245.696.976,00	\$ 397.579.253,51	\$ 402.025.198,79	\$ 391.829.164,28	\$ 396.637.898,70	\$ 386.819.164,89	\$ 377.200.474,43	
Amortizaciones (**)		\$ 150.142.820,91	\$ -37.535.705,23	\$ -65.549.813,06	\$ -58.011.786,00	\$ -61.424.244,00	\$ -99.394.813,38	\$ -100.506.299,70	\$ -97.957.291,07	\$ -99.159.474,67	\$ -96.704.791,22	\$ -94.300.118,61
Inversiones (Inicial E1 y adicional E2)		\$ -1.272.000.000,00			\$ -1.908.000.000,00							\$ 636.000.000,00
FFP (por Esquema tradicional)		\$ -1.272.000.000,00	\$ 750.714.104,54	\$ 1.273.460.555,93	\$ 1.094.685.906,94	\$ -737.526.906,00	\$ 1.926.472.023,55	\$ 1.910.731.180,57	\$ 1.858.639.521,71	\$ 1.885.232.202,41	\$ 1.834.936.349,76	\$ 1.789.297.580,93
FFP Acum		\$ -1.272.000.000,00	\$ -521.285.895,46	\$ 752.174.660,47	\$ 1.846.860.567,41	\$ 1.109.333.661,41	\$ 3.035.805.684,96	\$ 4.946.536.865,53	\$ 6.805.176.387,24	\$ 8.690.408.589,65	\$ 10.525.344.939,42	\$ 12.314.642.520,35

(*) en \$ ARS. Paridad prom dic' 19- \$31,8=1US\$ según REM may '18, BCRA. Obs.: La paridad constante a lo largo del horizonte puede variarse recalculando valores para cada período de cambio

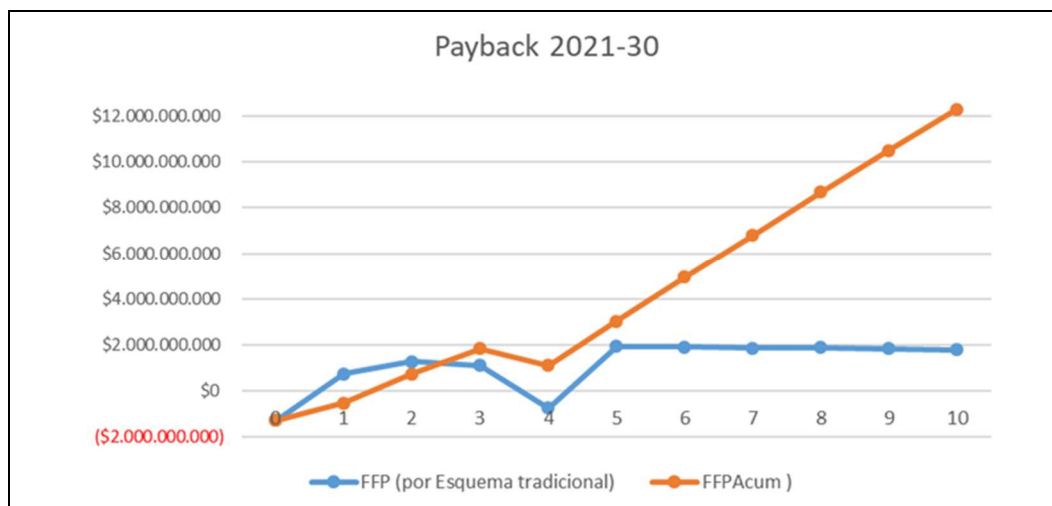
(**) 20% anual supuesto para BU

Payback 2021-30

Criterios de decisión	VAN Etapa I 2020-23	VAN Etapa II 2024-27	VAN Global 2020-30	El criterio aplicado	Decisión
Tasa de corte Emprendedores (2018): 8%	\$ 1.383.889.789,79	\$ 1.943.699.517,79	\$ 5.934.741.350,21	Sobredimensiona	VIABLE
Tasa de corte Caputo (2017): 54,4%	\$ 45.802.405,93	\$ -731.415.445,10	\$ -788.139.072,50	Subdimensiona	NO VIABLE
Tasa de corte TNA (REM 2019): 32,6%	\$ 487.941.238,55	\$ 52.196.083,28	\$ 505.206.911,32	Subdimensiona	VIABLE
Tasa de corte TILP (2018): 34,77%	\$ 433.372.620,60	\$ -50.596.943,62	\$ 309.027.799,55	Ajustado a la realidad	VIABLE E1 y Global
TIR	TIR Etapa I 2020-23 57,38%	TIR Etapa II 2024-27 259,98%	TIR Global 2021-30 72,81%	El criterio aplicado Supera tasas VAN	VIABLE
	Payback Etapa I (años)		2,40	Recupera inversión en Etapa I y antes de iniciar Etapa II	VIABLE

El Valor Actual Neto se calculó a distintas tasas de corte, para cada etapa y para el proyecto conjunto, siendo la referente de MAPPII la TILP 2018, suponiendo que los inversores trabajan con información a priori para un esquema tradicional de FFP. El criterio refleja la magnitud de la evaluación considerada de acuerdo con la dimensionalidad del VAN.

El Payback, arrojó un retorno de aproximadamente dos años y medio para la inversión total:



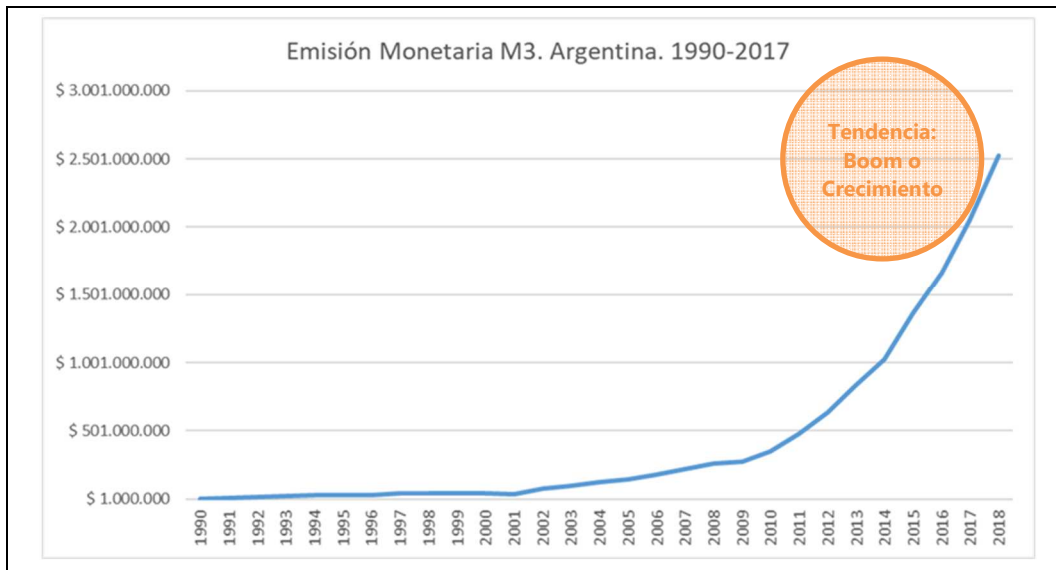
Paso 1: Factores exógenos

En cualquier caso, las inversiones dependerán de los comportamientos manifestados por las variables EM3 y TILP, de los cuales sus efectos están representados por PSPNF para la primera alternativa y por IIBF para la segunda, de acuerdo con el modelo explicativo de las causas de mala inversión en proyectos industriales. EM3 y TILP son variables independientes, demostrado por una multicolinealidad muy baja y el análisis multivariado que derivó en el constructo.

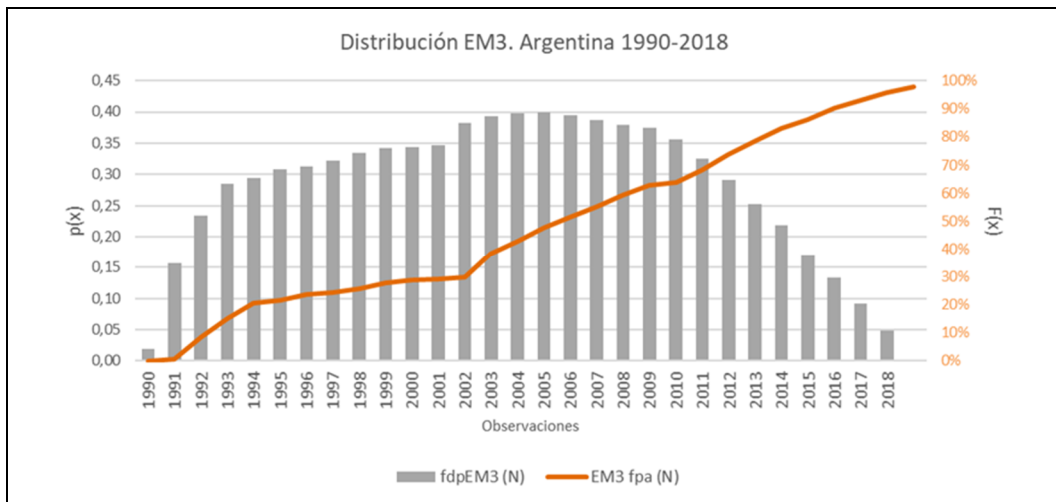
La elección de variables es arbitraria para cada caso a evaluar. Podría trabajarse sobre una de las variables mencionadas o elegirse cualquiera de las combinaciones ofrecidas por el análisis causal respecto a cualquier fase de análisis. En síntesis, la toma de decisiones en proyectos industriales reposará en los objetivos perseguidos para lograr su implementación a largo plazo. Y esta es una de las mayores ventajas del modelo MAPPII para la toma de decisiones sobre proyectos industriales.

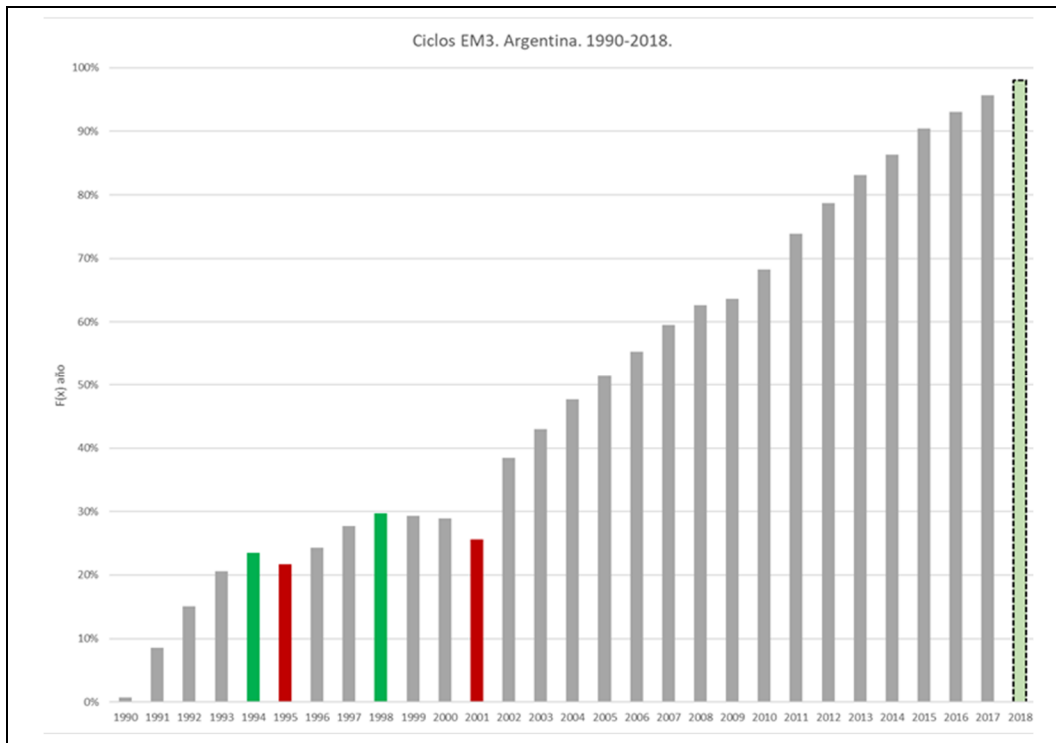
Paso 2: Fases para el Proyecto

Visualizando las tendencias de EM3 y TILP para detectar en cuál de los ciclos o fases se encuentran sus respectivos comportamientos, se detecta que la primera aumenta, lo que podría iniciar una Fase 1 (*boom*) hacia 2018 o continuar su crecimiento. En cambio, para TILP, la tendencia indica una Fase 3 (*bust*) o continuar su contracción. Pero, esta deducción es incompleta porque podrían ocurrir cualquiera de las otras fases para ambas variables. Es necesario complementar el estudio con proyecciones.



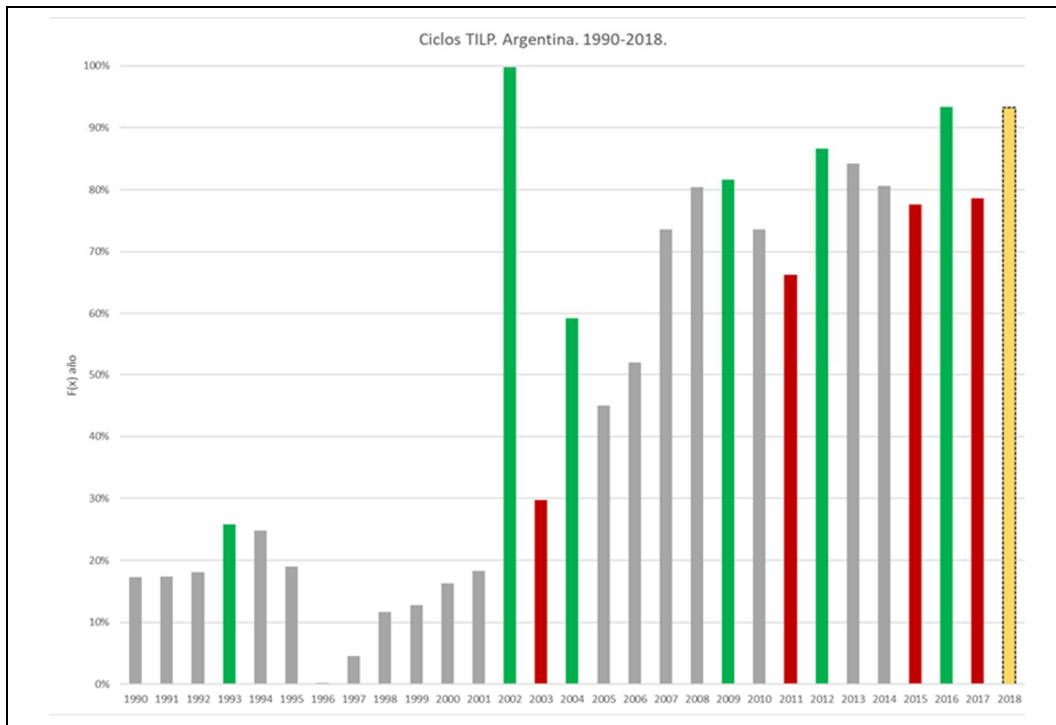
También, observando los gráficos de barras sobre las distribuciones de probabilidad de las series univariadas o multivariadas, EM3 manifiesta ciclos de crecimiento de unos 3 años antes del boom y de unos 7 años antes del bust. Entonces, el empresario puede suponer que EM3 tiende hacia una Fase boom para 2018 porque toma los últimos 3 años de la serie histórica y verifica la tendencia creciente, aunque no necesariamente: la expansión monetaria también podría derivar en un bust como 2009.



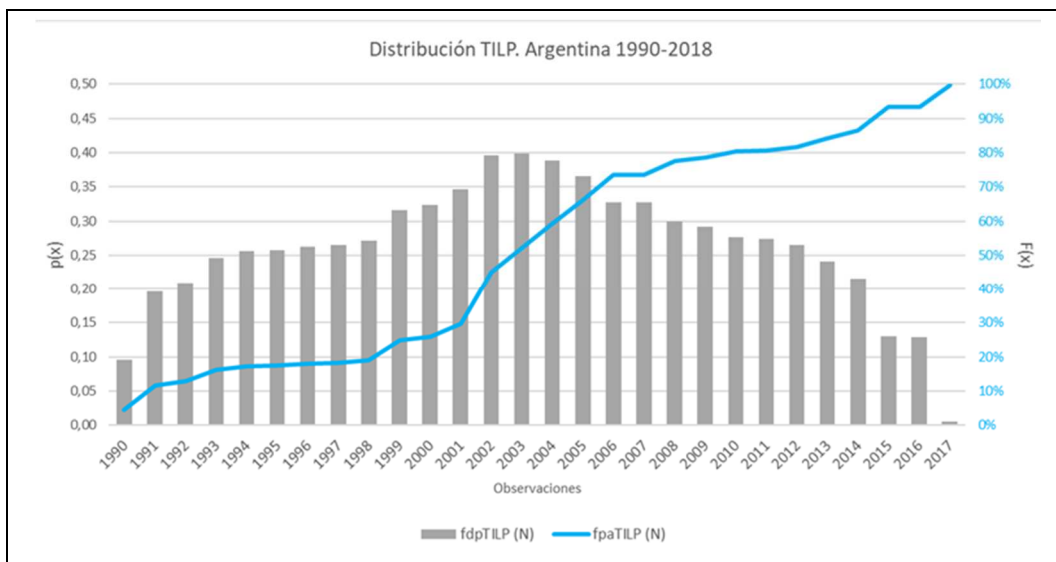


Asimismo, TILP refleja una tendencia decreciente luego de un boom en 2016 que, de acuerdo con ciclos dados por períodos de 3 a 5 años entraría a una Fase 3 (bust) hacia 2018.

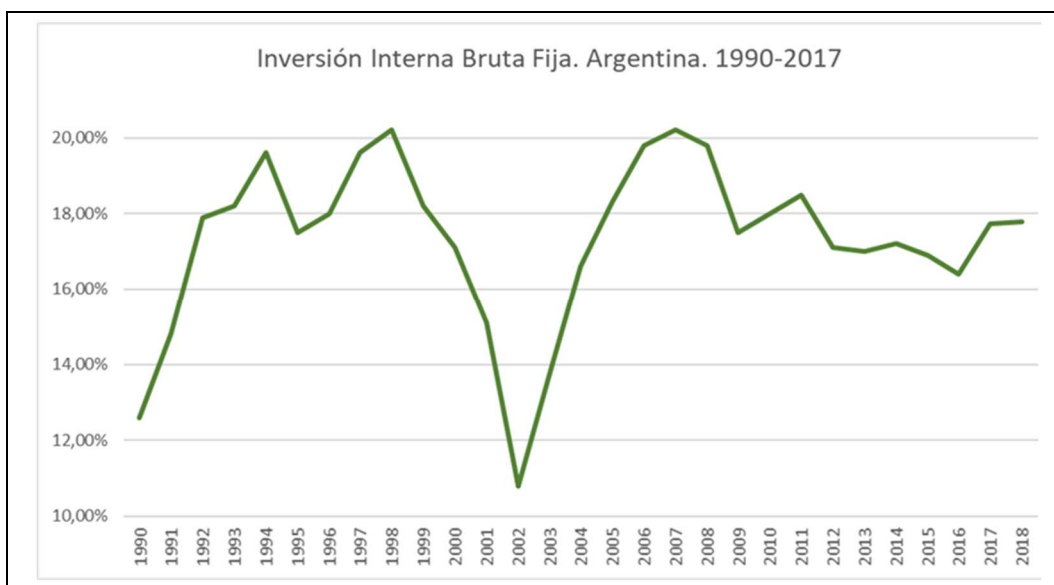




El análisis de las fases sobre TILP, debe tomarse con recaudo por tratarse de una serie con comportamiento irregular dada la presencia de valores atípicos (ver serie univariada).



En tanto, la tendencia de ciclos para las variables dependientes PSPNF e IIBF se tomarán evaluando su comportamiento respecto EM3 y TILP en ciclo posterior/es como reacciones o respuestas consecuentes.

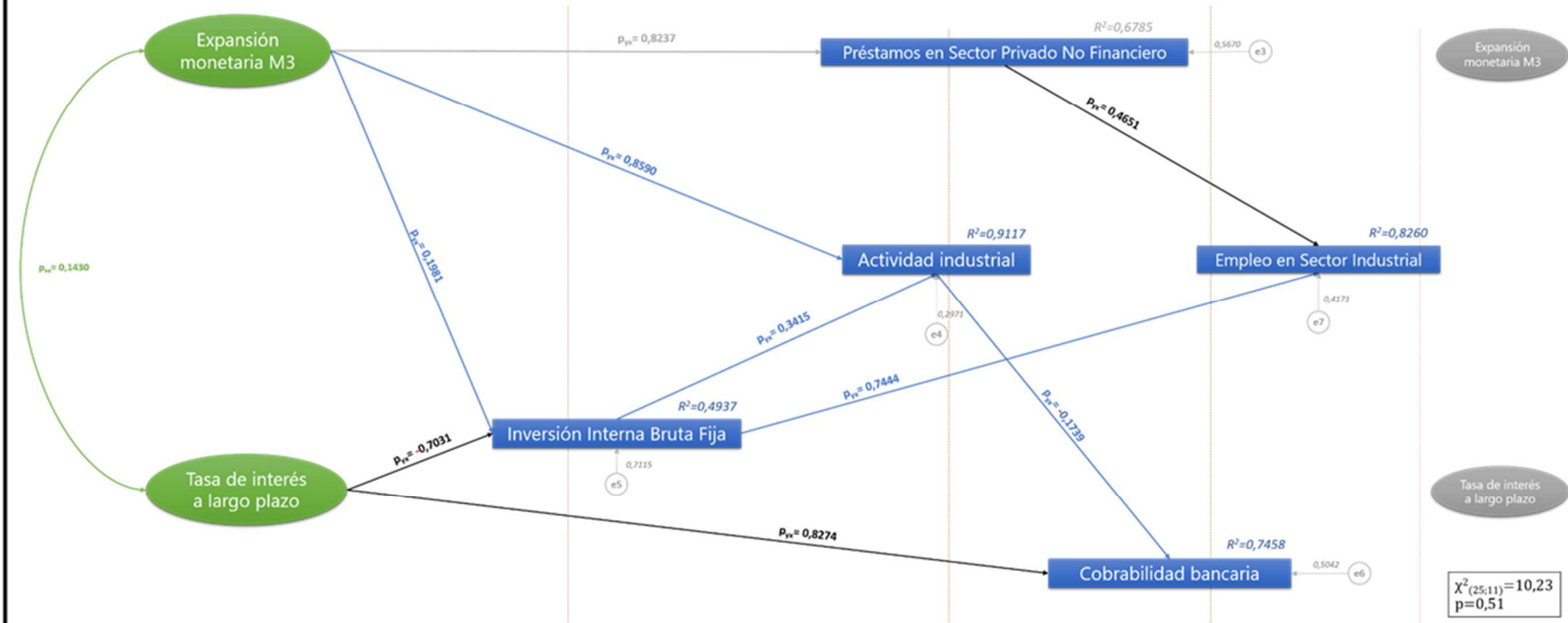


Este análisis involucra la utilización del constructo y del esquema de senderos, como guías para verificar los efectos del ciclo ocasionados por los factores exógenos y la necesidad de proyecciones de datos históricos sobre el horizonte del proyecto (2020-2030).

Paso 3: Verificar factores endógenos y fases del proyecto

Conocidas las fases comprometidas por los factores exógenos EM3 y TILP, se puede determinar que luego de 2017 una podría alcanzar un máximo en su ciclo, mientras que la otra un mínimo. El empresario podría determinar si convendrá invertir y en qué a partir de 2018, como consecuencia o efecto de dichos comportamientos evaluando períodos de 7 años para EM3 y/o de 3 para TILP.

Vías en decisión de inversión intra-inter fase de causa y efectos económicos-financieros



Orden lógico-teórico: fases mala inversión	Fase 1 ₁ (Boom)	Fase 2 (Meseta)	Fase 3 (Recesión)	Fase 4 (Bust)	Fase 1 ₂ (Boom)

El constructo indica que EM3 y TILP influyen estrechamente en dos factores endógenos. La primera, en AI y PSPNF; mientras que la segunda en IIBF y CB. Sin embargo, discriminando las vías o senderos de inversión interfase (análisis multivariado), se aprecia que la variable destacada para la Fase 2 es la IIBF, atribuida principalmente a la adquisición de bienes de capital, y que PSPNF es significativa para la ampliación de infraestructura en una Fase 3, ambas variables representan la etapa intertemporal después de un boom o crecimiento dado por los factores independientes.

De todas formas, debe tenerse en cuenta que todo supuesto y/o confirmación influye en ESI incluida implícitamente en la decisión que el empresario tome, y sea cual sea el estado de la naturaleza que atribuya al modelo porque EM3 y TILP convergen implícitamente en ESI a través de un bloque económico y otro financiero integrados en la trama final de fases.

Complementariamente, el empresario podría suponer que tras la Fase 1, la IIBF reflejará oportunidades de inversión para la adquisición de bienes de capital, en tanto que finalizando la Fase 2, el efecto de EM3 provocará mayor AI y un incremento de disponibilidades mediante PSPNF. De esta forma, los inversores podrían concluir que primero convendrá obtener bienes de capital para producir sin excedentes porque su precio aún es alto pero las tasas continúan reducidas. Luego, podrá optar por beneficios y/o créditos sabiendo que aumentará la demanda en bienes de consumo, con el objetivo de acrecentar bienes de capital dada la ampliación de la infraestructura productiva generada hacia la Fase 3.

Paso 4: Datos ad hoc

En esta etapa se introducen los valores de fase para cada instancia de análisis realizado sobre los factores exógenos (EM3 y TILP) y endógenos (principalmente IIBF y PSPNF):

a) *Análisis de datos históricos.* EM3 manifiesta un comportamiento creciente desde 2010.

Por lo tanto, el empresario supondrá un *boom* hacia 2018 (se agotaría el crecimiento) o que continúa la tendencia exponencial, aún a riesgo de ocurrir un *bust*. Para TILP tomará las oscilaciones *boom/bust* netamente marcadas. Con IIBF y PSPNF analizará las reacciones o respuestas de los efectos provocados por los factores exógenos. Los datos corresponden a la matriz histórica corregida.

b) *Análisis de la proyección.* En base a los datos previos, se proyectan las variables de interés por técnica de regresión, avalado también por la tendencia supuesta.

Actualización de datos reales en matriz reducida original Tesis MAM (2015-18)							
Años	Expansión monetaria M3	Tasa de interés LP	Inversión Interna Bruta Fija*	Actividad Industrial	Empleo en el sector industrial	Cobrabilidad Bancaria	Préstamos en sector privado*
2013	\$ 831.611.477,50	0,3130	0,1700	175,40	100,00	99,67	\$ 10.568.577,21
2014	\$ 1.025.262.167,00	0,3006	0,1720	173,80	97,60	124,77	\$ 14.115.754,75
2015	\$ 1.364.662.485,75	0,2906	0,1690	161,00	96,70	67,20	\$ 16.144.465,88
2016	\$ 1.662.191.921,00	0,3463	0,1640	277,09	99,57	101,74	\$ 18.076.710,29
2017	\$ 2.057.940.726,17	0,2940	0,2774	282,74	99,17	114,79	\$ 24.841.475,54
2018	\$ 2.322.279.492,33	0,3079	0,2792	282,89	233,17	129,09	\$ 24.542.704,17
2019	\$ 1.640.138.295,25	0,3520	0,2781	191,01	100,97	92,46	\$ 22.258.010,42
2020	\$ 1.734.696.902,71	0,3508	0,2784	193,69	101,76	91,98	\$ 23.529.774,44
2021	\$ 1.808.180.710,16	0,3643	0,2788	205,34	102,96	91,51	\$ 24.881.338,46
2022	\$ 1.891.701.917,61	0,3692	0,2792	214,99	103,96	91,03	\$ 26.173.302,49
2023	\$ 1.970.223.125,06	0,3690	0,2794	216,61	104,19	90,56	\$ 27.465.096,51
2024	\$ 2.062.744.332,32	0,3626	0,2798	222,28	104,96	90,08	\$ 28.756.890,54
2025	\$ 2.147.269.539,97	0,4013	0,2802	227,93	105,76	89,62	\$ 30.048.684,56
2026	\$ 2.231.786.747,42	0,4080	0,2804	233,58	106,55	89,14	\$ 31.340.478,58
2027	\$ 2.316.307.954,87	0,4147	0,2807	239,23	107,35	88,66	\$ 32.632.272,61
2028	\$ 2.400.829.162,33	0,4212	0,2811	244,88	108,15	88,19	\$ 33.924.066,63

Puede apreciarse la descoordinación dada por la dinámica interfase que evidencia longitudinalmente el comportamiento de las variables de acuerdo con los senderos de decisión, momentos que se reflejarán los estados de la naturaleza en la matriz de decisión: las proyecciones 2018 estiman un boom para EM3 y PSPNF y crecimiento para TILP e IIBF. Aquí pueden observarse efectos del ciclo, p.e. el boom 2018 para EM3 se encuentra en una Fase 1, en tanto para PSPNF (Fase 3) ocurre tras un período de crecimiento sostenido de la variable independiente. Respecto a IIBF puede concluirse que se encuentra en la Fase 2 dado la caída o bust 2017 de TILP (finalizando Fase1). La lógica del razonamiento da cuenta del potencial que las series en conjunto manifiestan.

Paso 5: Valor óptimo de probabilidad a priori

Años	fdpEM3	fdpTILP	fdp IIBF	fdp AI	fdp ESI	fdp CB	fdp PSPNF
1990	1,9020%	25,5945%	13,2787%	1,5554%	23,9862%	0,6661%	2,5817%
1991	15,6514%	25,7144%	20,2491%	1,5609%	35,1777%	1,0167%	15,1293%
1992	23,3489%	26,3020%	38,8590%	1,5637%	39,7815%	1,0054%	20,0668%
1993	28,5204%	32,3164%	35,8893%	1,5625%	34,9502%	0,1796%	23,3618%
1994	30,7499%	31,6200%	20,1169%	1,5595%	35,8543%	0,3176%	25,8954%
1995	29,3703%	27,0926%	39,5592%	1,5617%	34,2922%	0,6243%	27,9671%
1996	31,2978%	0,5782%	38,0687%	1,5584%	39,2957%	0,9098%	29,7215%
1997	33,5075%	9,5480%	20,1169%	1,5251%	12,3763%	0,9184%	31,2922%
1998	34,6256%	19,6092%	16,3702%	1,5309%	35,8844%	0,8391%	32,5895%
1999	34,3892%	20,9310%	35,6893%	1,4901%	39,2177%	0,5452%	33,8372%
2000	34,2030%	24,6061%	36,6782%	1,4493%	26,1431%	0,4293%	33,2618%
2001	32,1836%	26,4746%	21,6798%	0,8960%	16,6423%	0,2614%	31,5124%
2002	38,2264%	0,5782%	10,1016%	0,3327%	4,2039%	0,0042%	38,2540%
2003	39,2774%	34,8120%	16,1502%	1,2051%	10,3047%	1,0297%	39,1142%
2004	39,8282%	38,8246%	32,0335%	1,5612%	23,2222%	0,9445%	39,4126%
2005	39,8684%	39,5746%	34,3370%	1,4783%	31,9567%	1,0177%	39,3284%
2006	39,5376%	39,8403%	18,7235%	1,2097%	37,9511%	0,8924%	39,0018%
2007	38,7459%	32,6892%	16,3702%	0,9238%	39,3230%	1,0536%	37,9107%
2008	37,8673%	27,6305%	18,7235%	0,7536%	34,5255%	1,0575%	36,6021%
2009	37,5240%	26,5600%	39,5592%	0,7402%	39,8664%	0,3619%	35,6825%
2010	35,6575%	32,7051%	38,0687%	0,4536%	39,9128%	1,0153%	34,8935%
2011	32,5062%	38,5497%	31,5782%	0,2566%	29,5153%	0,7131%	32,9530%
2012	29,0555%	21,5925%	36,6782%	0,2380%	18,3250%	0,7301%	30,3080%
2013	25,2212%	24,1443%	35,7568%	0,2035%	12,3763%	0,6892%	25,9586%
2014	21,9184%	27,4455%	37,5566%	0,2120%	33,7271%	0,4560%	22,5259%
2015	17,0053%	29,9497%	34,8168%	0,2991%	36,7238%	0,9902%	20,6307%
2016	13,3410%	12,8457%	30,2866%	0,1948%	28,3448%	0,6486%	18,8295%
2017	9,1378%	29,1413%	39,7730%	0,1691%	21,1243%	0,5338%	11,7658%
2018	4,8375%	13,0568%	39,6644%	0,1474%	9,3902%	0,4765%	2,5817%

La hoja de cálculo “%Ciclos” en MAPPII Excel, contiene la tabla con la función de probabilidad inicial o ex ante de cada componente para el análisis de prefactibilidad de un pro-

yecto. De allí, se tomarán las probabilidades sobre las variables de interés EM3, TILP, PSPNF e IIBF porque la decisión del presente ejemplo se circunscribe a estas.

Tabla de probabilidades a priori

Con los resultados de los ciclos, se construyó la tabla a priori basada en probabilidades (datos históricos), las cuales representarán los grados de ocurrencia del ciclo real hasta 2018 para aplicar en los estados de la naturaleza de la decisión con los que los inversores calcularán valores esperados. Lo que conocemos a priori son las probabilidades del pasado, conlleva información imperfecta a partir de datos retrospectivos. Nada asegura suficiencia, aumenta el riesgo en la toma de la decisión.

Consultando los ciclos se observa el comportamiento de cada variable obteniendo para los datos proyectados las probabilidades marginales, condicionales y conjuntas para los períodos claves del proyecto propuesto:

Probabilidades de ocurrencia supuestas de acuerdo con las vías de causa-efectos según las fases históricas para las fases proyectadas 2019, 2023 y 2027				
Fase EM3 (VI)	2018	2019	2023	2027
	Boom	Bust	Crecimiento	Crecimiento
Prob EM3	0,177936776	0,30776944	0,290817164	0,290817164
Fase AI (VD)	Crecimiento	Crecimiento	Crecimiento	Crecimiento
$P(AI EM3)$ a priori	0,008534844	0,01228835	0,009407642	0,009407642
Fase ESI (VD)	Crecimiento	Crecimiento	Crecimiento	Crecimiento
$P(ESI EM3)$	0,226222371	0,25467255	0,292113554	0,292113554
Fase PSPNF (VD)	Boom	Bust	Crecimiento	Crecimiento
$P(PSPNF EM3)$	0,1423855	0,2973975	0,288282625	0,288282625
Prob Conjunta Total Fase EM3	0,0671	0,1004	0,1049	0,1049
Fase TILP (VI)	2018	2019	2023	2027
	Crecimiento	Crecimiento	Crecimiento	Crecimiento
Prob TILP	0,238206314	0,23820631	0,238206314	0,238206314
Fase IIBF (VD)	Crecimiento	Crecimiento	Crecimiento	Crecimiento
Prob (IIBF TILP)	0,248906667	0,24890667	0,248906667	0,248906667
Fase ESI (VD)	Crecimiento	Crecimiento	Crecimiento	Crecimiento
Prob (ESI TILP)	0,279392919	0,27939292	0,279392919	0,279392919
Fase CB (VD)	Boom	Contracción	Contracción	Contracción
Prob (CB TILP)	0,007226022	0,00722602	0,007226022	0,007226022
Prob Conjunta Total Fase TILP	0,1276	0,1276	0,1276	0,1276
Probabilidad Fase EM3 o TILP	0,1947	0,0304	0,0304	0,0304
Probabilidad Conjunta EM3 y TIL	0,0424	0,0755	0,0755	0,0755

Las tablas de contingencia se construyen para cada relación $X \rightarrow Y$ con el fin de obtener probabilidades conjuntas ($Y | X$), necesarias para las matrices de decisión de inversión en el ejemplo aplicado. Luego, se obtienen las marginales. Las variables independientes son condicionantes, entonces la probabilidad marginal de EM3 y TILP está dada y la conjunta será directamente su producto.

Tablas contingencia Probabilidades a priori							
EM3				TILP			
EM3-AI				TILP-IIBF			
2018	AI (Crecim)	NO AI (no Crecim)		2018 o 2019 o 2023 o 2027	IIBF (Crecim)	NO IIBF (no Crecim)	
EM3 (boom)	0,0015	0,1764	0,1779	TILP (crecim)	0,0593	0,1789	0,2382
No EM3 (no boom)	0,0057	0,8164	0,8221	TILP (no crecim)	0,2369	0,5248	0,7618
	0,0072	0,9928	1,0000		0,2962	0,7038	1,0000
2019	AI (Crecim)	NO AI (no Crecim)		TILP-ESI			
EM3 (bust)	0,0038	0,3040	0,3078	2018 o 2019 o 2023 o 2027	ESI (Crecim)	ESI (no Crecim)	
No EM3 (no bust)	0,0034	0,6888	0,6922	TILP (crecim)	0,0666	0,1717	0,2382
	0,0072	0,9928	1,0000	TILP (no crecim)	0,2098	0,5520	0,7618
					0,2763	0,7237	1,0000
2023 o 2027	AI (Crecim)	NO AI (no Crecim)		TILP-CB			
EM3 (crecim)	0,0027	0,2881	0,2908	2018	CB (boom)	CB (no boom)	
No EM3 (no crecim)	0,0044	0,7047	0,7082	TILP (crecim)	0,0017	0,2365	0,2382
	0,0072	0,9928	1,0000	TILP (no crecim)	0,0012	0,7606	0,7618
					0,0030	0,9970	1,0000
EM3-ESI				2019	CB (bust)	CB (no bust)	
2018	ESI (Crecim)	NO ESI (no Crecim)		TILP (crecim)	0,0017	0,2365	0,2382
EM3 (boom)	0,0403	0,1377	0,1779	TILP (no crecim)	0,0073	0,7545	0,7618
No EM3 (no boom)	0,2361	0,5860	0,8221		0,0090	0,9910	1,0000
	0,2763	0,7237	1,0000				
2019	ESI (Crecim)	NO ESI (no Crecim)		2023 o 2027	CB (contrae)	CB (no contrae)	
EM3 (bust)	0,0784	0,2294	0,3078	TILP (crecim)	0,0017	0,2365	0,2382
No EM3 (no bust)	0,1979	0,4943	0,6922	TILP (no crecim)	0,0067	0,7551	0,7618
	0,2763	0,7237	1,0000		0,0084	0,9916	1,0000
2023 o 2027	ESI (Crecim)	NO ESI (no Crecim)					
EM3 (crecim)	0,0850	0,2059	0,2908				
No EM3 (no crecim)	0,1914	0,5178	0,7082				
	0,2763	0,7237	1,0000				
EM3-PSPNF							
2018	PSPNF (Boom)	NO PSPNF (no Boom)					
EM3 (boom)	0,0253	0,1526	0,1779				
No EM3 (no boom)	0,1788	0,6432	0,8221				
	0,2042	0,7958	1,0000				
2019	PSPNF (Bust)	NO PSPNF (no Bust)					
EM3 (bust)	0,0915	0,2162	0,3078				
No EM3 (no bust)	0,3026	0,3896	0,6922				
	0,3941	0,7958	1,0000				
2023 o 2027	PSPNF (Crecim)	NO PSPNF (no Crecim)					
EM3 (crecim)	0,0838	0,2070	0,2908				
No EM3 (no crecim)	0,2211	0,4880	0,7082				
	0,3050	0,7958	1,0000				

Por tratarse de tablas 2x2 (dicotómicas), la leyenda “No...” significa el complemento de fases de la variable no incluidas en la indicada y su probabilidad asociada.

La confección de la tabla de probabilidades a priori según fase evaluada, resulta:

Probabilidad a priori 2019-2020	Factor	F(x) del ciclo	Fase	Año	Valor X en última fase conocida/datada
Factor Exógeno*	EMS	0,308	Bust	2001	\$ 36.506.290,70
	TILP	0,238	Crecimiento	2018	34,77%
Probabilidad conjunta de los factores exógenos		0,073	Probabilidad de invertir si se deprime la EMS y la TILP muestra tendencia alcista. Por ser ambas VI, la probabilidad conjunta es igual al producto de las marginales.		
Probabilidad a priori 2023-2024	Factor	F(x) del ciclo	Fase	Año	Valor X en última fase conocida/datada
Factor Exógeno*	EMS	0,291	Crecimiento	2017	\$ 2.057.940.726,17
	TILP	0,238	Crecimiento	2018	34,77%
Probabilidad conjunta de los factores exógenos		0,069	Probabilidad de invertir si EMS y TILP crecen en el año considerado. Por ser ambas VI, la probabilidad conjunta es igual al producto de las marginales.		

*Son eventos independientes (sin correlación)

Paso 6: Valor óptimo de probabilidad a posteriori

La hoja de cálculo “Simulación...” en MAPPII Excel, contiene los resultados de una simulación con mil corridas de números aleatorios que permiten calcular las probabilidades de acuerdo con distribución Normal y parámetros μ y σ para cada variable componente de la decisión. Los valores máximos y mínimos simulados representan límites de nuevos valores arbitrarios de cada variable para calcular la variable estandarizada Z con los parámetros obtenidos tomando los valores proyectados.

Variable	EM3	TILP	IIBF	AI	ESI	CB	PSPNF
Mínimo simulado	\$ 712.765,23	3,72%	0,1092	53,86	56,38	17,31	\$ 0,00
Máximo simulado	\$ 32.581.971.810,26	52,65%	0,2020	267,62	106,06	377,29	\$ 199.492.867,38
Media	\$ 458.302.342,73	22,57%	0,1704	118,21	90,98	98,90	\$ 4.804.257,30
DE	\$ 1.508.682.734,59	7,60%	0,0222	33,09	7,69	54,08	\$ 11.901.395,93

Luego, se obtuvieron los promedios de datos proyectados para el período de inversión (2019-2028) para especificar en las fases normalizadas. *Ad hoc*, se introducen valores históricos de las variables para 2018:

Datos reales e históricos (2017/18)	Fase 2018	Promedio Datos Proyectados (2019/28)	Fase 2019
EM3 2018 \$ 2.522.275.632,33	Boom	EM3 2019-28 \$ 2.020.483.728,79	Bust
TILP 2018 0,3477	Crecimiento	TILP 2019-28 0,3873	Crecimiento
IIBF 2018 0,1778	Crecimiento	IIBF 2019-28 0,1796	Crecimiento
PSPNF 2018 \$ 29.593.708,17	Boom	PSPNF 2019-28 \$ 28.110.948,52	Bust

Además, puede observarse que todos los valores se encuentran contenidos entre su máximo y mínimo; por lo tanto, pueden emplearse como variable para obtener Z de la fase para cada variable. En la hoja MAPPII Excel respectiva a modelos a posteriori, pueden observarse los cálculos y fórmulas utilizadas para el cálculo de la probabilidad sobre distribución Normal. Entonces, la nueva probabilidad F(z) resultante serán valores de probabilidad a posteriori. También se pueden comparar con las probabilidades a priori:

Z Fase 2019/28	F(z) 2019/28	Z Fase 2017/18	F(z) 2017/18
1,035	0,850	1,368	0,914
2,127	0,983	1,606	0,946
0,413	0,660	0,331	0,630
1,958	0,975	2,083	0,981

Nótese que entre las probabilidades sujetas a datos históricos (% de ciclos) y las de datos proyectados (simulación) existe una distancia mínima, constituyendo una disminución del error de cálculo y, por lo tanto, en la evaluación de riesgo del proyecto. La simulación y la modelización predicen con bastante precisión las tendencias 2018. En efecto, la emisión creció (dada la inflación p.e.) y las tasas de interés aumentaron (dado el dólar y la desconfianza del mercado). Algo similar ocurre con los préstamos, donde la probabilidad de boom es baja porque existen otros factores sincrónicos para que aumenten, además de que ocurriría en Fase 3, como efecto posterior al aumento de la emisión monetaria (Fase 1).

Los valores óptimos serían un tipo de información perfecta, obtenida por métodos de tratamiento aleatorio (la simulación) que permite pronosticar probabilidades sobre la incertidumbre y modelizar alternativas de decisión mediante el enfoque bayesiano. Esta sería la información proporcionada por el analista o consultor.

Paso 7: Modelo de decisión a priori interfases

Se sabe que EM3 provoca efectos directos de ciclo en PSPNF e indirectos en AI y ESI. Entonces, el inversor *intuitivamente* supone que si aumenta la EM3 también ocurrirá lo mismo con las demás, es decir, *crea* que EM3 está es una fase de crecimiento de unos 7 años, pero que hacia 2018 podría alcanzar un máximo (*boom*), esperando que ocurran oportunidades de financiación (con PSFN). Además, si TILP aumenta, IIBF disminuye calculando que en 2017, la variable alcanzó un *bust*.

El ingreso monetario esperado (IME) surge de los ingresos netos dados en el esquema inicial del proyecto en su etapa de prefactibilidad y su duración (2020-2030).

El factor crítico temporal genera un problema de comparación en la decisión a tomar; entonces, el modelo decisorio se plantea para cada etapa independiente de otras -a modo de proyectos secuenciales excluyentes-, y para el proyecto global (iniciando las etapas conjuntamente en 2020). Se trabaja con la inversión inicial contemplando la totalidad de los ingresos. Utilizando las probabilidades del paso 5 se construye la matriz de decisión asociando alternativas y estados de la naturaleza. En este caso, se plantea una única matriz con ambas variables independientes:

Decisión Inversión A Priori (en \$)				
Ingresos medios esperados 2020-2030	p1= Bust EM3 y Crecimiento TILP (2019-20)	p2= Crecimiento EM3 y Crecimiento TILP (2023-24)	1-(p1+p2) = NO (Bust o Crecimiento EM3 o Crecimiento TILP)	I.M.E.
Probabilidad	0,073	0,069	0,857	1,000
Iniciar Etapa I en 2020	-\$ 1.272.000.000,00	\$ 17.801.723.862,77	\$ 29.210.640.480,00	\$ 26.185.531.295,80
Iniciar Etapa II en 2024	\$ 0,00	-\$ 1.908.000.000,00	\$ 47.041.823.091,94	\$ 40.202.089.833,05
Iniciar Etapas en conjunto en 2020	-\$ 2.544.000.000,00	\$ 28.758.070.142,41	\$ 47.041.823.091,94	\$ 42.139.958.716,50

Con respecto a *estados de la naturaleza*, la probabilidad $p1$ representa una situación no deseada por el inversor para 2019-20 porque la disminución monetaria aleja oportunidad de obtener PSPNF y el aumento de tasas lleva a no invertir (reflejado por IIBF). La probabilidad $p2$ implica una situación aún incierta en 2023-24 para el inversor porque el crecimiento monetario no asegura consumo ni obtención de PSPNF y el aumento de tasas ahuyentaría IIBF. En cambio, la situación idónea para PSPNF e IIBF sería $1-(p1+p2)$ por su conveniencia: si EM3 crece o se estabiliza, el consumo se reactivaría en el período de oferta de los servicios del complejo urbanístico asegurando mejores ingresos. Y si TILP no crece, las inversiones se realizarían con menor riesgo.

Los valores negativos reflejan el costo de oportunidad reflejados por las inversiones iniciales de cada etapa. El valor nulo para la Etapa II durante el período 2020-2023 corresponde con la no percepción de ingresos por la demora de su inicio. En el caso global, se consideró el 80% de la suma de los desagregados (10 mill. U\$S * \$ 31,8) porque EM3 y TILP no son favorables para la viabilidad y porque se aprovecharían recursos comunes a ambas etapas que disminuirían de costos totales.

Recordando que la Etapa I implica adquisición de bienes de capital y la Etapa II indica ampliación de infraestructuras, los emprendedores seleccionarán el mayor valor de los posibles de la matriz decisoria. Si IME representa el ingreso neto medio esperado, podría optarse por invertir en el proyecto global aún con tasa a largo plazo alta porque aún es posible obtener préstamos (ver comportamientos TILP y PSPNF respectivos). O, podría iniciarse la primera etapa a riesgo de recuperar la inversión para volcar parte de esta en la segunda etapa, ya que los ingresos acortarían el retorno esperado.

En este caso, podría optarse por invertir en bienes de capital cuando se estima destinar mayores fondos a la alternativa señalada o bien cuando EM3 crece y el crédito se contrae para ampliar infraestructura. La factibilidad sería desde un punto de vista prudente: invirtiendo en bienes hacia final de Fase 1 o principios de Fase 2 (esperando que TILP disminuya e IIBF aumente). Si TILP es alta y representa una amenaza para la inversión en bienes de capital, entonces, hacia 2020, la conveniencia de la decisión reposaría en invertir en bienes de capital durante Fase 1, aprovechando oportunidades del boom crediticio, pero disminuyendo costos hasta Fase 2 (momento ideal de la tasa subsidiada). Ergo, de acuerdo con el ciclo actual de la emisión monetaria en etapa expansiva y tasa en alza o no subsidiada, *ampliar la infraestructura* reportaría el mejor (no necesariamente el mayor) ingreso neto esperado, \$ 40.202.089.833,05, porque la diferencia respecto a la adquisición de bienes es alta respecto a la inversión estipulada (\$ 1.908.000.000,00) y conveniente frente a un mayor riesgo de error por considerar la decisión con mayor IME (el proyecto global). Nuevamente, los resultados evidencian cómo los ciclos y la decisión basada en datos retrospectivos podrían denotar el error del empresario si considera procesos interfases y variaciones reales hasta 2018.

Paso 8: Modelo de decisión a posteriori interfases

Si la decisión a posteriori coincidiese con la postulada a priori, entonces MAPPII indicaría que error de cálculo sería mínimo o nulo, lo que permitiría aumentar la potencia y eficiencia en la evaluación y análisis de viabilidad de proyecto o en la consideración de elementos de prefactibilidad.

A partir de las tablas de probabilidades posteriores, obtenidas para EM3, TILP, PSPNF e IIBF tras la simulación, los inversores pueden ajustar su decisión de acuerdo con nuevas expectativas y estimaciones que reducen la incertidumbre en un contexto de información perfecta:

Decisión a posteriori con EM3 y TILP en fases del ciclo 2019-2030							
Por datos proyectados	Probabilidad EM3-TILP	Probabilidad Condicional (IIBF TILP)	Probabilidad Condicional (PSPNF EM3)	Probabilidad Conjunta	Probabilidad Posterior (Bayes)	Ingresos según EM3-TILP	V.M.E.
Etapa I (adq BC)	0,8356	0,3399	0,9749	0,2769	0,3431	\$ 17.801.723.862,77	\$ 6.107.536.026,93
Etapa II (ampl infraest)	0,8356	0,6601	0,0251	0,0138	0,0172	\$ 47.041.823.091,94	\$ 806.812.274,70
Global (obra total)	0,8356	0,6297	0,9814	0,5163	0,6398	\$ 75.799.893.234,35	\$ 48.493.911.637,46
		Total	Total	0,8071			
Con <i>datos proyectados</i> , los emprendedores optarían por la Etapa I (adquirir bienes de capital para iniciar obras) o por ejecutar el proyecto global.							
Por datos históricos	Probabilidad EM3-TILP	Probabilidad Condicional (IIBF TILP)	Probabilidad Condicional (PSPNF EM3)	Probabilidad Conjunta	Probabilidad Posterior (Bayes)	Ingresos si ocurre crecimiento EM3-TILP	V.M.E.
Etapa I (adq BC)	0,9144	0,3703	0,9814	0,3386	0,2272	\$ 17.801.723.862,77	\$ 4.045.334.220,39
Etapa II (ampl infraest)	0,9144	0,6297	0,0186	0,5757	0,3864	\$ 47.041.823.091,94	\$ 18.175.926.470,07
Global (obra total)	0,9144	0,6297	0,9814	0,5757	0,3864	\$ 75.799.893.234,35	\$ 29.287.412.674,76
		Total	Total	1,4901			
Con <i>datos históricos</i> , los inversores optarían por la Etapa II (ampliar infraestructura) o por iniciar obras conjuntas (proyecto global), en consonancia con la decisión a priori.							

Siendo que los inversores recurrirán a un préstamo (financiación externa), no analizarán IIBF en la Etapa I para la adquisición de bienes de capital, la probabilidad 0,3399 será el complemento de la condicionada en Etapa II porque la condición es EM3 para PSPNF. La probabilidad de IIBF condicionada por TILP hacia la Fase 2 (2024) del ciclo de Garrison, implica una disminución de tasas que permitirá invertir en la ampliación de infraestructura (Etapa II), al tiempo que el proyecto generará ingresos si se implementó la Etapa I. Por tal el valor consignado, indica la probabilidad de ocurrencia de IIBF para esta fase (0,6601). La probabilidad condicional 0,6697, prevista para 2017/2018, se basa en la ejecución del proyecto con mayor riesgo entonces en la decisión se debe considerar un error de cálculo mayor al simulado al no considerar etapas y fases del ciclo para el largo plazo.

Las condiciones principales reposan en EM3→PSPNF y TILP→IIBF, cuyas probabilidades posteriores se atribuyen a su ocurrencia de IIBF y sus complementos para invertir en bienes de capital si ocurriese un *bust* en TILP hacia 2020 o un *boom* en PSPNF. Entonces no es necesario esperar mejores condiciones de inversión ni aplazar el proyecto hasta la Fase 3 porque los préstamos serán más convenientes en 2020 de acuerdo con la predicción para ampliar infraestructura hacia 2024. De esta forma, la alternativa de invertir en la Etapa I del proyecto no incluye un error de cálculo ni una mala inversión.

Por toma de decisiones bayesiana y de acuerdo con los *ciclos EM3 y TILP pronosticados*, la alternativa de inversión más conveniente es *adquirir bienes de capital*. Cuando los factores monetarios se expanden, conviene invertir en la primera etapa hacia 2020 suponiendo que el ciclo de EM3 oscila en 7 años y de TILP en 3 años, o en el proyecto global si el crédito se obtiene en condiciones favorables de PSPNF.

Nótese que, para los valores históricos, la opción de inversión es la misma que la obtenida para el modelo a priori. Entonces, queda demostrada la descoordinación intertemporal cuando se evalúan decisiones sobre proyectos a largo plazo sólo con información imperfecta, aumentando el riesgo en errores de cálculo, gestión del proyecto y mala inversión.

Análisis Conductual

El caso se sometió a métodos de amplia aceptación técnica a decisiones financieras de largo plazo para contrastar y medir la capacidad predictiva de MAPPII sobre la decisión sujeta al proyecto evaluado.

La exploración del riesgo, puntos de equilibrio y análisis sensibilidad aplicando los métodos expuestos para MAPPII, coadyuvaron en la obtención de ajustes que mejoran la evaluación de los flujos de fondos (o de efectivo) y su dimensionalidad, por acercar pautas para decidir racionalmente en un contexto dinámico y cambiante.

Los resultados de este análisis complementario resumen la información alcanzada.

Los conceptos relacionados a variables (VI/VD) de cada ciclo se desprende del planteo; de allí se deducen las probabilidades asociadas a cada uno. Nótese que las probabilidades conjuntas cambian según el año en tablas a priori.

La Suma de Probabilidades Conjuntas, sirve para calcular con menor error cuando el riesgo aumenta dado por el largo plazo, donde importa evaluar proyectos según ciclos e interfaces. Asimismo, los FFP varían su dimensión por la combinación de cada suma agregando o descontando una unidad o manteniendo su valor, para comparar el volumen de inversión y de efectivo necesarios en cada período del proyecto.

Como las inversiones de cada etapa se consideran independientes entre sí, y ajenas a la global, el valor inicial para la Etapa II cambia, resultando del FFP original y su probabilidad dimensionada.

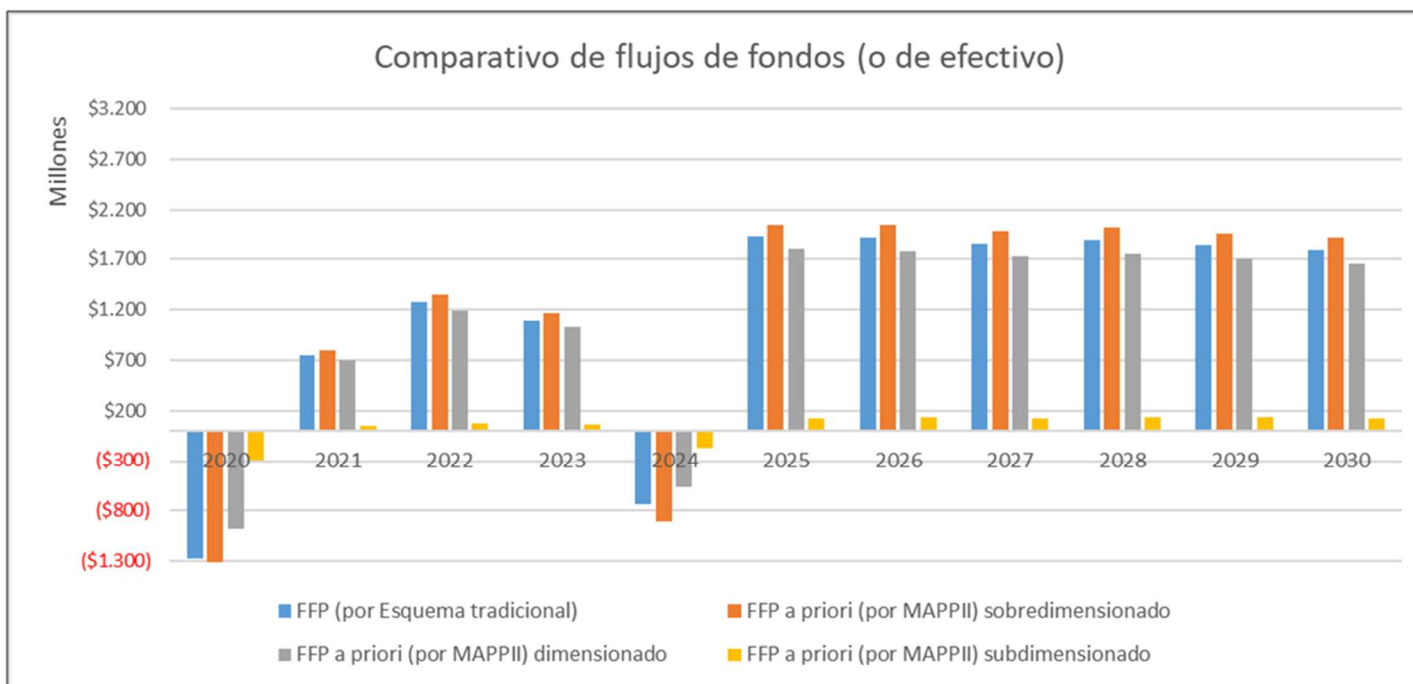
Inv. In. Etapa II	
-\$ 1.908.000.000,00	Inversión original Etapa II
-\$ 2.348.397.335,94	por MAPPII sobredimensionado
-\$ 1.467.602.664,06	por MAPPII dimensionado
-\$ 440.397.335,94	por MAPPII subdimensionado

Con respecto a la inversión global se siguió considerando el 80% de los totales iniciales planteados para el caso.

El *análisis de riesgo en presupuesto de capital*, determina flujos netos considerando efectos del ciclo a priori y a posteriori para decisiones a largo plazo. En conclusión, ajustar los FFP según probabilidades de los ciclos, permite apreciar detalladamente la dinámica de las decisiones de inversión étapicas y a largo plazo. El valor residual del proyecto disminuye cuando las inversiones Iniciales son menores. Sin embargo, esta aplicación permite evaluar el apalancamiento de capital propio para minimizar el riesgo de una inversión mayor. El estudio de VAN indica que la construcción del complejo (Etapa I) conviene en 2020 y a partir de 2024 agregando la restante (Etapa II).

El *análisis de riesgo con punto de equilibrio por riesgo en presupuesto de capital*, estableciendo un nivel mínimo de entrada de efectivo necesario para aceptar el proyecto ($VAN > 0$). El resultado indica que, a priori, la ejecución del proyecto por etapas es conveniente porque el riesgo disminuye a largo plazo. La probabilidad de aceptar el proyecto con $VAN > 0$ (y respecto a viabilidad de entradas de efectivo que igualen o excedan el punto de equilibrio) surge de aquellas evaluadas a priori para el inicio de cada etapa del proyecto en EM3 y TILP.

Análisis de riesgo en presupuesto de capital	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
FFP (por Esquema tradicional)	-\$ 1.771.000.000,00	\$ 790.714.104,54	\$ 1.273.480.555,93	\$ 1.094.685.906,94	-\$ 737.976.906,00	\$ 1.926.472.025,55	\$ 1.910.791.180,57	\$ 1.858.639.521,71	\$ 1.885.232.202,41	\$ 1.834.936.346,76	\$ 1.789.297.580,93	
Variaciones a LP (estados posibles)	Etapa I											
<i>Concepto / VE-VD relacionada para el ciclo correspondiente al año indicado</i>	Costo cemento /EMS-AI		Precio habitación / EMS-AI / TLP-CB		Recupero de inversión global /EMS- PSPNF	Recupero de inversión global /EMS-CB	Precio habitación / EMS-AI / TLP-CB		Precio habitación / EMS-AI / TLP-CB	Precio habitación / EMS-AI / TLP-CB	Precio habitación / EMS-AI / TLP-CB	
	Costo mano de obra /EMS-ESI				Costo cemento /EMS-AI							
	Costo diseño e ingeniería/EMS-PSPNF				Costo mano de obra /EMS-ESI							
	Cotización cambiaria /TLP-IBF	Cotización cambiaria /TLP-IBF	Cotización cambiaria /TLP-IBF	Cotización cambiaria /TLP-IBF	Cotización cambiaria /TLP-IBF	Cotización cambiaria /TLP-IBF	Cotización cambiaria /TLP-IBF	Cotización cambiaria /TLP-IBF	Cotización cambiaria /TLP-IBF	Cotización cambiaria /TLP-IBF	Cotización cambiaria /TLP-IBF	
	Tasas de interés /TLP-IBF	Tasas de interés /TLP-IBF	Tasas de interés /TLP-IBF	Tasas de interés /TLP-IBF	Tasas de interés /TLP-IBF	Tasas de interés /TLP-IBF	Tasas de interés /TLP-IBF	Tasas de interés /TLP-IBF	Tasas de interés /TLP-IBF	Tasas de interés /TLP-IBF	Tasas de interés /TLP-IBF	
Inflación / EMS-AI	Inflación / EMS-AI	Inflación / EMS-AI	Inflación / EMS-AI	Inflación / EMS-AI	Inflación / EMS-AI	Inflación / EMS-AI	Inflación / EMS-AI	Inflación / EMS-AI	Inflación / EMS-AI	Inflación / EMS-AI	Inflación / EMS-AI	
Suma de Probabilidades conjuntas	0,23298341	0,063073119	0,062531066	0,060609802	Comparativo de flujos de fondos (o de efectivo)						0,071010345	0,071010345
FFP a priori (por MAPP) sobredimensionado	-\$ 1.568.354.897,63	\$ 798.063.984,74	\$ 1.353.091.427,85	\$ 1.161.253.540,34								
FFP a priori (por MAPP) dimensionado	-\$ 973.640.102,17	\$ 703.364.224,33	\$ 1.193.829.684,01	\$ 1.028.118.273,54								
FFP a priori (por MAPP) subdimensionado	-\$ 296.354.897,63	\$ 47.349.880,20	\$ 79.630.871,92	\$ 66.567.633,40								



Criterios de decisión con FFF MAPPII Dimensionado	VAN Etapa I 2020-23	VAN Etapa II 2024-27	VAN Global 2021-30	Decisión
Tasa de corte Emprendedores (2018): 8%	\$ 1.515.288.034,36	\$ 6.591.754.125,01	\$ 7.005.061.348,96	VIABLE
Tasa de corte Caputo (2017): 54,4%	\$ 424.312.545,63	\$ 1.979.177.175,00	-\$ 107.877.874,68	NO VIABLE Global
Tasa de corte TNA (REM 2019): 32,6%	\$ 301.136.063,61	\$ 4.139.611.403,66	\$ 1.253.907.859,89	VIABLE
Tasa de corte TILP MAPPII: 35,88%, 39,26% y 35,28% (%ciclo 2020-2024-2019)	\$ 598.455.810,96	\$ 2.402.022.523,76	\$ 709.557.089,69	VIABLE
TIR	TIR Etapa I 2020-23 45,32%	TIR Etapa II 2024-27 223,15%	TIR Global 2021-30 63,06%	VIABLE EII y global
Payback (años)			Según dimensiones FFP por MAPPII	

Análisis de riesgo con punto de equilibrio (PE) por riesgo en presupuesto de capital				
Criterios de análisis	VAN Etapa I 2020-23	VAN Etapa II 2024-27	VAN Global 2021-30	Proyecto
Inversión inicial (FFP ajustados por MAPPII dimensionado)	-\$ 975.645.102,37	-\$ 1.467.602.664,06	-\$ 1.954.598.213,15	Riesgo a LP
Años del periodo	4	4	10	LP (horizonte >5 años)
Costo de capital Emprendedores (2018): 8%	\$ 294.567.554,17	\$ 443.099.776,95	\$ 291.292.772,31	Subdimensionado
Costo de capital Caputo (2017): 54,4%	\$ 644.082.953,48	\$ 968.854.203,35	\$ 1.077.292.816,06	Sobredimensionado
Costo de capital TNA (REM 2019): 32,6%	\$ 470.130.615,65	\$ 707.188.446,20	\$ 677.515.634,28	Dimensionado
Costo de capital TILP MAPPII: 35,88%, 39,26% y 35,28% (%ciclo 2020-2024-2019)	\$ 495.377.773,70	\$ 784.864.897,16	\$ 724.895.650,77	Dimensionado y ajustado a la realidad
En FF Tradicional (a tasa MAPPII)	\$ 645.850.142,25	\$ 1.020.386.689,43	\$ 1.179.356.531,66	Sobredimensionado
Probabilidad de aceptar el proyecto con VAN>0	0,419397418	0,435244114	0,182540258	respecto a viabilidad de entradas de efectivo que igualen o excedan PE

Análisis de sensibilidad de las Etapas para VAN real			
Criterios de análisis	Etapa I 2020-23	Etapa II 2024-27	CCP
Inversión inicial (FFP ajustados por MAPP II)	-\$ 975.645.102,37	-\$ 1.467.602.664,06	
Resultados posibles	Entradas de efectivo (FFP)		
<i>Pesimista</i>	\$ 193.548.385,52	\$ 779.235.909,93	
<i>Más probable</i>	\$ 2.925.312.181,88	\$ 10.426.072.949,01	
<i>Optimista</i>	\$ 3.312.408.952,93	\$ 11.984.544.768,87	
Intervalo	\$ 3.118.860.567,41	\$ 11.205.308.858,94	
Resultados posibles	Valores Presentes Netos (VAN)		
<i>Pesimista</i>	\$ 301.136.063,61	\$ 2.402.022.523,76	Tasa REM (2019)/ Tasa MAPP II
<i>Más probable</i>	\$ 598.455.810,96	\$ 4.139.611.408,66	Tasa MAPP II / Tasa REM 2019
<i>Optimista</i>	\$ 1.515.288.034,36	\$ 6.591.754.125,01	Tasa Emprendedores (2018)
Intervalo	\$ 1.214.151.970,74	\$ 4.189.731.601,25	

Por último, el *análisis de sensibilidad* de las Etapas para el VAN real, indica que a priori la tasa de corte de los emprendedores no es conveniente y que la tasa ideal oscila entre el 30-40% para ejecutar proyecto a largo plazo por ser menos sensible. El intervalo de efectivo da cuenta que la Etapa 1 es menos riesgosa y el VAN entraña menor riesgo para la Etapa 2. Por lo tanto, el proyecto global podría realizarse en partes de acuerdo con evaluación MAPPII, reforzando la decisión explicada en Paso 8.

7. Conclusiones y recomendaciones

El objetivo global de la *Metodología de Análisis de Prefactibilidad en Proyectos de Inversión Industrial* (MAPPII) es práctico y adaptado a la realidad administrativa como técnica adecuada para la toma de decisiones financieras.

Modelos similares y con diversas combinaciones podrían realizarse para mejorar y ajustar decisiones que minimicen errores en la gestión de proyectos de inversión. Esta posibilidad también elimina el factor crítico temporal, aunque los pronósticos dependan del error de series previas dados en el ciclo económico segmentado por las fases de análisis y las interfases, considerando los procesos subyacentes tal como plantea Garrison. Y MAPPII puede utilizarse para cálculos de mediano y largo plazo, una ventaja por sobre otros métodos más tradicionales, aunque los pronósticos dependan del error de series previas dados en el ciclo económico segmentado por las fases de análisis. Es indudable que, con sus limitaciones, la tecnología propuesta mejora notablemente la administración. Nótese como difieren las soluciones cuando se utiliza MAPPII y cuando no. Si el empresario hubiese optado por la primera se cumplirían las premisas teórico-empíricas de errores en la gestión de proyectos evaluados con créditos domésticos a tasas subsidiadas, conllevando el riesgo de ajustar la asignación de recursos, modificar la estructura del proyecto o abandonarlo. En cambio, con MAPPII, el empresario se asegura la oportunidad de evitar errores y calcular mejor la viabilidad del proyecto.

Aplicar a futuro un diseño experimental o cuasi experimental sería apropiado para identificar etapas de cambio o fronteras de ciclos mediante grupos de control (validez externa con variables exógenas a las tratadas en la tesis), mediante diseños de series temporales como estrategia para un estudio experimental que contemple series interrumpidas y concomitantes para precisar causas, efectos y pronósticos de la realidad descrita.

Las cuestiones teórico-económicas son parte de su fundamento -a modo de soporte-, para demostrar las causas, efectos y factores de influencia de las variables tratadas, que el analista podría considerar en alternativas del análisis estratégico o de escenarios posibles cuando opera con estructuras de inversión y financiación de proyectos industriales. Proseguir el desarrollo de MAPPII será valioso, ya sea desde la experimentación o de su incorporación al cálculo estadístico-financiero a través de herramientas administrativas e informáticas que permitan agilizar su operatividad incrementando su eficiencia y eficacia para la toma de decisiones en proyectos de inversión industrial en contextos dinámicos y cambiantes.

REFERENCIAS

- Casparri, M. (2010). *Análisis financiero y planificación de oportunidades de negocios. Herramientas en MSExcel*. Buenos Aires: Omicron System.
- Gitman, L. (2012). *Principios de Administración Financiera* (12ª ed.). México: Pearson Educación.
- Marsimian, M. (2017). *Errores de gestión relevantes en la financiación de proyectos industriales como consecuencia del ciclo económico*. Tesis Doctoral Universidad de Buenos Aires
- Rodríguez, M. y Gracia Fronti, J. (2008). *Herramientas para la toma decisiones con Excel*. Buenos Aires: Omicron System.