

OPCIONES REALES PARA DECISIONES DE INVERSION Y ABANDONO EN CONTEXTOS MACRO DE VOLATILIDAD DEL PRODUCTO CON EXTENSION A MERCADO DE CAPITALS

Jose Pablo Dapena*
UNIVERSIDAD DEL CEMA - 2004

"The lack of a spare tire is not a concern until we get a flat one "

Anónimo

La tradicional regla marshalliana de inversión (o abandono) cuando el valor de un activo objeto de inversión es mayor (o menor) al costo de una inversión alternativa, se ve modificada cuando existen situaciones de incertidumbre e irreversibilidad, generando un componente de opción en dichas decisiones. Este componente se ve afectado por la volatilidad en el valor de dicho activo, que a su vez puede encontrar en el agregado su origen en la volatilidad de la tasa de crecimiento de la economía, generando efectos sobre el proceso de inversión y acumulación de capital en el agregado. Asimismo la existencia de volatilidad en el producto de una economía provoca efectos sobre el valor de los contratos de deuda, conlleva recomendaciones respecto de la arquitectura de financiamiento de la economía en cuanto al tipo de instrumentos que mejor permiten hacer frente a la misma, y conlleva recomendaciones acerca del proceso de agregación de información para toma de decisiones de inversión o abandono de las mismas. A partir de un modelo estilizado y de la existencia de datos que actúan como evidencia, se exploran diferentes consideraciones macroeconómicas respecto de los tres puntos mencionados, con aplicación para el caso de la economía argentina durante un período de análisis, donde se contempla el rol del mercado de capitales.

JEL: G00, F36, O16.

Palabras claves: volatilidad, opciones reales, mercado de capitales, inversión, agregación.

*Dedicada a mi esposa Sandra, a mis hijas Agustina y Catalina, y a mis padres Arlette y Pepe, por su constante apoyo y soporte. Agradezco a Rodolfo Aprea y a Luisa Montuschi, los comentarios de Daniel Heymann y participantes de la XXXVIII Reunión Anual de la AAEP, de Sergio Pernice, Edgardo Zablotsky y participantes del ciclo de seminarios de la UCEMA y José María Dagnino Pastore y participantes del seminario en la Bolsa de Comercio. Todos los errores son de mi responsabilidad.

Comité de tesis

*** Director**

- **Dr. Rodolfo Apreda**

*** Miembros**

- **Dr. Edgardo Zablotsky**

- **Dr. Germán Coloma**

- **Dr. José María Dagnino Pastore**

Índice de Contenidos

CAPÍTULO I Introducción

CAPÍTULO II Un Modelo de Relación entre Volatilidad en Tasas de Crecimiento del Producto y Volatilidad en el Precio del Stock de Capital

II.1 Introducción	1
II.2 Análisis de series de datos sobre tasas de crecimiento del producto para diferentes economías	2
II.3 Un modelo estilizado de la relación dinámica entre la tasa de crecimiento de la economía y el valor agregado del stock de capital.....	10
II.4 Análisis empírico de la relación entre la volatilidad en la tasa de crecimiento y la volatilidad en el precio de mercado del stock de capital.....	18
II.5 Conclusiones.....	22
Referencias.....	24
Anexos.....	27

CAPÍTULO III El Rol de los Instrumentos Financieros de Participación en Economías con Alta Volatilidad de su Producto

III.1 Introducción.....	1
III.2 Estructura de financiamiento macroeconómico.....	2
III.3 Tipos de Instrumentos de Financiamiento.....	5
III.4 La implicancia del financiamiento a través de contratos de deuda frente a existencia de volatilidad asociada al valor del stock de capital.....	9
III.5 Modelo formal de cálculo del valor de la opción ("put option") de incumplimiento	12
III.6 Estática comparativa en base a diferentes escenarios de volatilidad.....	13
III.7 El efecto de la volatilidad en la tasa de crecimiento sobre el financiamiento macroeconómico.....	19
1 El efecto del financiamiento del sector Gobierno.....	20
2 El efecto del financiamiento del sector externo.....	23
3 Existencia de burbujas en precios de activos y su implicancia en el financiamiento a través de deuda.....	25
III.8 Evidencia descriptiva sobre el grado de desarrollo en el mercado de capitales de Argentina de la utilización de instrumentos de participación.....	27
1 Uso internacional de instrumentos de participación en el capital.....	27
2 Uso doméstico de instrumentos de participación a través del mercado de capitales.....	29
III.9 Posibles razones para el uso de instrumentos de deuda en contraposición a instrumentos de participación en el capital.....	33

1 Razones de asimetría de información, problemas de agencia y gobierno corporativo.....	33
2 La relevancia de los inversores institucionales.....	35
3 El impacto de la liquidez.....	39
4 Otras potenciales explicaciones.....	41
III.10 Conclusiones.....	42
Referencias.....	44
Anexos.....	49

IV Decisiones de Inversión y Abandono de Inversiones en Contextos de Agregación Imperfecta de Información

IV.1 Introducción.....	1
IV.2 La propuesta a desarrollar.....	3
IV.3 Modelo de análisis.....	5
1 Ejercicio de inversiones con información perfecta.....	9
IV.4 Ejercicio de inversiones con información parcial.....	11
1 Equilibrio con revelación de información.....	11
2 Equilibrio con dos agentes.....	12
2.1 Timing de la inversión.....	19
2.2 Decisiones consecutivas de inversión.....	20
3 El caso de n inversores.....	23
3.1 Timing de la inversión.....	28
3.2 Decisiones consecutivas de inversión.....	29
4 Sensitividad del comportamiento de inversores frente a cambios en los parámetros.....	33
IV.5 Modelo para decisiones de abandono de inversiones.....	35
IV.6 Conclusiones.....	37
Referencias.....	39

V Conclusiones

Índice de Gráficos y Cuadros (por orden de aparición)

Capítulo I

Capítulo II

Tabla 1	Cuadro comparativo de volatilidad en la tasa de crecimiento del PBI
Gráfico 1	Relación de volatilidad de tasa de crecimiento de PBI y tasa de crecimiento promedio - Período 1970-2001
Tabla 2	Agrupación de países en secciones Período 1970 - 2001
Gráfico 2	Relación de volatilidad de tasa de crecimiento de PBI y tasa de crecimiento promedio - Período 1985-2001
Tabla 3	Agrupación de países en secciones Período 1985 - 2001
Gráfico 3	Relación de volatilidad de tasa de crecimiento de PBI y tasa de crecimiento promedio - Período 1990-2001
Tabla 4	Agrupación de países en secciones Período 1990 - 2001
Gráfico 4	Relación entre volatilidades anuales de tasa de crecimiento de PBI y volatilidad de índice de precio de acciones (en U\$S corrientes 1993-2001)
Tabla 5	Modelo de regresión por mínimos cuadrados ordinarios
Tabla 6	Modelo de regresión por mínimos cuadrados ponderados
Anexo A	Detalle de relación entre PBI real y stock de capital para la economía argentina
Anexo C	Detalle de países e índices de bolsas de valores tomados en regresión
Gráfico E1	Inversión bruta como porcentual del producto de la economía argentina
Gráfico E2	Evolución diaria del índice Merval 1993-2001
Gráfico E3	Cambios anuales porcentuales índice Merval e IBIF
Tabla E1	Estadísticos de regresión

Capítulo III

Gráfico 1	Incremento de la volatilidad del activo subyacente
Tabla 1	Relación entre diferentes combinaciones de volatilidad I nivel de deuda manteniendo el ratio de valor de put a deuda constante
Gráfico 2	Ajuste de ratio D/V frente a cambios en la volatilidad manteniendo el valor del put de incumplimiento constante en relación a D
Gráfico 3	Efecto de una caída mayor en el valor del capital donde queda constante el valor nominal de deuda
Gráfico 4	Spread de riesgo de bonos argentinos
Cuadro 1	Distribución de la riqueza financiera de las familias en países europeos
Gráfico 5	% de población adulta que posee acciones
Cuadro 2	Activos financieros mundiales 1998 (trillones de U\$S)

Tabla 2	Porcentual de activos financieros invertidos en acciones 2001 en Argentina (como % del total)
Tabla 3	Comparación de ratios de capitalización de mercado a PBI (Año 2002)
Gráfico 6	Relación de capitalización de mercado a PBI - fines de 2002
Gráfico 7	Ofertas públicas iniciales en el mercado argentino 1991-1999
Gráfico 8	Número de empresas cotizantes (1983-2001)
Cuadro 3	Distribución de la riqueza financiera de las familias en países europeos
Gráfico 9	Cartera de inversiones AFJP's Evolución 1995-2001 a octubre de cada año
Gráfico 10	Cartera de inversiones de compañías de seguro 1999-2001
Gráfico 11	Activos domésticos (sin disponibilidades), créditos y depósitos privados de bancos en Argentina (datos a abril y octubre 1991-2001)
Gráfico 12	Promedios diarios mensuales negociados Merval

Capítulo IV

Gráfico 1	Evolución dinámica de la variable V y valores límites para decisión
-----------	---

Capítulo V

I. INTRODUCCIÓN

La interrelación entre el desarrollo del sistema de intermediación financiera y el crecimiento económico es objeto de estudio en economía. Entre los trabajos mas relevantes se encuentra a Levine (1997), Miller (1998), y Rajan y Zingales (1998), que dan cuenta de evidencia de una relación positiva entre el grado de desarrollo del sistema de intermediación financiera y el crecimiento de la economía; uno de los trabajos pioneros en este tipo de medición es el de Levine y Zerbos (1998) del que surgen dos aspectos interesantes, por un lado la significatividad estadística de la intermediación financiera al explicar el desarrollo económico, y por el otro la evidencia estadística que tanto el sistema de bancos como el mercado de capitales son significativos individualmente al explicar dicho desarrollo, evidencia de la que los autores interpretan que ambos cumplen funciones diferentes dentro de la economía.

En el estudio de crecimiento económico en general el énfasis es puesto en el análisis de los promedios de las tasas de crecimiento tanto del producto total como del producto per cápita; sin embargo el parámetro de desviación estándar (o volatilidad) de dicha tasa puede probar ser relevante a los efectos de los procesos de inversión, acumulación de capital y capacidad de crecimiento. En línea con ello, y con enfoque hacia mercados emergentes, es posible identificar literatura sobre volatilidad estructural del producto de una economía, en general relacionada al marco institucional de la economía y el sistema financiero en su conjunto. Caballero y Krishnamurty (1998) asocian períodos de alta volatilidad a la insuficiencia de colateral o garantías dentro de la economía (inicialmente colateral externo que produce efectos en el colateral interno), análisis extendido en Caballero y Krishnamurty (2001), mientras que Caballero (2000a y 2000b) estudia evidencia de volatilidad en Latinoamérica a través de analizar tres casos de estudio y asociando la misma a vínculos internacionales (reales y financieros) débiles y subdesarrollo del sistema financiero doméstico, lo que hace a la economía sensible a cambios en los movimientos de capitales internacionales. Este tipo de consideraciones relacionadas a vulnerabilidad de la economía a los movimientos internacionales de capitales es tratado por Calvo (1998) que a través de un enfoque de *hoja de balance contable* ("balance sheet") de los agregados vincula el flujo de capitales internacional, el nivel de activos externos netos y la cuenta corriente de la economía doméstica; en dicho enfoque una súbita reversión en el sentido del flujo de capitales puede hacer entrar en

crisis a economías dependientes del mismo para su crecimiento. De manera más reciente Ridditz (2003) relaciona volatilidad del PBI per cápita con liquidez del sistema financiero, encontrando evidencia que una mayor liquidez del sistema tiende a atenuar la volatilidad, ya que intuitivamente la existencia de crédito atenúa los cambios en el nivel de demanda.

Es también objeto de investigación la variabilidad del ciclo económico y su relación con la estructura de financiamiento agregada desde el punto de vista corporativo. Bernanke y Gertler (1989 y 1990) estudian la relación entre la estabilidad financiera y el desempeño de una economía donde bajo un esquema basado en resolución de costos de agencia (inspirado en el enfoque de Jensen y Meckling 1976) desarrollan sobre el impacto del endeudamiento corporativo, la generación de ahorro propio y la elección de los instrumentos de financiamiento. En el mismo sentido se encuentra el trabajo de Greenwald y Stiglitz (1993) donde plantean un modelo de interacción entre el ciclo de negocios y los tipos de instrumentos de financiamiento utilizados, pero desde un enfoque de asimetría de información, y en los cuales bajo dicha condición el contrato de deuda se revela eficiente¹. Kiyotaki y Moore (1997) construyen un modelo económico dinámico donde se resalta el valor de los activos que actúan como colaterales de deuda y su influencia en los ciclos de negocios. Más recientemente Gray, Merton *et. al.* (2003) exponen un marco de análisis de las interacciones cruzadas de crédito y manejo del riesgo agregado entre participantes en una economía a partir del enfoque de derechos contingentes ("contingent claim analysis") donde el mismo les permite arribar a conclusiones relacionadas a un manejo eficiente del riesgo en el agregado del sistema financiero.

Las referencias expuestas consideran estructura de financiamiento y elección de instrumentos en el agregado, pero la literatura al respecto se origina en el análisis desde el punto de vista corporativo a partir del trabajo pionero de Modigliani y Miller (1958) que sirve como punto de partida para el estudio formal de las finanzas corporativas. En dicho trabajo los autores plantean su teorema de irrelevancia de la fuente de financiamiento que se revela válido bajo ciertas condiciones.; cuando las mismas comienzan a ser relajadas es donde adquieren relevancia diferentes instrumentos dentro del financiamiento corporativo². Consideraciones relacionadas a regulación impositiva

¹ Rajan y Zingales (1998) elaboran una metodología ingeniosa para medir el desarrollo del sistema de intermediación financiera, haciendo distinción para las empresas entre mercado interno de capitales y mercado externo de capitales.

² Cualquier libro de texto avanzado de finanzas corporativas proporciona una buena explicación.

tanto a nivel corporativo como a nivel individual (Miller 1977 y DeAngelo y Masulis 1980), costos de transacción derivados de procesos de quiebra (Stiglitz 1969), efectos de clientela (Allen y Gale 1988), problemas de agencia (Jensen y Meckling 1976 ya citado) y asimetrías de información en los mercados financieros (Leland y Pyle 1977 y Stiglitz y Weiss 1981) entre otros dentro de una abundante literatura³ (ver Myers 1977 y 1984, etc.), son de utilidad para explicar los motivos por los cuales las firmas pueden elegir un tipo de instrumento de financiamiento respecto de otro al llevar adelante sus inversiones y financiar el proceso de formación de capital.

Los fundamentos respecto a la toma de decisiones de inversión es expuesto en Fisher (1930) y Hirschleifer (1958), donde el agente decide las mismas en función de comparar el valor presente del producto generado por las mismas respecto de su costo de emplazamiento⁴. Myers (1977) al analizar la capacidad de endeudamiento de una firma es el primero en notar en el contexto de inversiones reales que el total de activos de una empresa está compuesto por capital instalado y por opciones de crecimiento futuro, asemejándose estas últimas en su función de repago a opciones de compra ("calls") sobre el valor de flujos de producto futuro generado por las inversiones reales. McDonald y Siegel (1984, 1985 y 1986) desarrollan estudios donde exponen las analogías entre las funciones de repago de opciones financieras y las equivalentes para cierto tipo de inversiones en activos reales (tales como opciones de crecimiento, opciones de espera y opciones de abandono de inversiones). Este enfoque es apropiadamente expuesto en un libro de Dixit y Pindyck (1994) donde muestran como la incertidumbre puede afectar reglas de inversiones hasta ese momento consideradas como garantizadas bajo la metodología de evaluación por flujo de fondos descontados ajustados por riesgo. Mas recientemente, esta corriente de la literatura ha sido alimentada con trabajos de Trigeorgis (1988, 1997), Kulatilaka (1992, 1995^a) entre otros, a los que se suman nuevas vías de investigación, tales como aplicaciones en teoría de juegos por Grenadier (2000) y en teoría organizacional por Kulatilaka (2001).

Finalmente, en lo que respecta a literatura relevante para la presente tesis, se encuentra desde otra línea de investigación una creciente literatura acerca de "cascadas informacionales" y modelos de agregación de información y aprendizaje social

³ A los efectos de una descripción detallada de las diferentes teorías explicando los determinantes de las fuentes de financiamiento óptimas, ver Harris y Raviv (1991a).

⁴ Este tipo de metodología de valuación es complementada por los modelos diseñados por Black y Sholes (1973) y Merton (1973) que derivan una fórmula cerrada para valorar (bajo ciertas condiciones)

asociados a conceptos tales como economía de conductas y "comportamientos de manada", donde los agentes poseen información asimétrica e imperfecta, y aprenden acerca de la verdadera naturaleza de los eventos cotejando su set de información con el set que surge del comportamiento del resto de los agentes. Estos temas han sido tratados por Banerjee (1992), Ellison y Fudenberg (1993), Caplin y Leahy (1994) y Gale (1996) entre otros.

El trabajo a desarrollar

En la estructura de exposición de las referencias y de la literatura hecha precedentemente se expone investigación relacionada con volatilidad estructural del producto de una economía, estructura de financiamiento, instrumentos de financiamiento, y decisiones de inversión en contextos de incertidumbre y agregación de información.

En base a esta línea de exposición, es el objetivo de la presente tesis desarrollar un enfoque que permita apreciar desde el punto de vista macroeconómico las consecuencias que tiene la volatilidad de la tasa de crecimiento del producto de una economía sobre las decisiones de inversión en el agregado, sobre la estructura de financiamiento de la economía y sobre las decisiones de inversión y de abandono en contextos de agregación de información. Para ello se divide la exposición en tres capítulos, cada uno enfocado especialmente hacia uno de los puntos argumentales expuestos.

En el primer capítulo se comienza con evidencia empírica sobre volatilidad en la tasa de crecimiento de una muestra suficientemente amplia de países en el tiempo; luego se propone un modelo estilizado que relaciona dicho estimador al proceso de formación de capital a través de las inversiones y el valor de mercado de las mismas, formalizando dicha interacción propuesta a través de un análisis cuantitativo de relación entre volatilidad en tasas de crecimiento y volatilidad en índice de precios de acciones (como una aproximación del valor de mercado del capital).

El desarrollo del segundo capítulo apunta al estudio de la estructura de financiamiento agregada de la economía en su conjunto a partir de la evidencia de volatilidad en el

inversiones con características de opciones financieras; Cox, Ross y Rubinstein (1979) contribuyen a la literatura incorporando el concepto de metodología de valuación en entornos neutrales al riesgo.

valor del stock de capital, aplicando herramientas y conceptos derivados de las finanzas en general, y de las finanzas corporativas en particular en lo que respecta a la aplicación del enfoque de derechos contingentes asociado a la estructura de financiamiento del capital. Con dicho objetivo se sigue la línea de investigación en macroeconomía que enfoca acerca del eventual impacto en la economía del tipo de instrumentos de financiamiento utilizados en el agregado.

Finalmente, el tercer capítulo desarrolla consideraciones en los enfoques de tomas de decisiones de inversión y de abandono de inversiones respecto a procesos de agregación de información y falta de coordinación, utilizando herramientas de opciones reales e introduciendo conceptos de observación imperfecta de precios de activos sujeta a entornos de agregación de información privada.

II. UN MODELO DE RELACION ENTRE VOLATILIDAD EN TASAS DE CRECIMIENTO DEL PRODUCTO Y VOLATILIDAD EN EL PRECIO DEL STOCK DE CAPITAL

1. Introducción

La interrelación entre el desarrollo del sistema financiero y el crecimiento de una economía es objeto de estudio. Entre los trabajos mas relevantes se encuentra a Levine (1997), Miller (1998), y Rajan y Zingales (1998), que en general proponen y encuentran evidencia de una relación positiva entre el grado de desarrollo del sistema de intermediación financiera y el crecimiento de la economía; uno de los trabajos pioneros en este tipo de medición es el de Levine y Zerbos (1998), del que surge entre otros, dos aspectos interesantes, por un lado la significatividad estadística de la intermediación financiera al explicar el desarrollo, y por el otro la evidencia estadística que tanto el sistema de bancos como el mercado de capitales son significativos individualmente al explicar desarrollo, evidencia de la que los autores interpretan que ambos cumplen funciones diferentes dentro de la economía.

Se encuentra también una línea de investigación sobre volatilidad estructural del producto de una economía y su relación con el marco institucional y el sistema financiero en su conjunto. Caballero y Krishnamurty (1998) relacionan las crisis o períodos de alta volatilidad con insuficiencia de colateral (inicialmente externo que produce efectos en el colateral interno), punto también tratado en Caballero y Krishnamurty (2001), mientras que Caballero (2000a y 2000b) expone evidencia de volatilidad en Latinoamérica (tratando tres casos de estudio), vinculando la misma a vínculos internacionales débiles y subdesarrollo del sistema financiero doméstico, lo que hace a la economía sensible a cambios en los movimientos de capitales internacionales. Este tipo de consideraciones ha sido tratado por Calvo (1998) relacionando los flujos de capitales internacionales y el saldo de la cuenta corriente de la economía doméstica, y la vulnerabilidad que se manifiesta a partir de dicha situación en economías altamente dependientes del crédito externo donde súbitas reversiones en el sentido de los movimientos de capital pueden dar lugar a crisis financieras y de tipo de cambio. De manera mas reciente Ridditz (2003) relaciona volatilidad del PBI per cápita

con liquidez del sistema financiero, encontrando evidencia que una mayor liquidez tiende a atenuar la volatilidad.

En base a esta literatura, y en base a evidencia empírica, es el objetivo de este capítulo presentar una comparación a nivel internacional de volatilidad de tasas de crecimiento para diferentes economías, y a partir de allí proponer un modelo que relacione el crecimiento de la economía con el valor de mercado del stock de capital y su influencia en la formación del stock del mismo, y el impacto que tiene la volatilidad en las decisiones de inversión. En la parte final se proporciona un modelo cuantitativo utilizando técnicas de regresión sobre series históricas de datos para medir una potencial relación entre la tasa de variabilidad del valor de mercado del stock de capital (aproximando a través del índices de precios de acciones) y de la variabilidad de la tasa de crecimiento de la economía.

2 Análisis de series de datos sobre tasa de crecimiento del producto para diferentes economías

El primer análisis es relativo al comportamiento dinámico de la variable de producto real Q (o alternativamente PBI) para diferentes economías considerando un período de tiempo extenso. En general los estudios del producto se focalizan principalmente en la tasa de crecimiento del mismo, sea a nivel agregado o a nivel del producto per cápita; por ello en el desarrollo de este capítulo es la intención proponer un análisis de no solo dicho promedio, sino también del grado desviación estándar o volatilidad de dicha tasa. A esos efectos se toman estadísticas de PBI (GDP Volume con base 1995 = 100) del Fondo Monetario Internacional (FMI), desde 1970 a 2001¹. De dichas series filtro dos parámetros, la tasa de crecimiento promedio del PBI, y la volatilidad o variabilidad asociada a dicha tasa de crecimiento. Una mayor volatilidad o variabilidad puede ser indicativo de una economía mas incierta o poco estable, que alcanza tasas muy altas o muy bajas de crecimiento. A los efectos de exponer los resultados comparativos respecto de dicho parámetro de estudio, agrupo los países en cuatro regiones representativas de distribución geográfica y relevancia internacional: I - países industrializados (G-7), II - Europa, III- América Latina y IV -Asia Pacifico.

¹ 2000 en el caso que la última observación no esté disponible en la base de datos analizada.

La siguiente tabla expone los resultados para tres períodos de tiempo superpuestos: de 1970 a 2001, de 1985 a 2001, y de 1990 a 2001:

Tabla 1 Cuadro Comparativo de volatilidad en la tasa de crecimiento del PBI

	Volatilidad Estimada 1970- 2001	Volatilidad Estimada 1985- 2001	Volatilidad Estimada 1990- 2001		Volatilidad Estimada 1970- 2001	Volatilidad Estimada 1985- 2001	Volatilidad Estimada 1990- 2001
I - PAISES INDUSTRIALIZADOS G-7				III - LATINOAMERICA			
Alemania*	2.7%	3.1%	3.8%	Chile	6.2%	3.3%	3.6%
Japon*	2.6%	2.5%	2.3%	Ecuador*	5.9%	4.1%	3.3%
Canada	2.3%	1.9%	2.1%	Peru*	5.7%	6.5%	4.7%
Estados Unidos	2.2%	1.3%	1.5%	Argentina	5.2%	5.8%	5.4%
Reino Unido	2.1%	1.7%	1.6%	Venezuela*	4.5%	4.9%	4.7%
Italia*	1.9%	1.1%	1.1%	Brasil*	4.3%	2.6%	2.1%
Francia	1.5%	1.3%	1.2%	Uruguay*	4.2%	3.7%	3.7%
				Paraguay*	4.0%	2.1%	1.7%
II - EUROPA				Mexico	3.8%	3.4%	3.6%
Portugal*	3.2%	2.2%	2.1%	Bolivia	3.0%	2.4%	1.7%
Irlanda*	2.9%	2.9%	3.1%	Colombia	2.7%	2.8%	3.1%
Espania*	2.2%	1.7%	1.7%				
Suiza	2.2%	1.5%	1.4%	IV - ASIA PACIFICO			
Dinamarca*	2.1%	1.6%	1.5%	Hong Kong*	4.8%	4.4%	3.8%
Holanda	2.0%	1.8%	2.0%	Tailandia*	4.4%	5.6%	6.0%
Austria	1.9%	1.1%	1.2%	Indonesia*	4.3%	5.1%	6.2%
Suecia*	1.9%	2.0%	2.4%	Malasia*	4.1%	5.0%	5.0%
Noruega*	1.8%	1.6%	1.4%	Corea	3.9%	4.3%	4.7%
				China*,**	3.3%	3.4%	3.0%
				India*	3.1%	2.0%	2.0%
				Nueva Zelandia*	2.8%	2.7%	2.4%
				Australia	1.9%	1.7%	1.9%

Fuente: Elaboración propia en base a estadísticas de FMI

* datos hasta 2000; ** datos desde 1978

Se observa de la tabla que las economías latinoamericanas y las asiáticas poseen niveles de volatilidad mas altos en la tasa de crecimiento de su producto que las economías industrializadas y de Europa. Asimismo, por diferencia entre las columnas, se observa economías que han experimentado períodos turbulentos de 1970 a 1985, para luego estabilizarse en tasas de crecimiento mas estables. En otros casos la volatilidad es razonablemente constante en los tres períodos considerados. Un caso interesante observado es el de Chile; tiene alta tasa de volatilidad en la primera serie, pero la misma cae a partir de 1985 de manera significativa². De manera similar se comporta la economía brasileña. Los casos de Tailandia e Indonesia representan el caso inverso, son muy estables en la serie de 30 años, pero muy volátiles en la serie de los 90' (algo similar sucede con la mayoría de las economías asiáticas consideradas) reflejando quizá el período turbulento de crisis que enfrentaron en 1997. Un caso especial es el de la economía argentina (que se encuentra encuadrado) donde el indicador de volatilidad es

² Producto quizá de las reformas estructurales emprendidos durante la década de los '80.

estable, pero muy alto en relación al resto, lo que refleja que de manera continua la economía argentina ha experimentado tasas de crecimiento significativamente inciertas.

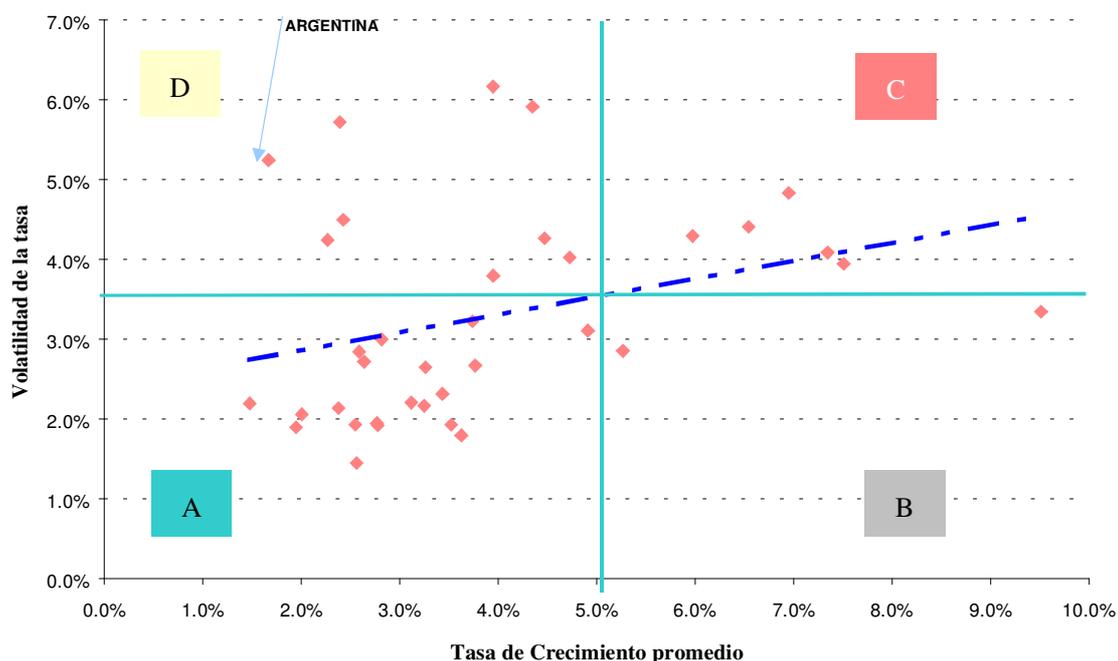
Tomando como punto de partida esta comparación con respecto a las tasas de volatilidad del crecimiento, la misma puede ser complementada con el indicador de crecimiento promedio de la economía. Estos dos parámetros de cada economía se pueden mapear en un gráfico, donde el eje horizontal mida tasa de crecimiento promedio, y el eje vertical refleje el grado de variabilidad de dicha tasa. Asimismo, a los efectos de exposición, se puede separar el gráfico en cuatro secciones reflejando:

- bajo crecimiento promedio - baja volatilidad (sección A),
- alto crecimiento promedio - alta volatilidad (sección C),
- alto crecimiento promedio- baja volatilidad (sección B),
- bajo crecimiento promedio- alta volatilidad (sección D).

Si se considera la tasa de crecimiento en sentido positivo, y la tasa de volatilidad o incertidumbre de manera negativa (por la imprevisibilidad que genera en cuanto a las verdaderas realizaciones), se puede ensayar que condiciones atractivas de inversión asociadas a los agregados de la economía, y por ende de incremento del stock de capital y de la capacidad de crecimiento, implican que una mayor volatilidad en la tasa de crecimiento del producto de la economía sería consistente con una mayor tasa de crecimiento promedio de la misma³. En consecuencia los segmentos donde se espera se agrupen en equilibrio las economías son los sectores A y C por ser consistente los indicadores de crecimiento promedio con los indicadores de volatilidad. El segmento mas atractivo vendría dado por la sección B, donde los indicadores evidenciarían economías con altas tasas de crecimiento promedio con gran estabilidad de las mismas; finalmente, el segmento residual desde el punto de vista de la inversión macroeconómica sería el D, ya que expone economías con bajas tasas de crecimiento promedio pero con alta tasa de volatilidad.

Exponiendo esta información, en el siguiente gráfico se observan los resultados para la serie desde 1970 a 2001 (donde se expone también una recta de tendencia que permite observar la relación positiva entre tasa de crecimiento promedio y volatilidad de la tasa en el agregado de indicadores de países):

Gráfico 1 Relación de Volatilidad de tasas de crecimiento de PBI y tasa de crecimiento promedio - Período 1970 -2001



cuyos resultados son expresados en la siguiente tabla:

Tabla 2 Agrupación de Países en secciones Período 1970 - 2001

Período 1970 - 2001				
Baja Volatilidad y Bajo Crecimiento		Alta Volatilidad y Bajo Crecimiento	Baja Volatilidad y Alto Crecimiento	Alta Volatilidad y Alto Crecimiento
Alemania	India	Argentina	China	Corea
Australia	Italia	Brasil*	Irlanda	Hong Kong
Austria	Japon	Chile		Indonesia
Bolivia	Noruega	Ecuador*		Malasia
Canada	Nueva Zelandia	Mexico		Tailandia
Colombia	Portugal	Paraguay		
Dinamarca	Reino Unido	Peru		
España	Suecia	Uruguay		
Estados Unidos	Suiza	Venezuela		
Francia				
Holanda				

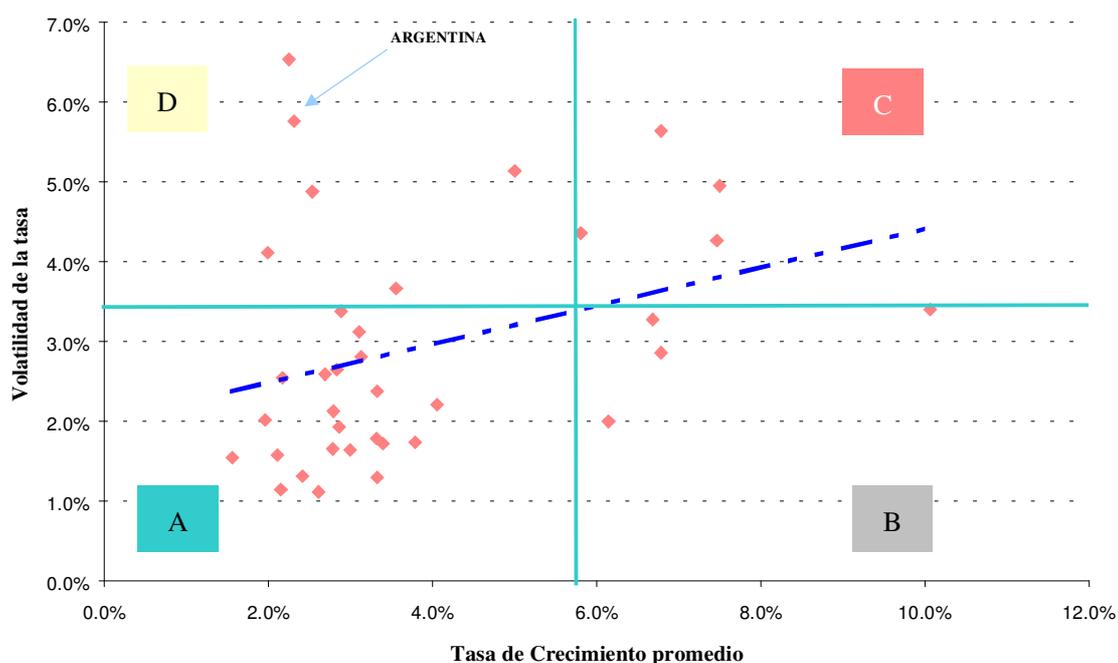
El factor de correlación a partir de la recta de tendencia entre los dos parámetros para el conjunto de las economías analizadas es de 0.3244. Se observa que las economías

³ Un enfoque muy simple de riesgo retorno aplicado a la inversión agregada en la economía.

desarrolladas se encuentran principal y previsiblemente en el segmento de bajo crecimiento promedio y baja volatilidad, mientras que el sector de alto crecimiento promedio y alta volatilidad en este periodo de 30 años es ocupado principalmente por las economías del sudeste asiático. En el segmento mas atractivo (alto crecimiento promedio - baja volatilidad) se encuentran Irlanda y China; finalmente, el segmento de bajo crecimiento promedio y alta variabilidad agrupa en su mayoría a las economías latinoamericanas.

Considerando desde 1985, los resultados mapeados evidencian de acuerdo al siguiente gráfico:

Gráfico 2 Relación de Volatilidad de tasas de crecimiento de PBI y tasa de crecimiento promedio - Periodo 1985 - 2001



En este segmento de tiempo el factor de correlación para el conjunto de las economías analizadas entre los parámetros de volatilidad y tasa de crecimiento promedio expuesto a través de la recta de tendencia es de 0.3320, consistente con el obtenido anteriormente. Del gráfico se observa que los principales resultados se mantienen, evidencia expuesta mas abajo en Tabla 3. El segmento potencialmente mas atractivo rotulado como B ubica adicionalmente en este período a las economías de Chile y de la India, que se suben al lote de alto crecimiento promedio y baja volatilidad. La mayoría de las economías

latinoamericanas se ubican en bajo crecimiento promedio, con algunas con altas tasas de volatilidad y otras con bajas tasas (como el caso de Brasil, que evidencia una tasa de volatilidad menor en este período). De las economías asiáticas, Indonesia se ubica también en este segmento D.

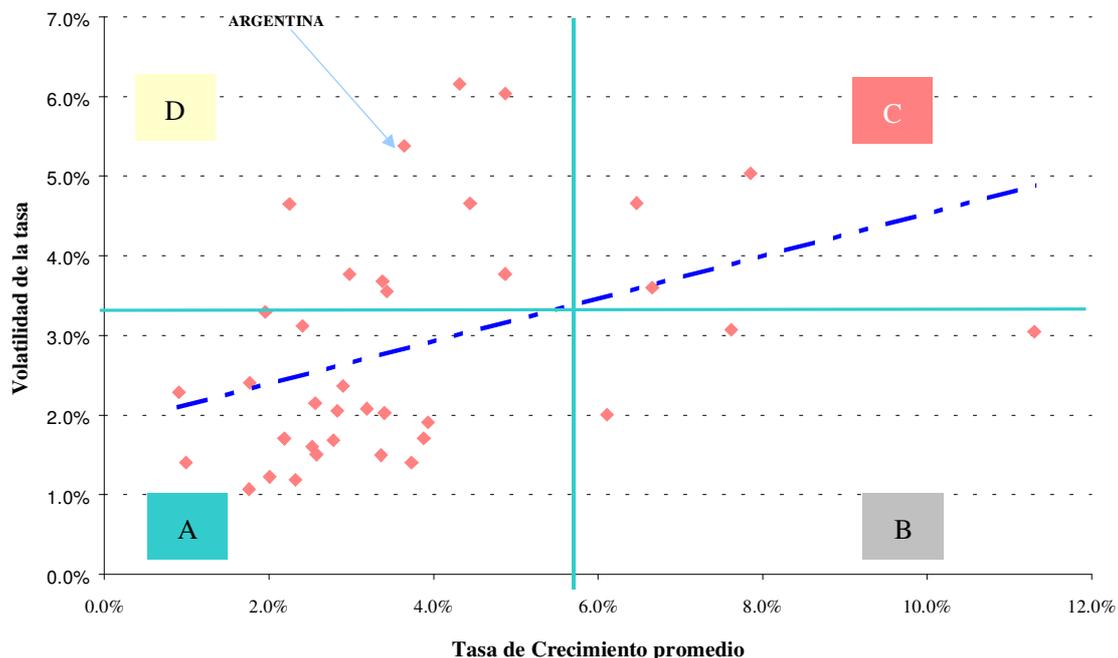
Tabla 3 Agrupación de Países en secciones Período 1985 - 2001

Período 1985 - 2001				
Baja Volatilidad y Bajo Crecimiento		Alta Volatilidad y Bajo Crecimiento	Baja Volatilidad y Alto Crecimiento	Alta Volatilidad y Alto Crecimiento
Alemania	Holanda	Argentina	Chile	Corea
Australia	Italia	Ecuador	China	Hong Kong
Austria	Japon	Indonesia	India	Malasia
Bolivia	Mexico	Peru	Irlanda	Tailandia
Brasil	Noruega	Uruguay		
Canada	Nueva Zelandia	Venezuela		
Colombia	Paraguay			
Dinamarca	Portugal			
España	Reino Unido			
Estados Unidos	Suecia			
Francia	Suiza			

La economía argentina en ambas mediciones se encuentra en el segmento de bajo crecimiento promedio y alta volatilidad de dicha tasa, siendo la medición de este último parámetro relativamente alta con respecto al resto, aspecto ya resaltado anteriormente en Tabla 1.

Finalmente la última serie expone los estimadores de crecimiento promedio y de volatilidad para el período que va desde 1990 hasta 2001. Existen algunos cambios de posiciones, motivados principalmente porque el mismo es un período turbulento para las economías asiáticas (se debe recordar que hubo crisis cambiaria y bancaria durante 1997 en dicha región del globo). Nuevamente se procede a mapear los parámetros en un espacio de tasa de crecimiento promedio en el eje horizontal y de volatilidad de la tasa de crecimiento en el eje vertical, y los resultados se exponen en el siguiente gráfico:

Gráfico 3 Relación de Volatilidad de tasas de crecimiento de PBI y tasa de crecimiento promedio - Periodo 1990 - 2001



dando lugar a la siguiente tabla de observaciones según su ubicación en los segmentos:

Tabla 4 Agrupación de Países en secciones Período 1990 - 2001

Período 1990 - 2001				
Baja Volatilidad y Bajo Crecimiento		Alta Volatilidad y Bajo Crecimiento	Baja Volatilidad y Alto Crecimiento	Alta Volatilidad y Alto Crecimiento
Australia	Holanda	Alemania	China	Chile
Austria	Italia	Argentina	India	Corea
Bolivia	Japon	Hong Kong	Irlanda	Malasia
Brasil	Noruega	Indonesia		
Canada	Nueva Zelandia	Mexico		
Colombia	Paraguay	Peru		
Dinamarca	Portugal	Tailandia		
Ecuador	Reino Unido	Uruguay		
España	Suecia	Venezuela		
Estados Unidos	Suiza			
Francia				

Para este segmento de tiempo el factor de correlación entre los parámetros de volatilidad y tasa de crecimiento promedio expuesto a través de la recta de tendencia es de 0.3985, superior a los obtenidos en los dos segmentos de tiempo previos. De los

datos expuestos para este período considerado (1990 - 2001) surgen que: la economía chilena se mantiene con altas tasas de crecimiento pero con evidencia de volatilidad mas alta (esto puede venir originado por efecto de contagio de crisis externas tales como la asiática); las economías asiáticas pierden su ritmo de crecimiento pero mantienen altas tasas de volatilidad (nuevamente, el efecto de la crisis asiática se puede ver reflejado en estos indicadores); la economía brasileña dentro de las latinoamericanas se mantiene en el segmento A; la economía alemana evidencia una mayor tasa de volatilidad (producto quizá de la unificación alemana); y con respecto a la economía argentina, no obstante se observa una mayor tasa de crecimiento promedio (resultado probable de la implementación de un plan económico a durante los ' 90) que eventualmente podría compensar la alta volatilidad que sigue manifestando, dicha tasa no es suficiente para sacar el indicador del segmento D hacia el segmento C, lo que mantiene dicha observación en el segmento de bajo crecimiento promedio y alta volatilidad, manteniendo este último indicador un nivel relativamente alto.

Resumiendo, se observa:

- el grupo de países industrializados evidencia menores indicadores de volatilidad de su tasa de crecimiento en las distintas observaciones. En este grupo es significativo el caso de Irlanda, con muy baja volatilidad y altas tasas de crecimiento.
- el grupo de países de América Latina expone evidencia de alta volatilidad en sus tasas de crecimiento, al igual que el grupo de países de Asia Pacífico, ambos rotulados en el presente trabajo como mercados emergentes⁴, evidencia consistente con Caballero (2000^a y 2000b) y Ridditz (2003), aunque este último en volatilidad del PBI per capita⁵. Chile y Brasil son dos casos interesantes que en el tiempo se han movido hacia el segmento rotulado como D.
- Argentina tiene sistemáticamente en las tres mediciones una volatilidad entre las mas altas de América Latina (no directamente vinculada a alta tasa de crecimiento).

⁴ Ridditz (2003) encuentra evidencia de volatilidad utilizando el PBI per cápita y de influencia de la liquidez en la volatilidad como consecuencia del subdesarrollo del sistema financiero. En este caso utilizo PBI agregado porque el objetivo de análisis es la inversión agregada y en el capítulo III su estructura de financiamiento.

⁵ En el presente trabajo utilizo PBI agregado y no per cápita debido que considero que en el análisis del financiamiento estructural es relevante considerar el agregado.

Sin entrar a desarrollar sobre los determinantes de dicha volatilidad para el caso argentino⁶ o en su conjunto para Latinoamérica, es el objetivo de este capítulo explorar las potenciales implicaciones que tiene esta evidencia sobre decisiones de inversión en el agregado y el eventual impacto sobre la volatilidad en el precio del stock de capital agregado a través del mercado de capitales (aspecto que se tratará en el presente capítulo y en el cuarto), y arquitectura de financiamiento e instrumentos que se utilizan (que será motivo de análisis en el tercer capítulo).

3 Un modelo estilizado de la relación dinámica entre la tasa de crecimiento de la economía y el valor agregado del stock de capital

La economía produce un output agregado Q_t en un período de tiempo a partir de la utilización de distintos recursos. Entre los mismos se encuentra el stock de capital K , de forma que el output puede ser definido como una función del mismo y del resto de factores involucrados en el proceso de producción de bienes y servicios:

$$Q_t = f(K_{t-1}, \Phi) \quad (1)$$

donde Φ representa el set del resto de factores (tales como trabajo, tecnología, etc.)⁷. Conforme lo generalmente aceptado en la literatura, la derivada primera y segunda de Q con respecto a K (manteniendo Φ constante) son positiva y negativa respectivamente. El stock de capital en cada momento está dado, siendo la inversión I_t la variable de flujo que lo incrementa ajustando el nivel del mismo de acuerdo a las necesidades de capital del output⁸ según (1). Tomando un set Φ como dado, el nivel de output óptimo producido de manera eficiente conforme a (1) es consistente con un stock de capital que denominaré K^* , y la variable de inversión permite ajustar en el tiempo el nivel de capital actual K hacia dicho óptimo, por lo que defino la inversión como el incremento en el tiempo del stock de capital de la economía:

$$I_t = K_t - K_{t-1} - \pi K_{t-1} \quad (2)$$

⁶ Para un análisis de causas de volatilidad macroeconómica estructural, ver Caballero (2000).

⁷ En línea con los modelos neoclásicos de crecimiento.

donde π representa la tasa de depreciación del stock de capital existente y (2) dice que el stock de capital cambia por unidad de tiempo cuando la inversión bruta I^9 supera la tasa de depreciación del capital πK^{10} . Cambios en las expectativas de crecimiento pueden hacer cambiar el stock de capital óptimo K^* necesario en la economía, y dado que el stock de capital real es fijo en cada momento del tiempo y no puede pegar saltos para ajustarse a dichos cambios¹¹ sino que lo hace de manera gradual a través de la inversión y la depreciación, se hace relevante introducir una variable de precio real "sombra" del stock de capital, que permite absorber de manera instantánea todos los desequilibrios que puedan surgir entre variaciones en el nivel de capital observado y el nivel de capital óptimo hasta tanto la inversión ajusta dicha diferencia, dando lugar a una variable V de valor real de mercado del capital instalado.

Tobin (1969) introdujo la magnitud q , definida como el ratio del "valor de bienes de capital o de derechos sobre los mismos" respecto a "su costo de reposición", lo que ha derivado en un concepto central en la teoría ortodoxa de inversión. La idea es que si este ratio excede la unidad, la empresa puede incrementar su valor de mercado a través de incrementar su stock de activos o recursos. De esta manera, se debiera ver una firma o economía invirtiendo cuando su ratio q es mayor a 1, y abandonando o depreciando sus inversiones cuando es menor. Mas aún, se puede obtener una aproximación del q agregado de la economía a través de observar el valor de mercado de las firmas en una industria o en una economía, con respecto al costo de reposición de su capital. En la misma línea que para la firma en particular, se debiera ver que el nivel agregado de inversión se encuentra positivamente relacionado al ratio q de la economía. Visto de esta manera, el numerador de q es el valor de mercado de los activos existentes:

$$V_t = q_t * K_{t-1} \quad (3)$$

La regla tradicional marshalliana de inversión plantea invertir si $V > K$ o lo que es similar, si $\Delta V > \Delta K = I$ ($q > 1$ conforme a (3))¹². Sin embargo, no deben dejarse de lado

⁸ En Anexo A se puede observar la relación histórica de producto a stock de capital neto para la economía argentina que ha tenido un promedio de 0.30 con una desviación estándar de 0.02 (bastante estable).

⁹ La variable inversión está definida como inversión bruta.

¹⁰ En adelante omitiré este término lo que no afecta los resultados propuestos.

¹¹ Obstfeld y Rogoff (1996) incorporan analíticamente costos de ajuste en la acumulación de capital para exponer la falta de adecuación instantánea del stock de capital, lo que da lugar a la variable q .

¹² Fisher (1930) y Hirschleifer (1958) proporcionan fundamentos a la teoría de la inversión.

los argumentos planteados por Dixit y Pyndick (1994)¹³, donde se deben tener en cuenta consideraciones relativas a la existencia de incertidumbre en los valores V e irreversibilidad de las inversiones I (ver el desarrollo del anexo B¹⁴). En base a estas características, los autores exponen que la decisión de inversión puede ser asimilada a una opción de compra de un activo valorizado en V y con un precio de ejercicio de I , que adquiere un valor W ¹⁵ dado por la posibilidad de esperar frente a la incertidumbre y la potencial irreversibilidad de la inversión, y donde el valor W se deriva del valor del activo subyacente V de la forma $W(V)$. En consecuencia, tomar una decisión de comprometer capital I implica eliminar el valor de la opción de espera, que debe ser añadido al costo de inversión o sustraído del valor del proyecto, por lo que la opción de espera genera un costo de oportunidad $W(V)$ que al ser añadido a la inversión provocará que mientras V fluctúa, habrá períodos de tiempo donde q excede la unidad sin atraer inversiones ya que el valor V debe ser lo suficientemente alto para repagar no solo el costo de la inversión I sino también el costo de la opción de espera $W(V)$ originado en cuestiones relacionadas a incertidumbre e irreversibilidad en las inversiones, de la forma $V \geq I + W(V)$ ¹⁶ o alternativamente $V - W(V) \geq I$. La variable q entonces gatilla los procesos de inversión que tienden a modificar el stock de capital en el tiempo¹⁷, siendo el nivel de capital y el proceso de inversión que lo modifica una función del precio q de la forma¹⁸:

$$K = K(q) \tag{4}$$

donde

$$\frac{\partial K}{\partial q} = K' > 0 \tag{5}$$

¹³ El nivel de costo de oportunidad de la inversión no está dado solamente por la tasa r , sino que se agrega una extratasa por el costo de oportunidad del derecho de espera que se pierde al realizar la inversión.

¹⁴ En el proceso de análisis se desarrollan nociones de opciones financieras aplicadas a entornos de inversiones reales, conocido dentro de la literatura como opciones reales, para un detalle de la literatura asociada a las mismas ver la introducción del capítulo IV de esta tesis.

¹⁵ Cuyo valor bajo ciertas condiciones es derivado en anexo B.

¹⁶ Es fácil observar que si no existiese incertidumbre ni irreversibilidad, el valor de $W(V)$ sería de cero, remitiendo a la regla tradicional de inversión $V \geq I$.

¹⁷ En el anexo B se detallan las condiciones y los límites para los cuales las subas y bajas de la variable q se transforman de manera efectiva en procesos de inversiones o desinversiones respectivamente.

¹⁸ En anexo E se expone evidencia para la economía argentina de relación entre el precio de mercado de capital (medido por un estimador dado por el índice de acciones) y el proceso de inversión agregada.

Estas relaciones indican que el stock de capital debiera ajustarse de manera positiva al incremento de su precio real q a través del proceso de inversión. Se define esta variable q como dependiente del nivel de producto real esperado de la economía¹⁹, de la forma:

$$q = q(Q^e)^{20} \quad (6)$$

donde Q^e representa el nivel de producto esperado dando una medida de las posibilidades de consumo futuras. La función q posee las siguientes características:

$$\frac{\partial q}{\partial Q^e} = q' > 0 \quad (7)$$

y

$$\frac{\partial^2 q}{\partial Q^{e^2}} = q'' > 0 \quad (8)$$

Se define la dinámica de cambio de la variable Q^e a través del siguiente proceso de Brown:

$$dQ^e = \mu_g Q^e dt + \sigma_g Q^e dz \quad (9)$$

¹⁹ El supuesto de trabajo es que en base a relaciones óptimas entre producto y capital, un incremento del producto esperado hace necesario contar con un mayor stock de capital, y dado que el mismo no ajusta instantáneamente, ajusta el precio del stock actual hasta tanto la inversión permite alcanzar dicho nivel (ver Anexo A de evolución del stock de capital para el caso de la economía argentina).

²⁰ A los efectos prácticos, la relación entre el crecimiento y el valor del capital puede surgir conforme se observa en el anexo D a partir de considerar el valor presente de un flujo de consumo futuro FF que crece a una tasa g constante y es descontado a una tasa k que refleja apropiadamente la clase de riesgo de dicho set de posibilidades de consumo FF. Este modelo es frecuentemente utilizado a los efectos de la valuación de activos y permite proporcionar una relación inequívoca entre crecimiento y valor de los activos de la forma:

$$V = f(g)$$

de donde se pueden derivar condiciones bajo las cuales el valor esperado y la volatilidad de V estarán asociados al valor esperado y a la volatilidad de g , y el proceso y decisión de inversión se llevará adelante o no al comparar este valor con el costo de instalación de dicha inversión.

donde μ_g es la tasa de crecimiento esperada del output, σ_g refleja la volatilidad instantánea de dicha tasa de crecimiento y dz es el incremento en un proceso de Wiener. Se puede aproximar en sentido de "mean squares" la dinámica de q partir de la dinámica de Q^e aplicando sobre la ecuación (6) el lema de Ito, haciendo uso de (7) y (8):

$$dq = q' dQ + \frac{1}{2} q' \sigma_g^2 Q^{e2} dt \quad (10)$$

y si se reemplaza en dicha ecuación dQ^e por (9) se obtiene:

$$dq = q' (\mu_g Q^e dt + \sigma_g Q^e dz) + \frac{1}{2} q' \sigma_g^2 Q^{e2} dt \quad (11)$$

y reagrupando términos:

$$dq = (q' \mu_g Q^e + \frac{1}{2} q' \sigma_g^2 Q^{e2}) dt + q' \sigma_g Q^e dz \quad (12)$$

de donde se observa el drift del proceso para dq ,

$$\mu_q = (q' \mu_g Q^e + \frac{1}{2} q' \sigma_g^2 Q^{e2}) \quad (13)$$

y su desvío instantáneo

$$\sigma_q = q' \sigma_g Q^e \quad (14)$$

dando lugar al proceso dinámico

$$dq = \mu_q dt + \sigma_q dz \quad (15)$$

donde es relevante el hecho que la variable aleatoria q tiene una tasa de volatilidad que se encuentra afectada de manera positiva por la volatilidad en la tasa de crecimiento esperada del producto de la economía conforme ecuación (14).

$$\sigma_q = f(\sigma_g) \quad (16)$$

con

$$\frac{\partial \sigma_q}{\partial \sigma_g} > 0 \quad (17)$$

A través de este desarrollo se observa un concepto interesante: la volatilidad en la tasa de crecimiento esperada de la economía afecta de manera positiva la volatilidad en el precio sombra del stock de capital²¹. Habiendo encontrado un proceso dinámico para la variable q_t , es válido proponer ahora un proceso para la variable V_t conforme la ecuación (3) donde diferenciando totalmente con respecto a q a través del uso del Lema de Ito nuevamente, y haciendo caso omiso del subíndice t , se tiene:

$$dV = V' dq + \frac{1}{2} V'' \sigma_q^2 dt \quad (18)$$

de donde reemplazando las derivadas primera y segunda de V con respecto a q :

$$dV = [K + q K'] dq + \frac{1}{2} [2K'' + q K'''] \sigma_q^2 dt \quad (19)$$

y reemplazando dq de acuerdo a (15) y reordenando términos:

$$dV = [(K + q K') \mu_q + \frac{1}{2} (2K'' + q K''') \sigma_q^2] dt + [K + q K'] \sigma_q dz \quad (20)$$

dividiendo en ambos lados por V , se obtiene:

$$\frac{dV}{V} = \left[\left(\frac{K}{V} + q \frac{1}{V} K' \right) \mu_q + \frac{1}{2} \left(2 \frac{K''}{V} + q \frac{K'''}{V} \right) \sigma_q^2 \right] dt + \left(\frac{K}{V} + q \frac{1}{V} K' \right) \sigma_q dz \quad (21)$$

y reemplazando $q = V/K$ de acuerdo a (3) se tiene que:

$$\frac{dV}{V} = \left[\left(\frac{1}{q} + \frac{K'}{K} \right) \mu_q + \frac{1}{2} \left(2 \frac{K''}{qK} + \frac{K'''}{K} \right) \sigma_q^2 \right] dt + \left(\frac{1}{q} + \frac{K'}{K} \right) \sigma_q dz \quad (22)$$

²¹ Se debe recordar que todos los resultados son válidos en el contexto de las aproximaciones de "mean squares" bajo el uso del Lema de Ito.

Intuitivamente el primer término de la media de movimiento de la ecuación (22) dice que la tasa de cambio en el valor del stock de capital está compuesta por dos efectos: el efecto precio producto de cambios en las expectativas (efecto expuesto en el primer término) que se podría definir como efecto de corto plazo o instantáneo; y el efecto cantidad o volumen (efecto expuesto en el segundo término del corchete) que representa un cambio en el stock del mismo a través de la inversión, y que se podría definir como un efecto de mediano o mas largo plazo.

Haciendo uso de la ecuación de dinámica (15) derivada para dq en términos de los parámetros derivados en (13) y (14) del proceso original según (11), se obtiene:

$$\frac{dV}{V} = \left[\left(\frac{1}{q} + \frac{K'}{K} \right) \left(q' \mu_g Q^e + \frac{1}{2} q'' \sigma_g^2 Q^{e2} \right) + \frac{1}{2} \left(2 \frac{K'}{qK} + \frac{K''}{K} \right) (q' \sigma_g Q^e)^2 \right] dt + \left(\frac{1}{q} + \frac{K'}{K} \right) q' \sigma_g Q^e dz \quad (23)$$

donde se observa que en el proceso dinámico de la variable V_t , el primer término es el drift del proceso estocástico para dicha variable, mientras que el segundo es la volatilidad de dicha variable de la forma:

$$\alpha = \left(\frac{1}{q} + \frac{K'}{K} \right) \left(q' \mu_g Q^e + \frac{1}{2} q'' \sigma_g^2 Q^{e2} \right) + \frac{1}{2} \left(2 \frac{K'}{qK} + \frac{K''}{K} \right) (q' \sigma_g Q^e)^2 \quad (24)$$

y

$$\sigma = \left(\frac{1}{q} + \frac{K'}{K} \right) q' \sigma_g Q^e \quad (25)$$

o de similar manera en términos de los parámetros del proceso de q :

$$\alpha = \left(\frac{1}{q} + \frac{K'}{K} \right) \mu_q + \frac{1}{2} \left(2 \frac{K'}{qK} + \frac{K''}{K} \right) (\sigma_q Q^e)^2 \quad (26)$$

y

$$\sigma = \left[\frac{1}{q} + \frac{K'}{K} \right] \sigma_q \quad (27)$$

respectivamente, de donde la dinámica de V según (23) puede expresarse como:

$$\frac{dV}{V} = \alpha dt + \sigma dz \quad (28)$$

siendo el mismo el proceso estocástico del valor del stock de capital de la economía. Un punto relevante en el desarrollo es que la volatilidad σ se encuentra de acuerdo a las ecuaciones (14) y (25) relacionada de manera positiva con la volatilidad en la tasa de crecimiento esperada de la economía, donde una mayor volatilidad conlleva una mayor volatilidad en el valor del stock de capital. La relación de causalidad propuesta es en dicho sentido, consistente con modelos de decisiones de inversión y de valuación de activos básicos tratados por Fisher (1930) y Hirschleifer (1958) y consistente con el modelo descrito en el Anexo D. Haciendo uso de estos resultados y conforme el enfoque de opciones reales aplicadas a decisiones de inversión de acuerdo a lo que se expone en el anexo B, una mayor volatilidad o incertidumbre en el valor del stock de capital (originado en volatilidad en la tasa de crecimiento en este caso) incrementa el valor de la opción de espera $W(V)$ asociada a la decisión de inversión en el contexto $V \geq I + W(V)$, lo que lleva a que el precio del capital V (o su relación con el costo de reposición medido a través del precio real q) deba alcanzar valores mas altos (que permitan absorber el costo de liquidar la opción de espera) para gatillar decisiones de inversión (o valores mas bajos para procesos de desinversión), lo que retrasa las mismas ya que el valor V óptimo al cual es conveniente ejercer la opción de inversión (V^* conforme a ecuaciones B.24 y B.25 en anexo B, que incluye el costo de liquidar la opción de espera) se incrementa por el efecto de la mayor volatilidad en el valor de la opción. El resultado es que V (o alternativamente q) fluctúa (hacia arriba y abajo) en un rango mas amplio sin generar inversiones o desinversiones lo que afecta el proceso de formación de capital. Este resultado del modelo permite vincular la tasa de volatilidad en el producto a las decisiones de inversión y al proceso de formación de capital en el agregado. De acuerdo a lo expuesto, en entornos de alta volatilidad el valor V del stock de capital instalado (o su precio sombra q) debe subir mas que en entornos estables (*ceteris paribus*), lo que de conforme a (6) debiera ser consistente con mayores tasas de

crecimiento esperado de la economía, a los efectos de gatillar los procesos de inversión que incrementan el stock de capital y por ende las posibilidades de producción y consumo futuros. La mayor tasa de volatilidad en el producto (que impacta de manera negativa en el proceso de inversión a través de incrementar el valor de la opción de espera $W(V)$) debe ser compensada con una mayor tasa de crecimiento esperado (que impacta de manera positiva en el valor del activo subyacente u objeto de la inversión V) para cristalizarse en inversiones, lo que brinda intuición a la evidencia comparativa internacional sobre tasa de volatilidad y tasa de crecimiento promedio expuesta en los gráficos y tablas del punto 2.

Economías que presentan altos grados de incertidumbre respecto de sus tasas de crecimiento debieran ver fluctuar mas los precios del stock de capital sin que dichas fluctuaciones se traduzcan efectivamente en decisiones de inversión en las mismas.

4 Análisis cuantitativo de la relación entre la volatilidad en la tasa de crecimiento y la volatilidad en el precio de mercado del stock de capital

Conforme los resultados obtenidos en el punto 3, una mayor volatilidad en la tasa de crecimiento del producto debiera ser consistente con una mayor volatilidad en el precio del stock de capital a partir de la relación dinámica expuesta en (22). El motivo del presente punto es evaluar esta hipótesis a la luz de la evidencia en series de datos. A tales efectos, se toman series históricas desde 1992 a 2001 (se elige este período por la disponibilidad de datos, y porque en el caso argentino antecede a la crisis de fines de 2001) de datos de índice de precios de acciones (como una aproximación del valor del stock de capital²² de la base de datos Bloomberg)) y nivel de producto bruto interno (de la base de datos del Banco Mundial) medidos a fin de cada año y en dólares corrientes para un conjunto de 41 países²³ (conforme el detalle que se expone en anexo C); con estos datos de nivel se procede a calcular la tasa de variación porcentual anual a través de la aplicación de la fórmula:

²² Es una aproximación imperfecta del valor del stock de capital, pero es un precio que surge de valuaciones y transacciones de mercados y que mejor permite aproximar dicho valor.

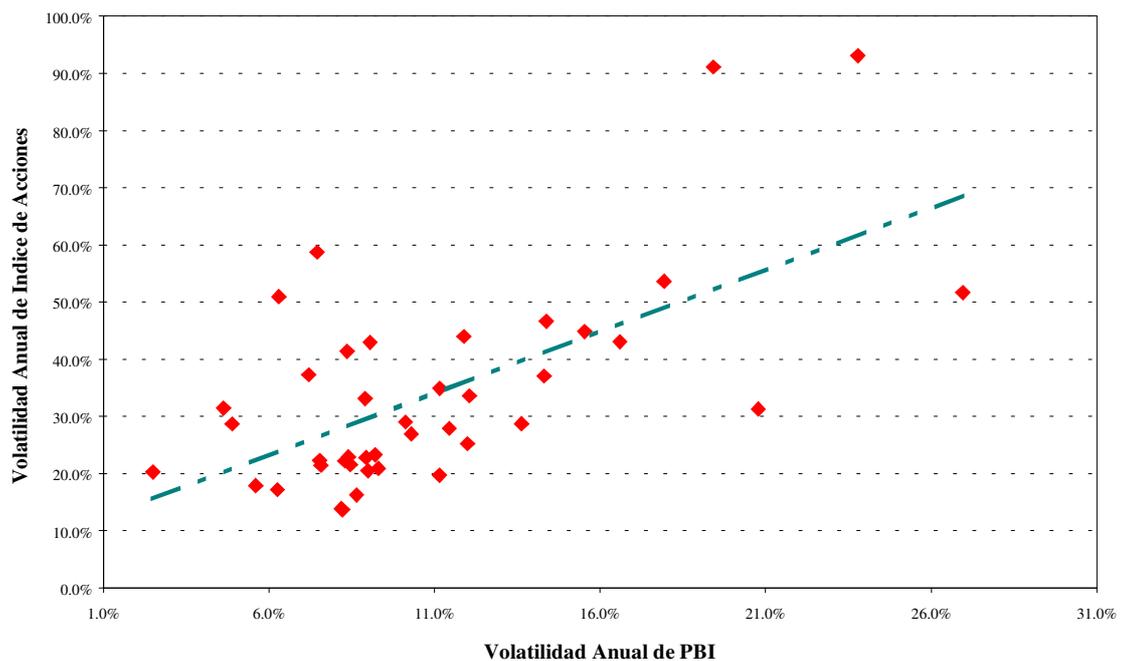
²³ Es preciso dejar establecido que el modelo del punto 3 descansa en el concepto de producto esperado, mientras que las series de datos de producto analizadas se refieren a producto realizado por la dificultad

$$R_t = X_t - X_{t-1}/X_t \quad (29)$$

de cada una de las variables, obteniéndose una transformación de los datos anteriores desde 1993 a 2001. Se calcula la desviación estándar de la variable definida en (29) para las series de tasa de cambio de producto y tasa de retorno del índice para cada uno de los 41 países, obteniendo una serie de 41 pares ordenados de volatilidades.

En el siguiente gráfico de dispersión se exponen los datos donde se ha adicionado una recta de tendencia que permite observar una relación positiva entre ambas magnitudes. De dicha inspección visual surge una primera relación positiva entre la volatilidad del índice de acciones y la volatilidad en la tasa de crecimiento del PBI.

Gráfico 4 Relación entre volatilidades anuales de tasa de crecimiento de PBI y volatilidad de índice de precio de acciones (en U\$S corrientes 1993-2001)



A los efectos de chequear de manera rigurosa esta potencial relación positiva, se procede a correr una regresión entre la volatilidad de la variación en el precio del índice contra la volatilidad en la tasa de crecimiento del PBI de la forma²⁴:

de cálculo de las primeras, por lo que las mismas deben considerarse como un estimador imperfecto de la expectativa de producto.

²⁴ A los efectos de la definición correcta del modelo, se procede a correr varias regresiones, incluyendo como regreso el tipo de cambio nominal para cada economía (ya que los valores están expresados en

$$\sigma_{\text{Retorno Índice}} = \alpha + \beta_1 \sigma_{\text{tasa PBI}} + \beta_2 D_{\text{G-7/Europa}} + \varepsilon^{25} \quad (30)$$

donde el coeficiente β_1 representa el efecto de la volatilidad de la tasa de crecimiento del producto, y el coeficiente β_2 se encuentra asociado a una variable dicotómica que adopta un valor de 1 si la economía pertenece al grupo que denominaré A (de países industrializados y Europa, e incluyendo también a Australia y a Nueva Zelanda, pero exceptúa a Grecia) y de 0 si pertenece al grupo que denominaré B (América Latina, Asia o Resto del Mundo, en consonancia con la categorización expuesta en la tabla 2). En la siguiente tabla se exponen los resultado iniciales:

Tabla 5 Modelo de Regresión por Mínimos Cuadrados Ordinarios

Variable	Coeficiente	t-Statistic	Prob.
Constante	0.21783	3.8363	0.0005
Tasa volatilidad PBI	1.80651	4.4372	0.0001
Dummy	-0.16576	-3.9133	0.0004
R cuadrado	0.59501		
R cuadrado ajustado	0.57369		
Observaciones: 41			
Test de White de Heterocedasticidad			
F-statistic Modelo Básico	4.388635	Probability	0.009703

donde de acuerdo al Test de White se rechaza la hipótesis nula de homocedasticidad, procediendo a corregir por una matriz de ponderación²⁶ bajo el método de mínimos cuadrados ponderados y corriendo nuevamente la regresión (30), se obtienen los siguientes estadísticos:

dólares corrientes para cada serie) y también agrupando Latinoamérica de manera diferente a Asia, siendo en todos los intentos imposible rechazar al 95% la hipótesis nula que los coeficiente son iguales a cero, probando ser los mismos no significativos desde el punto de vista estadístico.

²⁵ La direccionalidad de la causalidad se expone en función de los resultados expuestos en el punto anterior. Cabe mencionar que se procedió a correr un test de causalidad con los datos, considerando a tales efectos como observaciones en cada momento del tiempo el error al cuadrado de cada dato según (26) con respecto a su respectiva media, contando con un panel de datos de corte transversal y de series de tiempo de manera de poder correr un test de Granger. Testeando causalidad "a la Granger" se detecta causalidad en los dos sentidos, donde volatilidad de PBI precede a volatilidad de Índice, y viceversa, no permitiendo avanzar mas en dicho sentido que lo expuesto en el modelo.

²⁶ Para realizar el cálculo por mínimos cuadrados ponderados se estimó la matriz de covarianzas como una función del valor pronosticado para la variable dependiente de la forma $\text{varianza} = \text{constante} + \text{valor pronosticado de la variable dependiente} + \text{valor pronosticado de la variable dependiente elevado al cuadrado}$. Agradezco la colaboración y comentarios de Santiago Avellaneda en dicho sentido.

Tabla 6 Modelo de Regresión por Mínimos Cuadrados Ponderados

Variable	Coefficiente	t-Statistic	Prob.
Constante	0.32618	8.07435	0.0000
Tasa volatilidad PBI	0.84182	2.33330	0.0250
Dummy	-0.19981	-6.20218	0.0000
Unweighted Statistics			
R cuadrado*	0.532452		
R cuadrado ajustado*	0.507844		
Observaciones: 41			
* unweighted statistics			
F-statistic Modelo Ponderado	1.044933	Probability	0.384133

donde ya no existe evidencia para rechazar la hipótesis nula de homocedasticidad (el modelo se encuentra corregido por heterocedasticidad). El coeficiente de correlación al cuadrado (R^2) se encuentra por encima de 50%, el estimador del coeficiente de tasa de volatilidad del producto β_1 es positivo y significativo al 5% mientras que el estimador del coeficiente de distinción de economías β_2 es negativa y significativa al 1%, lo que proporciona evidencia en positivo respecto de la hipótesis de relación entre la volatilidad en tasa de retornos del índice de precio de acciones, y la volatilidad en la tasa de crecimiento del PBI, de la forma:

$$\sigma_{\text{Retorno Índice}} = 0.32618 + 0.84182 \sigma_{\text{tasa PBI}} - 0.19981 D_{G-7/Europa} + e \quad (31)$$

De acuerdo a (28), la volatilidad en el producto es significativa para explicar la volatilidad en el precio del agregado de acciones que se cotizan públicamente en cada uno de las economías evaluadas y por el período considerado, mientras el hecho de hacer una distinción entre economías en grupo A y grupo B en cuanto a volatilidades del precio de acciones en el agregado prueba ser significativo, con una menor volatilidad en aquellas economías incluidas en el grupo A. Conforme el procesamiento de los datos y la evidencia obtenida, existe un fundamento empírico a una potencial relación positiva entre la dispersión de los retornos en el precio del stock de capital agregado, y la dispersión de la tasa de crecimiento del PBI, lo que le da soporte a los resultados conceptuales y al modelo derivado en el punto anterior²⁷.

²⁷ No se debe perder de vista que los datos se encuentran medidos en dólares corrientes, lo que puede conllevar alguna implicancia respecto al impacto del tipo de cambio real, mas inestable en economías emergentes, a pesar de que el tipo de cambio nominal no es una variable que se haya manifestado

5 Conclusiones

En el presente capítulo se ha expuesto evidencia sobre parámetros estadísticos de dispersión (específicamente volatilidad) de la tasa de crecimiento histórica del producto real para diferentes economías. De dicha observación surge la existencia de patrones de mayor volatilidad en dicha tasa para grupos de economías, no totalmente consistentes con mayores tasas de crecimiento promedios. Entre dichas economías se encuentra la Argentina, con valores significativamente altos de manera histórica para dicho parámetro. Esta evidencia conlleva consideraciones respecto del proceso de formación de capital y de inversiones para lo que, a los efectos de su análisis, se procede a desarrollar un modelo estilizado de interacción entre la volatilidad en la tasa de crecimiento esperada y tasa de volatilidad en el precio del stock de capital, donde dicha relación surge como positiva. De dicho modelo surge que mayores niveles de volatilidad en la tasa de crecimiento esperada (utilizando como aproximación la tasa histórica) serían consistentes con mayores niveles de volatilidad en el precio del stock de capital. De dicho desarrollo surgen consideraciones respecto de la decisión en el agregado del proceso de incremento de capital o inversiones. Esta decisión de inversión puede ser enfocada (a través de la literatura de opciones reales) como la valuación de una opción de espera (cuya equivalente financiera es la opción de compra) cuyo valor surge como consecuencia de la existencia de incertidumbre en el valor del stock de capital y de la irreversibilidad de la decisión de inversión, y que en el momento de inversión dicho valor es liquidado, por lo que se debe incorporar como costo adicional al costo de la inversión. En dicho contexto, un mayor nivel de volatilidad en el valor del capital subyacente originado en mayor incertidumbre respecto de la realización de la tasa de crecimiento del producto, lleva a que la opción de espera en las inversiones sea mas valiosa, lo que resulta en que el valor de mercado del capital V (o alternativamente su precio q) deba alcanzar valores mas altos antes de gatillar procesos de inversión, o lo que es similar, fluctúa en un rango mas amplio sin generar inversiones o desinversiones. La implicancia acerca que mayores niveles de volatilidades en el producto serían consistentes con una mayor volatilidad en el valor del stock de capital es testada

significativa. Sin embargo, corriendo la regresión de volatilidad del retorno del índice (en dólares corrientes) contra volatilidad en la tasa de crecimiento real, el coeficiente es significativo y positivo. Otra nota de precaución esta dada por la variable de liquidez del mercado; no se esta utilizando ninguna variable (salvo la distinción entre economía en desarrollo y economía desarrollada) que ajuste de manera

utilizando como aproximación de valor del capital para cada economía el que surge de un índice representativo de acciones. Del test se encuentra evidencia que tanto la tasa de crecimiento del producto como el hecho de ser una economía desarrollada (o estar cerca de las mismas) ayudan a explicar la volatilidad en el precio de mercado de índices de acciones.

La existencia de este efecto de volatilidad en la tasa de crecimiento y por extensión al valor del capital tiene connotaciones bastante significativas también respecto de la arquitectura de los instrumentos de financiamiento utilizados en la economía, la necesidad de desarrollo de mercados de capitales eficientes y los procesos de inversión, desinversión y difusión de información, y en definitiva, sobre las oportunidades de crecimiento de una economía, que será contenido del resto de los capítulos de esta tesis.

adicional por la liquidez del mercado de acciones, ni tampoco por grado de desarrollo relativo de cada mercado.

Referencias

Bebczuk R. (2000), *Información Asimétrica en Mercados Financieros*, Cambridge University Press, Cambridge U.K.

Black F., y Scholes M. (1973), ' ' The Pricing of Options and Corporate Liabilities' ' . *Journal of Political Economy* 81 (May-June): 637-659.

Brealey R. y Myers S. (1996). *Principles of Corporate Finance*. Mc Graw Hill.

Caballero R. (2000b), "Macroeconomic Volatility in Latinamerica: A View and Three Cases Studies ", NBER working paper.

Caballero R. y Krishnamurty A. (1998), "Emerging Market Crises: an Asset Market Perspective", NBER Working paper.

Caballero R. y Krishnamurty A. (2001), "International and Domestic Collateral Constraints in a Model of Emerging Market Crises", *Journal of Monetary Economics* 48 (3) 513-548.

Calvo G. (1996), "Varieties of Capital Market Crises", en *The Debt Burden and its Consequences for Monetary Policy*, International Economic Association, Macmillan.

Calvo G. (1998), "Capital Flows and Capital Market Crises", *Journal of Applied Economics* 1 (1) 35-54.

Calvo G. (1999), "Contagion in Emerging markets: when Wall Street is a carrier", *mimeo*, University of Maryland.

Cox J., Ross, S., y Rubinstein M. (1979), ' ' Option pricing: A simplified approach' ' . *Journal of Financial Economics* 7, no. 3:229-263

Dapena, J. (2004), "Absorción de shocks en economías volátiles: ahorro a través de acciones en el mercado de capitales - el caso argentino 1993 -2001" *Documento de Trabajo* 257 Universidad del CEMA.

Dixit A. y Pindyck R. S. (1994), *Investment under Uncertainty*, Princeton University Press, Princeton, N.J.

Fisher I. (1930), *The Theory of Interest*. Reimpreso en 1956 por Augustus M. Kelley Publishers Nueva York.

Hirschleifer J. (1958), "On the Theory of Optimal Investment Decision", *Journal of Political Economy* 66: 329-352.

Ingersoll J. (1987), *Theory of Financial Decision Making, Studies in Financial Economics*. Rowman & Littlefield Publishers inc.

Levine R. (1997), "Financial Development and Economic Growth: Views and Agenda", *Journal of Economic Literature* 35 (2): 688-726.

Levine R. y Zerbos S. (1998), "Stock Markets and Economic Growth", *American Economic Growth* 88 (3): 537-558.

Levine R., Loayza N. y Beck T. (2000), "Financial Intermediation and Growth: Casuality and Causes", *Journal of Monetary Economics* 46 (August): 31-77.

Lewis K. (1999), "Trying to Explain Home Bias in Equities and Consumption", *Journal of Economic Literature* 37 (2): 571-608.

Merton R. C. (1973), ' ' Theory of Rational Option Pricing *Bell. Journal of Economics and Management Science* 4, no. 1: 141-183.

Neftci S. (1996), *An Introduction to the Mathematics of Financial Derivatives*. Academic Press.

Obstfeld M. y Rogoff K. (1996), *Foundations of International Macroeconomics*, The MIT Press

Rajan R. y Zingales L. (1998), "Financial Dependence and Growth", *American Economic Review* 88 (3):559-586.

Ridditz C. (2003), "Liquidity Needs and Vulnerability to Financial Underdevelopment", *mimeo* MIT.

Sachs J. y Larraín F. (1994) *Macroeconomía en la Economía Global*. Prentice Hall Latinoamericana.

Stiglitz J. y Weiss A. (1981), "Credit Rationing in Markets with Imperfect Information", *American Economic Review* 71 (3): 393-410.

Tobin J. (1969), "A General Equilibrium Approach to Monetary Theory". *Journal of Money, Credit and Banking* 1 (Febrero): 15-29.

Datos

Bloomberg (www.bloomberg.com)

Base de Datos IMF (CD)

Base de Datos del Banco Mundial

Anexo A - Detalle de relación entre PBI real y stock de capital para la economía argentina

	PBI Real	Capital Real	Relacion PBI/Capital		PBI Real	Capital Real	Relacion PBI/Capital
1960	104.222	370.730	0.28	1982	190.631	746.864	0.26
1961	111.624	386.478	0.29	1983	198.644	751.477	0.26
1962	109.853	396.811	0.28	1984	202.348	754.282	0.27
1963	107.249	402.791	0.27	1985	190.414	751.822	0.25
1964	118.295	411.575	0.29	1986	202.331	753.580	0.27
1965	129.135	421.002	0.31	1987	206.932	759.741	0.27
1966	129.969	430.022	0.30	1988	203.954	764.877	0.27
1967	133.407	440.243	0.30	1989	191.167	761.522	0.25
1968	139.141	454.487	0.31	1990	187.064	753.638	0.25
1969	151.021	474.952	0.32	1991	205.126	752.932	0.27
1970	159.144	496.661	0.32	1992	223.743	760.331	0.29
1971	165.129	520.989	0.32	1993	236.505	771.708	0.31
1972	168.560	544.683	0.31	1994	250.308	788.205	0.32
1973	174.872	564.440	0.31	1995	243.186	796.299	0.31
1974	184.325	585.490	0.31	1996	256.626	808.038	0.32
1975	183.233	604.875	0.30	1997	277.441	827.530	0.34
1976	183.209	630.095	0.29	1998	288.123	848.892	0.34
1977	194.908	663.687	0.29	1999	278.369	860.608	0.32
1978	188.629	685.728	0.28	2000	276.173	867.928	0.32
1979	201.865	709.734	0.28	2001	236.997	867.411	0.27
1980	204.952	731.617	0.28	2002	235.236	852.704	0.28
1981	195.487	743.446	0.26	Promedio General			0.29
				Desvío Estándar			0.02

Fuente: Mecon (elaborado a \$ corrientes de 1993)

Anexo B - La inversión como un derecho de compra

B.1 Consideraciones útiles

Conforme el desarrollo de Dixit y Pindyck (1994), la regla tradicional marshalliana de inversión de invertir si el valor presente V del flujo de fondos descontado generados por un activo es mayor al costo de la inversión I no es aplicable con incertidumbre e irreversibilidad, al no tener en cuenta el costo de la opción de espera que se elimina al realizar la inversión. Esta opción surge del hecho que la inversión puede implicar hundir capital I para obtener el valor presente V que representa una variable aleatoria, que puede tener posteriores realizaciones por debajo de I . El nivel de costo de oportunidad de la inversión no está dado solamente por la tasa r , sino que se agrega una extratasa por el costo de oportunidad del derecho de espera que se pierde al realizar la inversión. Trabajando sobre la tasa y las formulas; se obtiene que la tasa relevante es:

$$r + \frac{1}{2} \sigma^2 \beta \quad (B.1)$$

siendo el segundo término lo que los autores asocian al costo de oportunidad de la liquidación de la opción de espera. Como se puede ver, cuando no existe incertidumbre, ($\sigma = 0$) la tasa relevante de corte en el proyecto pasa a ser r nuevamente, como en la teoría neoclásica de inversión. Este segundo término podría ser pensado como sugieren los autores como una corrección al modelo neoclásico. Tobin (1969) introdujo la magnitud q , definida como el ratio del "valor de bienes de capital o de derechos sobre los mismos" a "su costo de reposición", lo que ha derivado en un concepto central en la teoría ortodoxa de inversión. La idea es que si este ratio excede la unidad, la empresa puede incrementar su valor de mercado a través de incrementar su stock de activos o recursos. De esta manera, se debiera ver una firma invirtiendo cuando su ratio q es mayor a 1, pero no cuando es menor. Mas aún, se puede obtener una aproximación del q agregado de la economía a través de observar el valor de mercado de las firmas en una industria o en una economía, con respecto al costo de reposición de su capital. En la misma línea que para la firma en particular, se debiera ver que el nivel agregado de inversión se encuentra positivamente relacionado al ratio q de la economía. Visto de esta manera, el numerado de q es el valor de los activos existentes, mientras que en los proyectos de inversión lo que debiera ser relevante para el inversor (sea individuo o empresa) es el efecto del *siguiente* proyecto. Conforme lo expuesto anteriormente, la opción de espera genera un costo de oportunidad $W(V)$ que debe ser añadido a la inversión u sustraído del valor del proyecto. Por consiguiente, cuando un proyecto de valor V se inicia, el valor de la firma se debiera incrementar en $V - W(V)$, dado que se resigna el valor de la opción $W(V)$. Esta situación es consistente con un ratio de $q = 1$ como parámetro. Pero se hace difícil asignar la parte del incremento de valor en la firma que deviene de incrementos marginales de capital; por ello q se

ha medido como el ratio del valor presente del flujo de fondos asociado al proyecto con respecto a su costos de instalación o construcción (inversión I). En este entorno, $q=V/I$. Pero como se expondrá mas abajo, se puede expresar el criterio correcto de inversión según lo expuesto a través del q^* relevante que justifica la inversión, dado por:

$$q^* = \beta / (\beta - 1) > 1 \quad (\text{B.2})$$

Mientras V fluctúa, habrá períodos de tiempo donde q bajo la medición convencional excede la unidad sin atraer inversiones, debido a aspectos relacionados a incertidumbre e irreversibilidad en las inversiones.

B.2 El modelo

Desarrollando sobre la exposición de Dixit y Pindyck (1994), el punto de partida es el modelo desarrollado por McDonald y Siegel (1986), al considerar el siguiente problema: en que punto es óptimo realizar una inversión irreversible I para obtener a cambio un proyecto cuyo valor de flujo de fondos descontado es V, dado que V posee una dinámica de acuerdo al proceso geométrico:

$$dV = \alpha V dt + \sigma V dz \quad (\text{B.3})$$

donde dz es el incremento en un proceso de Wiener. La ecuación (B.3) implica que el valor presente del proyecto es conocido, pero los valores futuros se distribuyen lognormalmente con varianza proporcional al tiempo. De esta manera no obstante la información arriba a través del tiempo (el inversor observa el cambio en el valor V), el valor futuro del proyecto es siempre incierto. La ecuación anterior es una abstracción de la realidad pero con el objetivo de presentar de mejor manera las técnicas y resultados y para simplificar el modelo para su análisis, se supone que esa es la dinámica adecuada. Se puede advertir que la oportunidad para el inversor es equivalente a un derecho de compra (call option) perpetuo- el derecho pero no la obligación de adquirir un flujo de fondos derivado de un proyecto de inversión previo pago de un costo pre- especificado I que en este caso representa la inversión. En consecuencia, la decisión de inversión es equivalente a encontrar el timing óptimo de ejercicio de la opción. Así, la decisión de inversión puede ser vista como un problema de valuación de opciones.

En lo que resta, se denotará el valor de la oportunidad de inversión en el proyecto por $W(V)$, y se derivarán reglas que maximizan este valor. El payoff de invertir en t es igual a $V_t - I$, de manera que el objetivo es maximizar su valor presente esperado bajo mercados completos con valuación neutral al riesgo:

$$W(V) = \max \mathbb{E} ((V_T - I)e^{-\rho T}) \quad (\text{B.4})$$

donde ε representa el operador esperanza, T es momento futuro (desconocido) en el que la inversión es realizada, ρ es la tasa de descuento relevante y la maximización se encuentra sujeta a la dinámica de la ecuación (B.3). Para que el problema tenga sentido, se asume que $\alpha < \rho$; de otra manera la integral de la ecuación (B.4) se puede hacer crecer indefinidamente a través de hacer crecer indefinidamente T . De esta manera, la estrategia de esperar siempre será la óptima dado que la misma no conlleva costos de oportunidad pero tiene el beneficio del crecimiento esperado de V ; y el óptimo no existiría. Se denota δ la diferencia $\rho - \alpha$; en consecuencia se asume que $\delta > 0$.

B.2.1 El caso determinístico

No obstante es la intención exponer la manera que la incertidumbre afecta las decisiones de iniciar proyectos de inversión, es útil examinar inicialmente el caso donde no existe incertidumbre, es decir $\sigma = 0$ en la ecuación (B.3). Como se verá, aún así puede haber valor de esperar.

Si $\sigma = 0$, $V(t) = V_0 e^{\alpha t}$, donde $V_0 = V(0)$. De esta manera, dado un valor corriente de V , el valor de la oportunidad de inversión asumiendo que se invierte en un momento futuro arbitrario T es:

$$W(V) = (V e^{\alpha T} - I) e^{-\rho T} \quad (B.5)$$

Si $\alpha \leq 0$, entonces $V(t)$ va a permanecer constante en el tiempo o caer, de manera que es claramente óptimo invertir inmediatamente si $V > I$, o no invertir nunca de otra manera. Entonces,

$$W(V) = \max (V - I, 0) \quad (B.6)$$

Que pasa cuando $0 < \alpha < \rho$? Entonces $W(V) > 0$ aún en el caso que $V < I$, dado que eventualmente V excederá a I en algún momento del tiempo. Mas aún, si actualmente $V > I$, podría ser mejor esperar antes que invertir ahora. Para ver esto, siguiendo la exposición de Dixit y Pindyck (1994), se maximiza $W(V)$ en la ecuación (B.5) con respecto a T . La condición de primer orden es:

$$\frac{dW(V)}{dT} = -(\rho - \alpha) V e^{-(\rho - \alpha)T} + \rho I e^{-\rho T} = 0, \quad (B.7)$$

que implica (se puede verificar fácilmente que la condición de segundo orden para la maximización es satisfecha si $\alpha > 0$, lo cual se verifica en el presente caso):

$$T^* = \max \left\{ \frac{1}{\alpha} \ln \left[\frac{\rho I}{(\rho - \alpha)V} \right], 0 \right\} \quad (\text{B.8})$$

Nótese que si V es no muy grande con respecto a I , será el caso donde conviene esperar y $T^* > 0$. La razón para demorar esta inversión en este caso es que en valores presentes, el costo de la inversión decae por un factor $e^{-\rho T}$, mientras que el payoff o valor de la inversión se reduce por el menor factor de descuento $e^{-(\rho-\alpha)T}$.

Para que valores sería óptimo invertir inmediatamente? Es fácil de averiguar, dado que invertir inmediatamente es igual a provocar $T^*=0$, de donde se observa que el inversor debiera invertir inmediatamente si $V \geq V^*$ donde

$$V^* = \frac{\rho}{\rho - \alpha} I \geq I \quad (\text{B.9})$$

Finalmente, sustituyendo la expresión (8) en la ecuación (7), se obtiene la siguiente solución en contextos ciertos para el valor de la oportunidad de inversión:

$$W(V) = \begin{cases} (\alpha I / (\rho - \alpha)) ((\rho - \alpha) V / \rho I)^{1/\alpha} & \text{para } V \leq V^* & (\text{B.10a}) \\ V - I & \text{para } V > V^* & (\text{B.10b}) \end{cases}$$

B.2.2 El caso estocástico

Se expone ahora el caso donde $\sigma > 0$. El problema ahora es determinar el punto donde es óptimo invertir I en retorno de un activo valuado en V . Dado que V tiene una evolución estocástica, no nos será posible determinar un momento T donde es óptimo realizar la inversión como se hiciese en el caso determinístico. En su lugar, la regla de inversión óptima tomará un valor crítico V^* de manera que es óptimo invertir una vez que $V \geq V^*$. Como se verá, un mayor valor de σ resultará en un mayor valor de V^* , esto es un mayor valor de esperar. Es importante tener en cuenta que tanto el crecimiento esperado ($\alpha > 0$) y la incertidumbre ($\sigma > 0$) pueden crear valor de opción de espera y en consecuencia afectar el timing de la inversión. Para poder desarrollar la valuación a través de la replicación de portafolios de arbitraje se requiere del

supuesto que los cambios estocásticos en la variable V deben ser susceptibles de ser replicados por combinaciones de activos existentes en el mercado de manera tal que el retorno de estas combinaciones de activos se encuentra perfectamente correlacionado con el retorno del proyecto. Esto es equivalente a decir que el mercado es lo suficientemente completo tal que las decisiones de inversión no afectan el set de oportunidades existentes para los inversores. Este supuesto es bastante fuerte dado que en muchos casos un proyecto de inversión en activos reales como los que se están analizando puede tener resultados difíciles de predecir, y en consecuencia no estar relacionado a oportunidades existentes). Si este supuesto se verifica, se puede determinar la regla de inversión que maximiza el valor del proyecto sin tener que hacer ningún supuesto sobre las preferencias respecto al riesgo de los inversores o la tasa de descuento.

La dinámica de cambio de la variable V se mantiene conforme a (B.3) y se supone al igual que en el caso determinístico, que α (la tasa esperada de cambio del valor del proyecto V) es menor que la tasa ajustada de descuento μ (si no fuese así, el inversor estaría siempre mejor manteniendo la opción "viva", es decir no invirtiendo y dejando pasar el tiempo; mas adelante se desarrollará sobre este punto). Dicha tasa μ proviene del supuesto hecho con respecto a mercados completos, donde existe un set de activos X que genera retornos perfectamente correlacionados con lo del proyecto de inversión V ,

$$dX = \mu X dt + \sigma X dz \quad (B.11)$$

donde el drift μ es el retorno instantáneo esperado de poseer el set de activos X , que de acuerdo al modelo CAPM debiera reflejar el riesgo no diversificable de la economía (o sistemático):

$$\mu = r + \phi \rho_{xm} \sigma \quad (B.12)$$

r es la tasa libre de riesgo, ϕ es el precio de mercado del riesgo y ρ_{xm} es la correlación entre el retorno generado por X y el del mercado en su conjunto. De esta manera, μ es el retorno ajustado por riesgo que los inversores solicitarían en equilibrio para comprar un activo o invertir en un proyecto en la clase de riesgo de X que se encuentra en similar clase de riesgo que V .

Se denota entonces $\delta = \mu - \alpha$, donde se asume que $\delta > 0$. Este parámetro juega un rol importante en los modelos de opciones reales. En opciones financieras representa los dividendos distribuidos por la empresa, que reducen el valor de la opción de compra de las acciones, al reducir el valor del activo subyacente, yendo los dividendos para los accionistas y no para los tenedores de opciones sobre acciones. Este es el costo de oportunidad de las opciones financieras de compra, los dividendos que se pierden sus poseedores por no ejercer las mismas. De no existir costos de oportunidad en términos de dividendos perdidos, un call americano tiene

el mismo valor que un call europeo, dado que nunca es óptimo ejercer el call americano antes de su vencimiento. En terminología de opciones reales, esto es equivalente a decir que siempre conviene esperar hasta el final sin ejercer la oportunidad de inversión, manteniendo la opción "viva" en lugar de "matarla" ejerciendo e invirtiendo. El supuesto que $\delta > 0$ implica que existe un costo de oportunidad por esperar ("dividendos perdidos") proporcional al valor V , tal que cuando V es lo suficientemente alto, el costo de oportunidad de esperar iguala e inclusive sobrepasa el beneficio de esperar y provoca que la inversión sea efectuada (e.g. que la opción sea ejercida). Este costo de oportunidad de esperar se puede asimilar a la pérdida de ingresos por no explotar la renta de un mercado, el costo de oportunidad de haber invertido recursos en un activo que da lugar a opciones pero que se mantiene inmovilizado, etc. Mientras mas alto sea este costo de oportunidad, menos valdrá la opción y mas incentivos tendrá el inversor para llevar adelante su proyecto de inversión de manera inmediata.

A continuación se desarrolla la solución de valuación de la opción de inversión $W(V)$ en base a la dinámica y supuestos expuestos. Como es usual en análisis de derechos contingentes, la solución de valuación se obtiene por argumentos de arbitraje. Se construye un portafolio ϕ donde se mantiene la opción de inversión que posee un valor de $W(V)$ y se venden $n = W'(V)$ unidades del proyecto de inversión (o equivalentemente, del activo cuyos retornos están perfectamente correlacionados con los del proyecto de inversión). El valor de este portafolio es $\phi = W - W'(V)V$. Se debe notar que el retorno de este portafolio es dinámico, mientras V cambia, $W'(V)$ puede cambiar de un período corto de tiempo al siguiente, de manera que la composición del portafolio debe ser reajustada (lo que se denomina "hedging" dinámico). No obstante se mantiene n fijo en un período de tiempo corto dt . La posición "vendida" del activo V requerirá de un pago o outflow de $\delta V W'(V)$ durante el período de tiempo dt para que un inversor tenga incentivos a comprar esta posición. El inversor que posee una posición comprada en el activo recibe μV por unidad de tiempo, que incluye la tasa de apreciación αV mas el dividendo δV ; dado que la posición corta en el proyecto incluye $W'(V)$ unidades del proyecto, se deben pagar los "dividendos" equivalentes $\delta V W'(V)$. Tomando este pago en consideración, el retorno total de poseer el portafolio ϕ por un período corto de tiempo dt es

$$d\phi = dW - W'(V)dV - \delta W'(V)V dt \quad (B.13)$$

donde para obtener una expresión para dW , se hace uso del Lema de Ito:

$$dW = W'(V)dV + \frac{1}{2}W''(V)dV^2 \quad (B.14)$$

de manera que el retorno total del portafolio es

$$d\phi = W'(V)dV + \frac{1}{2}W''(V)dV^2 - \delta W'(V)V dt \quad (B.15)$$

simplificando el primer y cuarto términos del lado derecho de (B.15) se obtiene que el retorn del portafolio es:

$$d\phi = \frac{1}{2}W''(V)dV^2 - \delta W'(V)V dt \quad (B.16)$$

Nótese que a través de la elección de n se ha constituido una posición que es completamente libre de riesgo (al desaparecer el término asociado a la incertidumbre en B.16), por lo que el retorno del portafolio es libre de riesgo. En consecuencia, para eliminar oportunidades de arbitraje, debe ser igual a $r\phi dt = r(W - W'(V)V)dt$:

$$r\phi dt = r(W - W'(V)V)dt = \frac{1}{2}W''(V)\sigma^2 V^2 dt - \delta V W'(V)dt \quad (B.17)$$

dividiendo por dt y reagrupando da la siguiente ecuación diferencial que $W(V)$ debe satisfacer:

$$\frac{1}{2}W''(V)\sigma^2 V^2 + (r - \delta)V W'(V) - rW = 0 \quad (B.18)$$

donde se aplican la siguientes condiciones de límite para derivar la solución.

$$W(0) = 0 \quad (B.19a)$$

$$W(V^*) = V^* - I \quad (B.19b)$$

$$W'(V^*) = 1 \quad (B.19c)$$

La primera condición surge del hecho que si el payoff asociado a la inversión se hace nulo, permanecerá en cero (es una implicancia del proceso dinámico de la ecuación B.3) eliminando cualquier posibilidad de rebote (y en consecuencia eliminando cualquier valor de opción asociada).

La segunda condición se da en llamar de "value matching"; dice solamente que en el momento óptimo de la inversión, el inversor elimina toda valor de opción y su payoff es el que surge de la diferencia entre el valor del activo que adquiere y el costo de obtenerlo.

Finalmente, la última condición es conocida como "smooth pasting" o "high contact", que asegura que no solo los valores de la opción y del payoff del inmediato ejercicio del proyecto se igualan en V^* , sino que sus derivadas también, lo que asegura la continuidad de la función de

valor en ese punto (si $W(V)$ no fuese continua y suave en el punto V^* , un inversor podría maximizar el valor en un punto V diferente). Nótese que la ecuación (B.18) es de segundo orden, pero con tres condiciones de límite que deben ser satisfechas; esto es así, porque no obstante la posición de la primera condición de límite es conocida ($V = 0$), la posición de la segunda condición de límite no lo es; en otras palabras, el límite "libre" V^* debe ser determinado como parte de la solución. Esto hace necesario una tercera condición.

La segunda condición de límite tiene otra interpretación útil si se reescribe $V^* - W(V^*) = I$. Cuando el inversor invierte, obtiene la diferencia $V - I$, pero al mismo tiempo liquida la opción de espera, que se encuentra valuada por $W(V)$. Entonces, su ganancia, neta de su costo de oportunidad, es $V - W(V)$. El valor crítico V^* es donde esta ganancia se iguala con el costo directo o tangible de inversión I . Equivalentemente, se puede escribir la ecuación como $V^* = I + W(V^*)$, haciendo el valor del proyecto igual a su costo "full" (directo mas costos de oportunidad) de llevar adelante el proyecto de inversión.

Para encontrar $W(V)$, se debe resolver la ecuación (B.18) sujeta a las condiciones de límite (B.19). La solución es simple: se puede adivinar una forma funcional, y determinar en que medida funciona a través de sustituirla en la ecuación. Para satisfacer la primera condición de límite la solución debe ser de la forma

$$W(V) = A V^\beta \tag{B.20}$$

donde A es una constante a determinar, y $\beta > 0$ es una constante conocida cuyo valor depende de los parámetros $r, \delta, \alpha, \sigma$. Las condiciones de límite restantes se pueden utilizar para obtener las dos variables desconocidas restantes, A y el valor crítico V^* al cual es óptimo invertir. Sustituyendo y reagrupando, se obtiene que:

$$V^* = I \beta / (\beta - 1) > I \tag{B.21}$$

que dividiendo por V permite obtener el resultado de (B.2), y:

$$A = (V^* - I) / (V^*)^\beta = (\beta - 1)^{\beta - 1} / ((\beta)^\beta I^{\beta - 1}) \tag{B.22}$$

La solución para $W(V)$ y V^* puede ser expresada entonces como:

$$W(V) = \begin{cases} (I/(\beta-1))^{1-\beta} (1/\beta)^\beta V^\beta & \text{para } V < V^* \\ V - I & \text{para } V \geq V^* \end{cases} \tag{B.23a}$$

$$\tag{B.23b}$$

donde

$$V^* = I \beta / (\beta - 1) > I \quad (\text{B.24})$$

y

$$\beta = \frac{-(r - \delta - \sigma^2 / 2) + \sqrt{(r - \delta - \sigma^2 / 2)^2 + 2r\sigma^2}}{\sigma^2} > 1 \quad (\text{B.25})$$

y donde $\delta > 0$ para asegurar convergencia.

Se observa entonces que dado que $\beta > 1$, $\beta / (\beta - 1) > 1$, de donde la regla simple de invertir cuando $V > I$ es incorrecta; la incertidumbre y la irreversibilidad crean un valor de opción de espera, introduciendo un costo de oportunidad en el proyecto de inversión.

Anexo C - Detalle de países e índices de bolsas de valores tomados en regresión

Nombre del País	Nombre del Índice	Nombre del País	Nombre del Índice
Alemania	DAX Index	Indonesia	JCI Index
Argentina	MERVAL Index	Inglaterra	UKX Index
Australia	AS30 Index	Israel	TA-100 Index
Austria	ATX Index	Italia	MIBTEL Index
Bélgica	BEL20 Index	Japón	NKY Index
Brasil	IBOV Index	Malasia	KLCI Index
Canadá	SPTSX Index	México	MEXBOL Index
Chile	IPSA Index	Noruega	OBX Index
China	SHCOMP Index	Nueva Zelanda	NZSE40 Index
Corea del Sur	KOSPI Index	Pakistán	KSE Index
Dinamarca	KFX Index	Perú	IGBVL Index
Estados Unidos	SPX Index	Portugal	BVLX Index
Egipto	EFGIEFG Index	República Checa	PX50 Index
Eslovaquia	SKSM Index	Rusia	RTSI\$ Index
España	MADX Index	Singapur	STI Index
Filipinas	PCOMP Index	Sri Lanka	CSEALL Index
Francia	CAC Index	Suecia	SBX Index
Grecia	ASE Index	Suiza	SMI Index
Holanda	AEX Index	Tailandia	SET Index
Hong Kong	HSI Index	Turquía	XU100 Index
India	SENSEX Index		

Anexo D - Un modelo de relación entre tasa de crecimiento y valor de un activo

Conforme el cálculo estándar de valor presente neto de los flujos de fondos generados por un activo²⁸, el valor de un flujo de fondos futuro surge de:

$$V_t = \frac{FF_{t+1}}{(1+k)} + \frac{FF_{t+2}}{(1+k)^2} + \frac{FF_{t+3}}{(1+k)^3} + \dots = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{FF_{t+i}}{(1+k)^i} \quad (D.1)$$

donde V_t es el valor al momento t , FF_{t+i} es el flujo de producto (o fondos líquidos) generado por el activo en el período $t+i$, y k es la tasa de descuento relevante. Si los flujos de fondos son constantes de la forma $FF_{t+1}=FF_{t+2} = \dots=FF_{t+i}$, se tiene que:

$$V_t = FF_{t+1} * \sum_{i=1}^{\infty} \frac{1}{(1+k)^i} = FF_{t+1} * \sum_{i=1}^{\infty} \lambda^i \quad (D.2)$$

donde

$$\lambda = 1/(1+k) \quad (D.3)$$

Si se resta de (D.2) el término λV_t se obtiene que:

$$V_t - \lambda V_t = FF_{t+1} \lambda \quad (D.4)$$

de donde el valor V_t será:

$$V_t = \frac{FF_{t+1} \lambda}{1 - \lambda} = \frac{FF_{t+1}}{k} \quad (D.5)$$

Siguiendo el mismo esquema de cálculo, si el flujo de fondos FF_t crece a la tasa constante g , se encuentra que:

$$V_t = FF_{t+1}/(k-g) \quad (D.6)$$

²⁸ Ver Hirschleifer (1985), o cualquier libro de texto básico de finanzas corporativas, tal como Brealey y Myers (1996).

donde k es la tasa de descuento relevante y g es la tasa de crecimiento constante. Esta fórmula surge de

$$V_t = \frac{FF_t * (1+g)}{(1+k)} + \frac{FF_{t+2} * (1+g)^2}{(1+k)^2} + \frac{FF_{t+3} * (1+g)^3}{(1+k)^3} + \dots = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{FF_{t+i} * (1+g)^i}{(1+k)^i} \quad (D.7)$$

pero siendo $FF_{t+1} = FF_t (1+g)$, $FF_{t+2} = FF_t (1+g)^2$, ... $FF_{t+i} = FF_t (1+g)^i$, entonces

$$V_t = FF_t * \sum_{i=1}^{\infty} \frac{(1+g)^i}{(1+k)^i} = FF_{t+1} * \sum_{i=1}^{\infty} \lambda^i \quad (D.8)$$

donde ahora $\lambda = (1+g)/(1+k)$, y para asegurar convergencia, $g < k$. Si resta de V_t el siguiente término λV_t , se obtiene que:

$$V_t - \lambda V_t = FF_t \lambda \quad (D.9)$$

de donde el valor será el que se expone en (D.6)

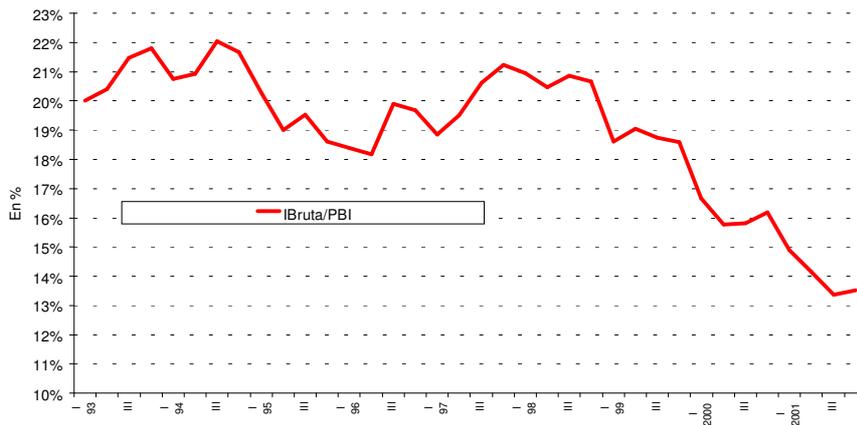
$$V_t = \frac{FF_{t+1} \lambda}{1 - \lambda} = \frac{FF_{t+1}}{k - g} \quad (D.10)$$

El modelo puede ser fácilmente extendido a n etapas de crecimiento atendiendo las diferencias.

Anexo E - Relación entre la tasa de retorno del índice de precios de acciones y la tasa de cambio en la inversión agregada

El siguiente gráfico muestra la serie temporal de variación en la relación de inversión (IBIF) a producto para la economía argentina en el período 1993-2001

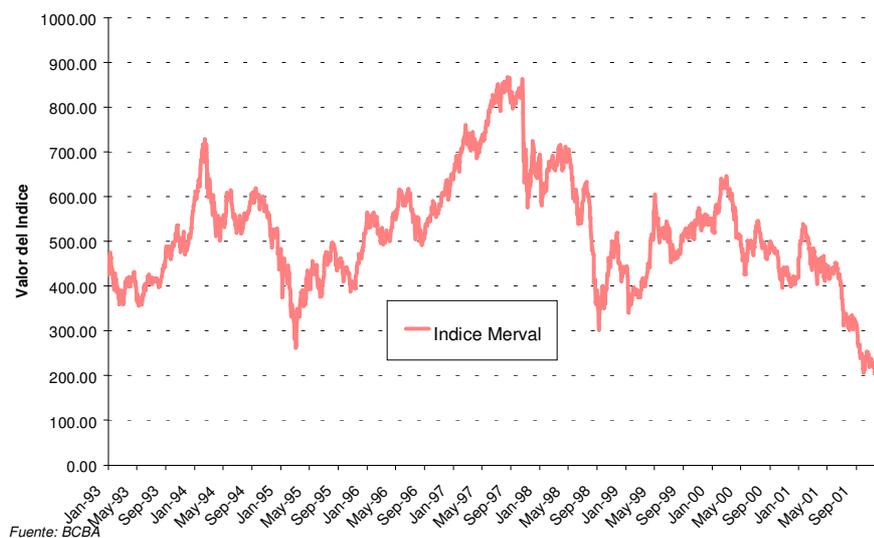
Gráfico E1 Inversión bruta como porcentual del producto de la economía argentina



Fuente: CEA en base a datos INDEC y Mecon

donde se observa la caída como consecuencia de la recesión iniciada en 1998. A continuación se expone la evolución diaria del índice de precios de acciones (MERVAL) para el mismo período:

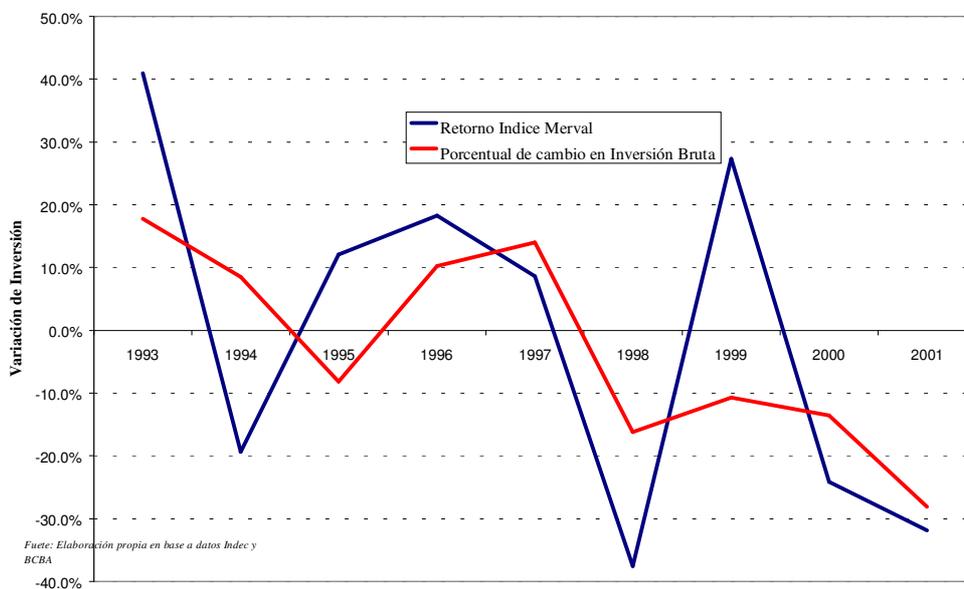
Gráfico E2 Evolución diaria del índice MERVAL 1993-2001



Fuente: BCB

En el siguiente gráfico se exponen datos anuales de las tasas de cambio índice de precios de acciones (MERVAL) y de la variación porcentual anual de la inversión bruta (IBIF) para el período 1993-2001:

Gráfico E3 Cambios anuales porcentuales índice Merval e IBIF



donde corriendo la regresión de la tasa de cambio de la inversión con respecto al retorno del índice, se obtienen los siguiente resultados

Tabla E1

Estadísticos de regresión			
Multiple R	0.614		
R cuadrado	0.377		
R cuadrado ajustado	0.252		
Observaciones	9		
		t Stat	P-value
Intersección	0	#N/A	#N/A
Coefficiente	0.364	2.309	4.98%

siendo el coeficiente significativo al 5%, evidencia de un movimiento conjunto entre el índice y la inversión.

III. EL ROL DE LOS INSTRUMENTOS FINANCIEROS DE PARTICIPACIÓN EN ECONOMÍAS CON ALTA VOLATILIDAD DE SU PRODUCTO

1 Introducción

En el capítulo anterior se expone evidencia acerca de la interacción entre la volatilidad asociada a la tasa de crecimiento de una economía y la volatilidad en el precio del stock de capital, y el impacto de la misma sobre las decisiones de inversión y formación de capital en la misma. En el presente capítulo el propósito es continuar con la línea de análisis originada en la existencia de dicha volatilidad aplicada al contexto de la estructura de financiamiento agregada de una economía.

La estructura de financiamiento óptimo en corporaciones es objeto de estudio e investigaciones en el área de finanzas corporativas a partir del trabajo pionero de Modigliani y Miller (1958). En dicho trabajo los autores plantean en su conocido teorema que la elección del instrumento de financiamiento que utiliza una corporación es irrelevante si se cumplen ciertas condiciones teóricas. Sin embargo, la elección de uno u otro instrumento en el financiamiento corporativo adquiere relevancia cuando dichas condiciones teóricas son relajados, dando lugar a consideraciones impositivas a nivel corporativo y a nivel individual (Miller 1977 y DeAngelo y Masulis 1980), costos de transacción derivados de procesos de quiebra y renegociaciones de contratos (Stiglitz 1969), efectos de clientela en la elección de instrumentos (Allen y Gale 1988), problemas de agencia entre accionistas mayoritarios y minoritarios, o entre el equipo de administración y los accionistas (Jensen y Meckling 1976), y existencia de asimetrías de información en los mercados financieros (Leland y Pyle 1977, y Stiglitz y Weiss 1981) dentro de una abundante literatura¹ (ver Myers 1977 y 1984, etc.), donde estas consideraciones ayudan a explicar los motivos por los cuales una firma puede elegir un tipo de instrumento de financiamiento respecto a otro. No obstante la literatura mencionada considera la estructura de financiamiento desde el punto de vista corporativo, no por ello es menos relevante que la economía desde el agregado tiene también una arquitectura financiera que puede descansar de manera activa en uno y otro

¹ A los efectos de una descripción detallada de las diferentes teorías explicando los determinantes de las fuentes de financiamiento óptimas, ver Harris y Raviv (1991a).

tipo de instrumento. En ese sentido se encuentran los trabajos de Bernanke y Gertler (1989 y 1990) que estudian la relación entre la estabilidad financiera y el desempeño de una economía, y bajo un esquema basado en costos de agencia en línea con el trabajo de Jensen citado anteriormente, desarrollan sobre el impacto del excesivo endeudamiento, la generación de ahorro propio y los instrumentos de financiamiento utilizados. En la similar línea se encuentra el trabajo de Greenwald y Stiglitz (1993) donde se plantea un modelo de interacción entre el ciclo de negocios, la asimetría de información y los tipos de instrumentos de financiamiento. Kiyotaki y Moore (1997) construyen un modelo económico dinámico donde se resalta el valor de los activos que actúan como colaterales de deuda y su influencia en los ciclos de negocios. Los trabajos mencionados comparten como punto en común el estudio del uso de los instrumentos de deuda en el agregado de las economías y en dicha línea donde se inscribe el aporte del presente capítulo, apuntando al estudio de la estructura de financiamiento de la economía en su conjunto pero desde el enfoque de la aplicación de herramientas y conceptos derivados de la metodología de valuación de opciones² aplicadas a la estructura de financiamiento que permiten capturar de manera formal la evidencia expuesta en el capítulo anterior respecto de la volatilidad en la tasa de crecimiento del producto real de una economía, siguiendo con la línea de trabajo de Dapena (2003). Como referencia adicional de este enfoque se puede citar el trabajo de Gray, Merton *et. al.* (2003) que expone un marco de análisis de las interacciones cruzadas de crédito y manejo del riesgo agregado entre participantes en una economía a partir de la teoría de activos contingentes ("contingent claim analysis"). Con dicho objetivo de análisis para el presente capítulo se sigue la línea de investigación en macroeconomía que enfoca acerca del eventual impacto en la economía y su nivel de riesgo asociado del tipo de instrumentos de financiamiento utilizados en el agregado.

2 Estructura de Financiamiento Macroeconómico

En el capítulo II de esta tesis se ha expuesto un modelo estilizado que de manera dinámica relaciona la volatilidad en la tasa de crecimiento de la economía y la

² En el proceso de análisis se desarrollan nociones de opciones financieras aplicadas a entornos de inversiones reales, conocido dentro de la literatura como opciones reales, para un detalle de la literatura asociada a las mismas ver la introducción del capítulo IV de esta tesis.

volatilidad en las tasas de retorno de los precios de los activos en el agregado, utilizando como estimación a los efectos cuantitativos de la medición de los mismos los índices de precios representativos de acciones que cotizan en mercados de valores. En dicho capítulo se establecía inicialmente la economía que según ecuación (II.1) produce un output agregado Q_t en un período de tiempo a partir de la utilización de distintos recursos entre los que se encuentra el stock de capital K , de forma que el output puede ser asociado a una función del mismo y del set de factores Φ involucrados en el proceso de producción³:

$$Q_t = f(K_{t-1}, \Phi) \quad (1)$$

Dicho nivel de capital necesita y es financiado a través de ahorros acumulados, de donde la estructura de financiamiento macroeconómica⁴ relaciona los orígenes de fondos en la economía (ahorros) con sus aplicaciones (inversión y capital) de la forma:

$$K_{t-1} = \sum_0^{t-1} S_i = SA \quad (2)$$

donde SA representa el ahorro total acumulado. El incremento en dicho stock se produce a través de la inversión bruta según ecuación (II.2):

$$I_t = K_t - K_{t-1} - \pi K_{t-1} \quad (3)$$

donde se aplican las consideraciones expuestas en el punto 3 del capítulo II de simplificación en el análisis respecto de la tasa de depreciación. La variable de inversión I_t representa el cambio por unidad de tiempo en el stock de capital agregado, que de manera consistente con (2) debe ser financiada con un flujo de ahorros por unidad de tiempo definido por:

$$I_t = K_t - K_{t-1} = Sa_t \quad (4)$$

³ Ver anexo C y nota 8 de pie de página en dicho capítulo.

⁴ Ver cualquier libro de texto de macroeconomía, por ejemplo Sachs y Larraín (1994).

donde S_{it} representa el flujo de ahorros agregado que financia el volumen de inversión en un período de tiempo. Dicha interacción se produce en gran medida⁵ a través de su mercado de capitales (interno o externo) y su sistema de intermediación financiera. En una economía abierta con sector Gobierno y con movimiento de capitales el nivel de ahorro interno privado (origen de los recursos) puede diferir de los niveles de inversión privada (aplicaciones) porque existe la posibilidad de transferir ahorros al exterior o tomar ahorros desde el exterior; y porque el sector Gobierno puede influir en la misma con su nivel de ahorro-desahorro. Este esquema permite definir los tres sectores que pueden producir ahorro dentro de una economía y contribuir a financiar el stock de capital:

- las familias y las empresas (ahorro privado definido por SP)
- el sector Gobierno en su conjunto (ahorro público definido por SG)
- las familias, empresas, instituciones y gobiernos externos (ahorro externo definido como SE)

de donde puede plantearse la siguiente relación dinámica real de financiamiento agregado en términos de orígenes y aplicaciones de recursos siguiendo la metodología o enfoque de hoja de balance ("balance sheet"):

$$I_t \equiv S_{p_t} + S_{g_t} + S_{e_t} \quad (5)$$

donde los subíndices en minúsculas denotan los flujos de ahorros de cada sector. Esta relación actúa como una identidad por principio contable de partida doble, y resume los orígenes y aplicaciones de recursos en la economía en términos de flujos, mientras que en términos de stock, el capital se encuentra financiado:

$$K_{t-1} = \sum_0^{t-1} S_i = SA = SP + SG + SE \quad (6)$$

⁵ Se menciona en gran medida, porque cuando una corporación o una familia invierte utilizando de sus propios ahorros o recursos de crédito, no utiliza el mercado de capitales ya que origina los fondos y los aplica sin realizar transacciones con terceros a través del mercado (Rajan y Zingales 1998 elaboran una metodología ingeniosa para medir el desarrollo del sistema de intermediación financiera, haciendo

donde los subíndices en mayúsculas indican acumulado.

No obstante se han planteado las relaciones en términos de identidades, cuando son asimiladas a interacciones de mercado de ahorro e inversión surgen los considerandos expuestos en la ecuación (II.3) del capítulo anterior, donde siendo el stock de capital una variable que en cada momento t es fija, el mismo se no puede ajustar de manera instantánea a cambios las condiciones de mercado (por ej. en las expectativas de crecimiento o en los de niveles de crédito), siendo útil introducir la variable q de precio real del capital ya expuesta en el capítulo anterior, de la forma:

$$V_t = q_t * K_{t-1} \quad (7)$$

A los efectos del análisis del presente capítulo, se sigue que esta variable q_t satisface la dinámica derivada en el capítulo anterior con sus resultados asociados. Conforme las ecuaciones (6) y (7), se puede expresar que el nivel de crédito agregado⁶ financia el valor real de mercado del capital de la forma:

$$V_t = q_t * K_{t-1} = SP + SG + SE \quad (8)$$

mientras que el financiamiento del flujo de inversiones adopta la forma:

$$q_t * I_t \equiv Sp_t + Sg_t + Se_t \quad (9)$$

Las relaciones expuestas permiten desarrollar un esquema simple y manejable de estructura de financiamiento macroeconómico de una economía, detallando sus orígenes y sus aplicaciones⁷, e incorporando un efecto "precio" del capital.

distinción para las empresas entre mercado interno de capitales (reversión de ganancias) y mercado externo de capitales).

⁶ Se observa que no se incluye el proceso del multiplicador monetario (que surge del proceso de intermediación financiera y de los encajes fraccionales) como generador de crédito, y es debido a que el mismo permite "facilitar" el intercambio de crédito, pero no genera incrementos reales en el crédito agregado o stock de ahorros netos de la economía.

⁷ El enfoque de hoja de balance permite hacer mas manejable el análisis en el agregado.

3 Tipos de instrumentos de financiamiento

El financiamiento microeconómico y por extensión en el financiamiento agregado del stock de capital se puede producir utilizando dos tipos elementales de contratos de crédito (que luego se pueden combinar en elementos mas sofisticados):

- contrato de deuda definido por la variable D
- contrato de participación en el capital⁸ definido por la variable E

que a través de su instrumentación permiten canalizar los recursos detallados en (8) y (9) hacia sus aplicaciones. De esta manera y utilizando la ecuación (8) el financiamiento agregado se puede producir a través de los instrumentos D y E:

$$V_t = q * K_{t-1} = SP + SG + SE = E + D \quad (10)$$

donde E representa el stock de ahorros agregados financiando bajo la forma de contratos o instrumentos financieros de participación en el capital, D representa el stock de ahorros agregados bajo la forma de contratos de deuda, y siguiendo los resultados del capítulo anterior en sus ecuaciones (II.12, II.13, II.22 y II.23), tanto q como V son funciones de la tasa de crecimiento esperada para la economía. En términos de flujos, la identidad contable puede expresarse como:

$$q(g)^* I_t \equiv Sp_t + Sg_t + Se_t = e + d \quad (11)$$

donde e es el flujo de nuevo financiamiento a través del uso de instrumentos de participación (que incluye reinversión de ganancias y oferta de nuevas acciones), y donde d es su equivalente en términos de uso de instrumentos de deuda. Las principales características entre ambos instrumentos de financiamiento está dada por:

- los instrumentos de deuda tiene un compromiso de pago especificado en el interés (Renta Fija) mientras que los instrumentos de capital no (Renta variable). La deuda tiene un compromiso de devolución del capital en un

⁸ A partir de este punto, utilizo los términos instrumentos financieros de participación en el capital, equity, acciones y patrimonio neto de manera análoga.

plazo determinado mientras que en general los instrumentos de capital no, ya que participan de ganancias y de pérdidas.

- los instrumentos de deuda tienen en general privilegio de cobro por sobre los instrumentos de capital, es decir que los tenedores de instrumentos de capital deben cancelar en tiempo y forma sus obligaciones con los tenedores de deuda para acceder al retorno de su inversión.

Dichos atributos hacen que frente a condiciones similares los tenedores de deuda estén dispuestos cobrar un retorno por debajo del que exigen los tenedores de instrumentos de participación en el capital⁹. Respecto del repago del crédito, a diferencia del contrato de participación en el capital, el contrato de deuda establece un período T de duración a cuyo término el mismo debe ser cancelado (y eventualmente dado de alta de nuevo) pagándose por los servicios de dicho crédito un interés que denominaré r (asimilable a una tasa libre de riesgo de incumplimiento de contrato). En dicho momento T de vencimiento del contrato pueden suceder dos situaciones: que el valor del activo o capital colateral del crédito sea mayor o igual al monto nominal de deuda (e.g. $V \geq D$ ¹⁰), en cuyo caso no existirán inconvenientes en proceder al repago¹¹, o que dicho valor sea menor al valor de deuda (e.g. $V < D$) gatillando un proceso de incumplimiento o renegociación que conlleva costos de transacción asociados¹², y donde el monto susceptible de ser apropiado como repago por dicha deuda estará dado por el valor de mercado del capital V que actúa como colateral¹³. En términos formales, la función de

⁹ Por jerarquía de cobro y suponiendo simetría en el set informativo en lo respectivo al rendimiento y al riesgo de los prospectos de inversión.

¹⁰ Se simplifica la variable D para hacerla extensible al financiamiento agregado contratado bajo dicho instrumento, aún cuando el mismo puede incluir varios contratos de deuda con diferentes horizontes de vencimiento.

¹¹ Un contrato de deuda D libre de riesgo de incumplimiento es entonces donde la realización de la variable aleatoria V es mayor a D en todos los estados de la naturaleza para V .

¹² A nivel microeconómico, los costos de quiebra pueden ser clasificados en directos e indirectos. Los directos (honorarios legales, etc.) de acuerdo a Altman (1984) pueden representar un 3% del valor de la firma. Los costos indirectos (pérdida de clientes, de proveedores, etc.) pueden incrementar el costo total a un 20% del valor de la firma.

¹³ Dos consideraciones son relevantes de realizar en este estado del análisis. La primera es que las situaciones de incumplimiento analizadas vendrán generadas por situaciones de insolvencia y no de iliquidez. La segunda es que el concepto de "colateral" en el contexto de este capítulo hace referencia de manera general al capital que se encuentra respaldando en la economía el contrato de deuda, en la forma de capital instalado o de valor presente del producto del mismo, haya sido o no entregado de manera formal como garantía, pero sobre el cual de manera directa o indirecta el acreedor adquiere derechos cuando el contrato de deuda es incumplido. Es decir que tanto en la economía del individuo o familiar, en la economía de una firma como en el agregado económico, el máximo valor apropiable como repago del contrato de deuda en situaciones de incumplimiento estará dado por el valor stock de capital existente en dicha economía y propiedad de la misma que actúa como respaldo.

repago al vencimiento del contrato de deuda puede ser expresada de manera simple como:

$$B = \text{MIN}(D, V) = D - \text{MAX}(D - V, 0) \quad (12)$$

donde V es el valor de mercado del capital según (10), D es el valor nominal de deuda y B es el valor de la deuda dependiendo de la realización en términos de valor de mercado de la variable V . De similar manera, el valor de la participación en el capital al vencimiento del contrato de deuda estará dada por E :

$$E = \text{MAX}(V - D, 0) \quad (13)$$

De (12) y (13) se observa que la realización de la variable aleatoria V decide el repago para cada participante al momento de vencimiento T . De hecho se puede observar el privilegio de cobro de los proveedores de crédito o ahorros a través de deuda, ya que a menos que $V = 0$ siempre accederán a un monto positivo, mientras que los tenedores de instrumentos de participación solo obtienen el residual. Sumando $E + B$ se obtiene el valor V , es decir la identidad contable original.

$$V \equiv E + B \quad (14)$$

De la relación (12) se observa que en el caso que V no tenga estados de la naturaleza asociados donde la realización se encuentre por debajo de D el tenedor de deuda recibe $B=D$ (el monto íntegro de su acreencia al vencimiento) en todos los estados de la naturaleza; esta es una situación de deuda libre de riesgo de incobrabilidad; sin embargo en la medida que existan escenarios donde $V < D$, entonces en dichos estados de la naturaleza B será diferente de D , dado que existirán situaciones donde la realización del valor del stock de capital V no sea suficiente para repagar D ($V < D$), de donde se asume que el acreedor se cobra del valor del capital que actúa como colateral¹⁴. Por las características del payoff a cada instrumento de financiamiento, y por el hecho que el deudor puede ejercer el derecho de incumplir con el pago D (soportando las consecuencias), se dice que la característica de responsabilidad limitada en los

¹⁴ El sentido del concepto de colateral en el presente capítulo será el asociado a lo expuesto en nota al pie 13.

instrumentos de participación introduce una asimetría en las funciones de repago que le dan al deudor la opción de decidir entre repagar su deuda o no (en cuyo caso le caen eventuales sanciones o costos por incumplimiento) conforme (13). Esta opción puede modelarse como una opción financiera de estructura similar a un derecho de venta¹⁵, donde la decisión de no -pago conforme a (12) y (13) confiere al acreedor el derecho de cobrarse su deuda sobre el capital que actúa como colateral, siendo equivalente a que la opción de incumplimiento en el pago implica para el deudor el derecho de "vender" el colateral al acreedor, teniendo este derecho u opción de incumplimiento las características de una opción de venta o "put option" (no paga la deuda en T cuando el valor nominal excede valor del colateral del capital, e.g. ejerce su derecho de "vender los activos V al acreedor")¹⁶, de manera que existiendo riesgo de incobrabilidad (e.g. que $V < D$ en algunos de los estados de la naturaleza), el valor de mercado de la deuda podrá ser aproximado por: el valor nominal de la misma menos la opción de incumplimiento (default) o venta en poder del deudor:

$$B = D - P(V, D, T; \Omega) - Rc^{17} \quad (15)$$

donde P es el valor de la opción de incumplimiento ("put option") con precio de ejercicio D (valor nominal de deuda) escrito sobre un activo subyacente V (valor de mercado del capital colateral) que se ejerce en T (vencimiento de la deuda), donde Ω es el set del resto de los parámetros de la opción y Rc son los costos de transacción adicionales involucrados en la resolución del contrato¹⁸ (que dependen principalmente del marco jurídico y están relacionados con la efectiva protección de los derechos de acreedores y el costo asociado a los procesos de resolución de dichos contratos). Este componente de opción se origina en el comportamiento dicotómico de la variable D a la realización de V de acuerdo a (12). El enfoque es simple, pero suficientemente poderoso como para entender los aspectos intuitivos involucrados en la existencia de volatilidad asociada al precio de mercado del capital que actúa como colateral.

¹⁵ Responsabilidad frente a las deudas limitada al valor del capital que actúa como colateral.

¹⁶ Para un desarrollo completo de la interpretación de la deuda con riesgo desde el punto de vista de valuación de contratos contingentes, como una combinación de deuda libre de riesgo y una opción de incumplimiento propiedad del deudor, ver Merton (1992) parte IV o Ingersoll (1987) cap. 19.

¹⁷ Donde el último término de la derecha representa potenciales costos de transacción asociados a la resolución del contrato.

transferencia de riesgo y por ende de valor desde los tenedores de deuda hacia los tenedores de equity²⁰.

Este mayor valor del "put option" como consecuencia de la mayor incertidumbre respecto del valor futuro del capital de colateral tiene su implicancia en el costo de financiamiento a través de este instrumento. En un contrato de deuda inicialmente libre de riesgo (en el sentido expuesto en (12)) que promete una tasa de interés de r , una mayor incertidumbre en cuanto a la realización de V implicará que pueden existir estados de la naturaleza donde el contrato de deuda no sea respetado en su valor nominal, generando valor en la opción de incumplimiento asociada conforme a (12) y (15). En términos de costo de financiamiento a través de deuda, si se supone que el costo inicial r es en base a un contrato libre de riesgo por D , en la medida que el valor futuro V se torne mas incierto, el valor de mercado B de dicho contrato previo a su expiración será el que surge de (15), por lo que el efectivo costo de deuda estará dado por:

$$y = r/B \quad (16)$$

donde $y > r$ porque $B < D$, siendo la diferencia entre el costo nominal y el costo real:

$$\lambda = y - r \quad (17)$$

un componente de costo financiero que se puede asociar al concepto de sobretasa o prima ("spread") de riesgo de incumplimiento ("default").

Si por el contrario el instrumento financiero escogido a los efectos del financiamiento en su totalidad fuese de participación en el capital, la función de repago conforme (13) y (14) queda expuesta como:

$$V = E \quad (18)$$

¹⁹ Este punto ya fue tratado en el capítulo anterior en el contexto de decisiones de inversión frente a incertidumbre.

²⁰ Está en la esencia de las cláusulas de garantía ("covenants") en los contratos de deuda prevenir este tipo de expropiaciones de valor desde los acreedores hacia los accionistas.

donde se elimina el componente de comportamiento asimétrico en la función de repago según (12) y (13) y en consecuencia de incumplimiento de contrato en algunos estados de la naturaleza, siendo completamente flexible el valor de mercado del instrumento al valor del activo subyacente en cada estado de la naturaleza, en el sentido que el valor del contrato se ajusta a través del precio de manera transparente al valor de mercado del capital asociado.

5 Modelo formal de cálculo del valor de la opción ("put option") de incumplimiento

Conforme lo expuesto en el punto anterior, el valor de un contrato de deuda con riesgo de incumplimiento puede ser aproximada a través del valor nominal de la deuda D menos el valor de una opción (put option) asociado al derecho que tiene el deudor de incumplir con el pago de la misma. Merton (1992) y otros²¹ exponen una fórmula cerrada (bajo ciertos supuestos) para el valor de dicha opción de incumplimiento asociado a la deuda riesgosa a través de considerar una opción de venta perpetua²² P con valor de ejercicio D (valor nominal de deuda) sobre un activo subyacente V (valor de mercado del stock de capital que actúa como respaldo de la deuda) que sigue un proceso dinámico geométrico de la forma:

$$dV = \alpha V dt + \sigma V dz^{23} \quad (19)$$

donde σ refleja la volatilidad instantánea de V ²⁴. A los efectos de valuar el la opción de venta P , se sigue la usual manera de construir un portafolio de arbitraje H , donde conforme el desarrollo del anexo A la solución para $P(V)$ puede ser expresada como:

²¹ Ver Ingersoll 1987 cap 19

²² Opción de venta perpetua implica que la deuda D no tiene vencimiento T ; a los efectos intuitivos del modelo, se puede asociar este concepto a la alternativa de una continua refinanciación ("roll over") de la deuda, es decir que no existe riesgo de renovación del crédito, lo que representa un supuesto fuerte pero permite limitar el riesgo a la variabilidad en la realización de V solamente.

²³ Las variables son similares y consistente a las utilizados en el capítulo anterior.

²⁴ De acuerdo al desarrollo del capítulo anterior la volatilidad de la variable V se puede explicar parcialmente por la volatilidad en la tasa de crecimiento esperada. En el punto 7 se expondrá que la volatilidad en V puede encontrar su origen en volatilidad asociada al flujo de crédito.

$$P(V) = \begin{cases} (D - V^*) (V^*/V)^\beta & \text{para } V \geq V^* \\ D - V & \text{para } V < V^* \end{cases} \quad (20a)$$

$$D - V \quad \text{para } V < V^* \quad (20b)$$

siendo V^* el valor de V en el cual es óptimo ejercer el derecho de incumplimiento dado el valor nominal de deuda D :

$$V^* = \beta / (1 + \beta) D < D \quad (21)$$

y donde β es la raíz positiva que resuelve la ecuación

$$\beta = \frac{-(r - \sigma^2 / 2) + \sqrt{(r - \sigma^2 / 2)^2 + 2r\sigma^2}}{\sigma^2} > 1 \quad (22)$$

y

$$\beta = 2r / \sigma^2 \quad (23)$$

donde

$$\frac{\partial \beta}{\partial \sigma^2} = \frac{-2r}{\sigma^4} < 0 \quad (24)$$

Se observa entonces que dado que $\beta > 1$, $\beta / (1 + \beta) < 1$, el valor V^* al cual será óptimo ejercer el incumplimiento se encuentra según a (21) por debajo de D , lo que significa que el hecho que $V < D$ no implica necesariamente que se caerá en incumplimiento; la incertidumbre y la irreversibilidad crean un valor de opción de espera, introduciendo un costo de oportunidad en la posibilidad de un incumplimiento en el repago.

6 Estática comparativa en base a diferentes escenarios de volatilidad

En este punto se desarrolla sobre el impacto que tiene en el valor del put option una mayor volatilidad (varianza) del valor del activo subyacente, y las implicancias en cuanto a tasas de interés efectivas de la economía y nivel de utilización de instrumentos de participación en el capital. Según la exposición del punto anterior, el valor del derecho al incumplimiento conforme los supuestos utilizados puede ser aproximado a través de (20a) para $V > V^*$ donde se reemplaza el valor de V^* :

$$P(V, \beta, D) = (D / (1 + \beta))^{1 + \beta} \beta^\beta V^{-\beta} \quad (25)$$

donde dividiendo por D a los efectos de expresar el valor del put en relación al monto nominal de deuda D^{25} :

$$P/D = (1 / (1 + \beta))^{1 + \beta} \beta^\beta (D/V)^\beta \quad (26)$$

y tomando logaritmo natural²⁶:

$$\ln(P/D) = - (1 + \beta) \ln(1 + \beta) + \beta \ln(\beta) + \beta \ln(D/V) \quad (27)$$

y diferenciando con respecto a β :

$$d \ln \left(\frac{P}{D} \right) = \left[- \ln(1 + \beta) - 1 + \ln(\beta) + 1 + \ln \left(\frac{D}{V} \right) \right] d\beta \quad (28)$$

de donde se obtiene:

$$\frac{dP/D}{P/D} = [\ln(D/V) + \ln(\beta / (1 + \beta))] d\beta \quad (29)$$

²⁵ De esta manera el valor del put que refleja el valor de mercado del riesgo de incumplimiento queda expresado como un porcentual de pérdida de valor o quita sobre el valor nominal de deuda, y permite analizar mejor la relación expuesta en (16) y (17). En caso contrario, la relación de interacción entre nivel de deuda D y volatilidad σ no sería consistente en su análisis.

²⁶ Una transformación monotónica que no cambia los resultados en sentido.

y haciendo uso del resultado expuesto en (21) se obtiene que la derivada :

$$\frac{\partial P}{\partial \beta} = [\ln(V^*/V)] \frac{P}{D} < 0 \quad (30)$$

es negativa ya que $V^* < V$, y haciendo uso de (23) y (24) se obtiene que:

$$\frac{\partial(P/D)}{\partial \sigma^2} = [\ln(V^*/V)] \left(\frac{-2r}{\sigma^4} \right) \frac{P}{D} > 0 \quad (31)$$

Por otro lado, derivando (27) con respecto a D se obtiene:

$$d \ln \left(\frac{P}{D} \right) = \beta \left(\frac{1}{D} \right) dD \quad (32)$$

obteniéndose que:

$$\frac{\partial(P/D)}{\partial D} = \left(\frac{\beta}{D} \right) \left(\frac{P}{D} \right) > 0 \quad (33)$$

Finalmente, juntando los resultados (31) y (33) se obtiene la relación de interacción entre $d\sigma^2$ y dD para $d(P/D)=0$ de la forma:

$$dD = \frac{- \frac{\partial(P/D)}{\partial \sigma^2}}{\frac{\partial(P/D)}{\partial D}} d\sigma^2 \Big|_{d(P/D)=0} < 0 \quad (34)$$

dados los resultados para las derivadas parciales, lo que en términos de las derivadas implica

$$\frac{dD}{d\sigma^2} \Big|_{d(P/D)=0} = \frac{- [\ln(V^*/V)] \left(\frac{-2r}{\sigma^4} \right)}{\left(\frac{\beta}{D} \right)} \Big|_{dP=0} < 0 \quad (35)$$

El resultado expresado en la condición (35) es pertinente a los efectos del análisis, y se interpreta en el sentido que:

- manteniendo constante el valor V del activo subyacente, un incremento en su varianza debe ser contrarrestado con una caída en el valor de D para que el valor del put option respecto al valor nominal de deuda se mantenga constante, o lo que es similar, para que la prima de riesgo asociada al incumplimiento en el repago de deuda se mantenga constante.

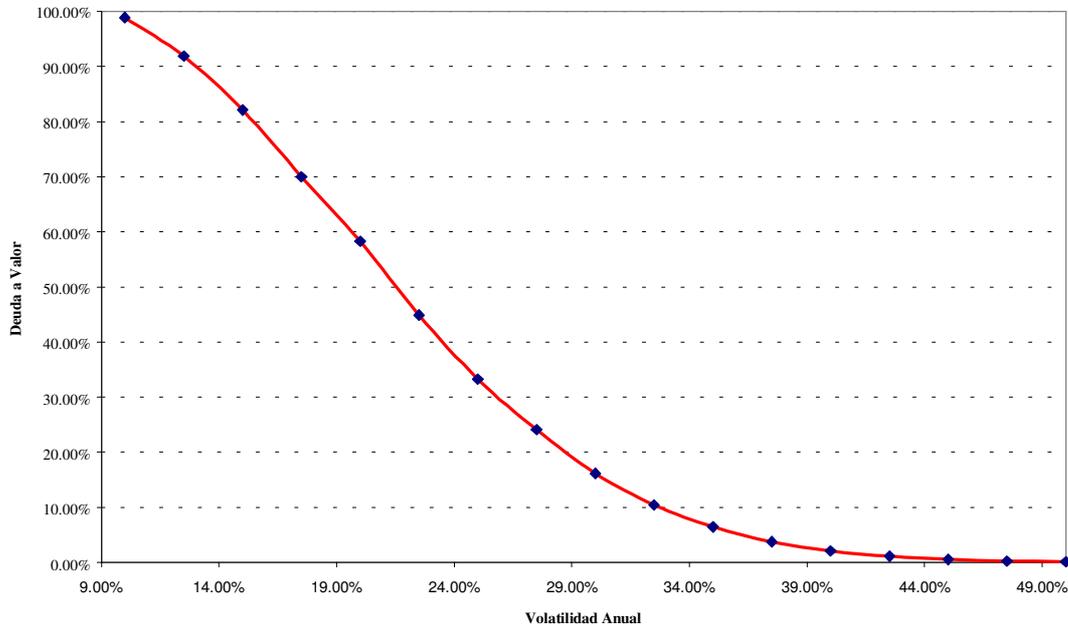
Para capturar mejor este resultado, se puede proceder con la siguiente simulación. Se normaliza el valor de V en 100, la tasa libre de riesgo en 5%, el valor nominal de deuda en 70 (lo que representa un grado de endeudamiento del 70%, consistente con cifras de endeudamiento agregado del índice Standard & Poor' s 500), y la volatilidad en 17.5% (consistente con la volatilidad histórica anual del índice S&P500). Para dichos parámetros, conforme a (26), la relación de valor del put hacia valor nominal de deuda es de 3.1%. A continuación se modifica el nivel de volatilidad hacia arriba y hacia abajo, bajo la restricción de mantener la relación del valor del put P al valor nominal de deuda D en un nivel constante, siguiendo lo derivado (35), de donde se obtiene la siguiente tabla:

Tabla 1 Relación entre diferentes combinaciones de volatilidad y nivel de deuda manteniendo el ratio de valor del put a deuda constante

Volatilidad Valor Capital	Ratio Deuda a Valor	Ratio Valor Put a Deuda
10.00%	98.87%	
12.50%	91.85%	se mantiene
15.00%	82.10%	constante en
17.50%	70.00%	3.1%
20.00%	58.27%	
22.50%	44.88%	
25.00%	33.29%	
27.50%	24.10%	
30.00%	16.14%	
32.50%	10.44%	
35.00%	6.47%	
37.50%	3.76%	
40.00%	2.09%	
42.50%	1.11%	
45.00%	0.56%	
47.50%	0.27%	
50.00%	0.12%	

donde los datos pueden ser mejor apreciados en su correspondiente gráfico:

Gráfico 2 Ajuste de ratio D/V frente a cambios en la volatilidad manteniendo el valor del put de incumplimiento constante en relación a D



de donde se observa claramente la relación negativa entre el nivel de deuda D y el nivel de volatilidad σ que mantienen la relación entre el valor del put option y el valor nominal de deuda constante, de manera de mantener el costo efectivo de endeudamiento constante conforme ecuaciones (15-17). Ya fue mencionado que el resultado obtenido previamente es pertinente a los efectos del análisis comprendido en este capítulo: indica que un mayor nivel de volatilidad en el valor del activo subyacente V (dado su valor presente) debe ir acompañado de una disminución en el nivel de deuda D o equivalentemente, un incremento en el nivel de uso de financiamiento a través de instrumentos de participación E según condición (14), con el objeto de mantener el valor del put option proporcional al nominal de deuda en un nivel constante, de manera de no afectar el costo efectivo de tasa de interés. Interpretando los resultados, se observa que conforme (24) y (30), un mayor nivel de volatilidad en V provoca un incremento en el valor del put option asociado a la deuda D de la forma:

$$B/D = 1 - P/D \tag{36a}$$

con:

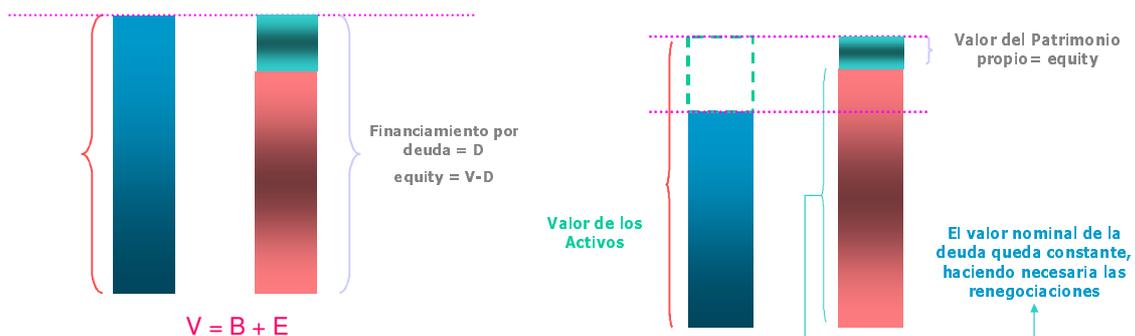
$$\Delta(P/D) > 0 \tag{36b}$$

se sigue que:

$$\Delta(B/D) = - \Delta(P/D) < 0 \tag{36c}$$

en consecuencia $\Delta\lambda > 0$ conforme a (17) subiendo el costo o tasa de interés efectiva de la economía ($\Delta y > 0$) de acuerdo a (16). La condición expuesta en (35) dice a ese respecto que a los efectos de evitar el efecto expuesto en (36c) el mayor nivel de volatilidad debe ser compensado con un menor nivel de participación de D en V, o lo que es similar, con un mayor nivel de participación de E. De manera mas intuitiva, entornos volátiles implica que pueden existir estados de la naturaleza donde el valor resultante de V se encuentre con mayor probabilidad por debajo del valor del valor nominal del instrumento de deuda D utilizado para financiarlo (como fuese expuesto en el gráfico 1), como puede observarse en el siguiente gráfico:

Gráfico 3 Efecto de una caída mayor en el valor del capital donde queda constante el valor nominal de deuda



Mientras mas volátil es el valor V (barra azul), existen mas escenarios en el momento de la realización de V donde D (barra roja) puede estar por encima (irrelevante) o por debajo de (relevante) situación que es posible observar también en el gráfico 1, en el caso que D sea significativo como fuente de financiamiento²⁷.

7 El efecto de la volatilidad en la tasa de crecimiento sobre el financiamiento macroeconómico

Los conceptos desarrollados muestran que el financiamiento de un stock de capital con valor de mercado V requeriría de acuerdo a (35) y (36) una mayor participación de instrumentos de financiamiento a través participación en el capital mientras mas volátil sea el valor de V , con el objeto de mantener el costo efectivo de deuda y constante para la economía, vía el hecho de mantener constante el valor del put option asociado al incumplimiento en el repago conforme los resultados derivados en el punto anterior.

De la misma se puede observar que aquellas economías mas volátiles en el valor de su stock de capital debieran ser financiadas con un mayor stock de instrumentos de participación (o instrumentos sintéticos atados a la fuente de incertidumbre del dicho valor). Esto ayuda a minimizar el costo efectivo de la tasa de interés para dicha economía. Retomando los aspectos agregados de finanzas, se puede repetir la ecuación (8) y obtener la siguiente relación en el agregado entre financiamiento y aplicación:

$$V = q K \equiv SP + SG + SE = E + D \quad (37)$$

donde se observa que en el contexto macroeconómico el incremento del uso del instrumento E conforme (14) conlleva una mayor participación de instrumentos de participación en el financiamiento agregado del stock de capital de la economía (en sustitución de deuda), tanto en sus variables de stock (capital) como en sus variables de flujo (inversión). Respecto de la variable flujo (la inversión) que va conformando el stock de capital agregado, nos dice que en su financiamiento es preferible la utilización de instrumentos de participación, por el contexto de volatilidad agregada y por los efectos colaterales en situaciones de incumplimientos. Su desarrollo implica un menor riesgo agregado para la economía en su conjunto, ya que gran parte de los ajustes se traducen vía cambios en precios y no en cantidades.

En este punto es interesante incorporar los resultados expuestos en el capítulo II de esta tesis. En dicho desarrollo se analizaba evidencia histórica de volatilidad en la tasa de crecimiento de las economías de diferentes países. Asimismo en dicho capítulo, a través de un modelo matemático dinámico estilizado se vincula la volatilidad en la tasa de

²⁷ Este tipo de efecto originado por excesivo endeudamiento genera lo que en la literatura se conoce como "debt overhang", ver Obstfeld y Rogoff (1996).

crecimiento de la economía a la volatilidad en el precio de los activos de dicha economía, formalizando el resultado a través de las ecuaciones (II.22, II.23, II.24 y II.25) que exponen que la volatilidad de V en la ecuación (19) está relacionada de manera positiva con la volatilidad de la tasa de crecimiento esperada de la economía. En consecuencia, la existencia de esta evidencia y los resultados del punto anterior permiten ensayar que economías cuyas tasas de crecimiento tienen altos niveles de volatilidad, debieran contar en la estructura de financiamiento de su stock de capital con un mayor nivel relativo de instrumentos de participación, que permitan absorber de manera mas eficiente y flexible los potenciales cambios en los valores del stock de capital de la economía en su conjunto originado en la volatilidad, evitando situaciones de incumplimiento en los repagos de los contratos de deuda, estimulando la inversión de mediano y largo plazo, y evitando potenciales efectos de retracción del crédito ("credit crunch") gatilladas por incumplimientos secuenciales de deudas contraídas²⁸.

7.1 El efecto del financiamiento del sector Gobierno

Dentro de la ecuación de financiamiento agregado definida en (37) se encuentra incorporado el ahorro público, o lo que es equivalente, el ahorro/desahorro que realiza el Estado en su conjunto. El objetivo del presente punto es analizar el rol que satisface en dicha relación el comportamiento del sector Gobierno a la luz de los resultados obtenidos en los puntos anteriores.

A modo de aproximación, el nivel de ahorro del sector Gobierno en términos de flujo viene dado por la siguiente relación:

$$S_g = \Delta D = D - D_{-1} \equiv T_x - G - r_G D_{-1} \quad (38)$$

donde $D - D_{-1}$ es el cambio en la posición de activos netos (activos menos pasivos) del Gobierno (deudora/acreedora), G es el nivel de gasto agregado en el período de tiempo

²⁸Un punto no analizado pero no por ello menos interesante es la aplicación de los conceptos expuesto a la cadena de crédito, donde cada deudor posee una opción de incumplimiento como las descriptas, y donde el corte de la cadena de crédito se puede producir por el incumplimiento de un deudor que gatilla incumplimientos secuenciales (el activo de un acreedor es el pasivo de otro deudor) en el resto de la cadena, haciendo mas vulnerable la economía, sobretodo cuando la misma es volátil y es proclive a comportamientos de manada (como se expondrá en el capítulo siguiente) en virtud de problemas de agregación eficiente de información. En ese sentido Gray, Merton et al (2003) proporcionan una interesante exposición desde el punto de vista del manejo del riesgo agregado y su óptima distribución a partir de la existencia cruzada de propiedad de opciones originada en la cadena de crédito.

considerado; T_x son los impuestos que se recaudan en dicho período, y $r_G D_{-1}$ representa la renta de la posición de activos netos del sector Gobierno, a una tasa promedio r_G . Intuitivamente se puede exponer que $T_x - G$ es el superávit primario del Gobierno por unidad de tiempo, utilizado para atender los servicios de deuda y eventuales rescates de capital²⁹, o en su defecto para ser acumulado como activo. Los orígenes y aplicaciones de fondos del Gobierno deben inicialmente satisfacer la restricción intertemporal de presupuesto equilibrado:

$$V_{G0} = \sum_{t=0}^{\infty} \frac{G_t}{(1+r_G)^t} = \sum_{t=0}^{\infty} \frac{T_{x_t}}{(1+r_G)^t} = V_{Tx0} \quad (39)$$

siendo el nivel de activos netos D de acuerdo a (4) el que permite suavizar intertemporalmente las diferencias corrientes entre impuestos y gastos, dando lugar a la restricción en cada momento T :

$$D_{GT} \leq \sum_{t=T}^{\infty} \frac{T_{x_t}}{(1+r_G)^t} - \sum_{t=0}^{\infty} \frac{G_t}{(1+r_G)^t} = V_{TxT} - V_{GT} \quad (40)$$

El sector Gobierno por su parte al no ser una empresa privada no puede financiar sus necesidades de crédito a través de instrumentos financieros de participación; el único instrumento disponible inicialmente es la emisión de deuda.

El exceso de gasto (incluyendo servicios de deuda) respecto de los ingresos se puede traducir en emisión de deuda, cuyo valor de mercado es sensible a la volatilidad de valores de los activos reales o del valor presente de ingresos futuros que actúan como respaldo (punto ya tratado). Si por ejemplo la recaudación de impuestos está muy atada al ciclo de la economía en su conjunto y al marco institucional donde se cobran los impuestos³⁰:

$$T_x = f(Q) \quad (41)$$

²⁹ Considero como supuesto que no existen pasivos contingentes que al ser revelados, afecten el nivel de deuda mas allá del ahorro/desahorro del período.

³⁰ En el sentido que una caída del producto puede afectar de manera directa el cobro de impuestos T y de manera indirecta a través de una mayor evasión impositiva potenciando la volatilidad de la recaudación y en consecuencia de (16).

donde Q representa el producto de la economía, la volatilidad en la tasa de crecimiento del mismo se puede trasladar a mayor incertidumbre respecto del valor presente de dichos impuestos³¹ (V_{Tx} conforme (40)). Se observa que las ecuaciones (12), (13), (14), y (15) se pueden aplicar al sector Gobierno combinándola con la ecuación (40) de la forma:

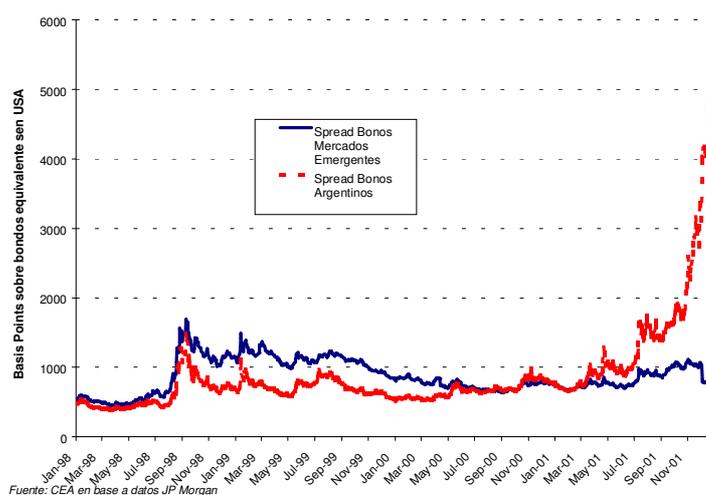
$$B_G = D_G - P(V_G, D_G, T; \Omega) - R_c \quad (42)$$

donde

$$E_G = V_G - B_G \quad (43)$$

y provocando que $y_G > r_G$ al ser $B_G < D_G$ por efectos de un mayor valor de la opción de incumplimiento, poniendo presión en las renovaciones de deuda D_G y cargando costos financieros de acuerdo a la ecuación (38), al modificar r_G por un mayor costo de deuda efectivo y_G y amplificando los efectos del excesivo endeudamiento; esta dinámica puede ser observada en el caso de la economía argentina donde el proceso previo a la crisis de fines de 2001 se veía reflejado en el incremento de la prima de riesgo de la deuda de Gobierno conforme el siguiente gráfico:

Gráfico 4 Spread de riesgo de bonos argentinos



³¹ Conforme un proceso similar al desarrollado en el capítulo II.

Lo que expone intuitivamente esta condición es que en condiciones de niveles mas altos de incertidumbre, el nivel de D_G en relación al producto de la economía y al valor presente de los impuestos a recaudar, debe ser relativamente menor que los indicados para economías mas estables (o con recaudación impositiva menos dependiente del ciclo de la economía). Asimismo, expone que en la medida que dichos instrumentos puedan incorporar condiciones y cláusulas que los asemejen a instrumentos de participación (aún cuando sea en parte) sea de manera directa o de manera sintética, los efectos debieran ser positivos para la tasa de interés efectiva del emisor. Mas aún, tomando la ecuación (37), dados S_p y S_e , un nivel de $S_g < 0$ absorbe recursos de la economía compitiendo con la inversión I lo cual afecta el grado de inversión privada conforme (8-9); volviendo al ejemplo del caso argentino que culmina con la crisis de 2001 tanto el efecto $S_g < 0$ como el hecho de una economía en recesión (que afecta la inversión a través del precio q en virtud de la dinámica de expectativas de crecimiento descrita en el capítulo II y en su Anexo E³²) pueden haber afectado el proceso de formación de capital. De manera análoga, una mejor situación de superávit fiscal que libera recursos en lugar de capturarlos permite a la economía proporcionar mas grados de libertad al financiamiento del nivel de inversión y del stock de capital, y a la vez le permite ser mas flexible a los shocks externos, sobretodo cuando el tamaño relativo de la economía no es grande respecto del escenario mundial. Resumiendo los conceptos desarrollados en este punto, el impacto del sector Gobierno puede ser significativo en la vulnerabilidad de la economía (a partir de la existencia niveles altos de deuda y de volatilidad en la tasa de crecimiento), tanto en sentido positivo como en sentido negativo, siendo este último caso cuando se dan las condiciones donde absorbe recursos netos de la economía y lo hace a través de instrumentos de deuda³³.

7.2 El efecto del financiamiento del sector externo

El nivel de ahorro externo viene asociado al saldo de la cuenta corriente SCC de la forma:

$$S_e = SCC \equiv \Delta R - SCK \quad (44)$$

³² Ver gráfico E.1 en capítulo II.

donde ΔR es el cambio en la posición de activos internacionales dentro de la economía (principalmente reservas de divisas) y SCK es el saldo de los movimientos de capitales desde el exterior hacia la economía y respecto de la misma hacia el exterior. Esta identidad expone que un déficit de cuenta corriente se financia con uso de reservas de activos externos o con ingreso de capitales. Conforme los resultados expuestos previamente, economías con mayores niveles de volatilidad respecto de sus tasas de crecimiento en el agregado (y eventualmente en el valor de los colaterales que respaldan los instrumentos de financiamiento) debieran propender a buscar crédito (en este caso en el exterior) privilegiando la utilización de instrumentos de participación en el capital (para $SCK > 0$ ³⁴. En caso que $SCK < 0$, provoca un problema o límite a la capacidad de la economía de formar capital K (de manera similar a $Sg < 0$ para el caso del Gobierno) comprometiendo la capacidad de crecimiento de la economía en el largo plazo³⁵. Asimismo, de acuerdo a (37) y (44), se observa que una fuente de variabilidad de V puede venir asociada a la variabilidad en Sp , en Se y/o en Sg ³⁶. En la medida que la variabilidad de Se es alta, la manera mas efectiva de neutralizar su efecto en la variabilidad de V es a través de reducir el grado de exposición del total de financiamiento hacia dicha fuente. Asimismo, si $Sg < 0$, y Se se hace súbitamente negativa por una reversión en el sentido del flujo de capitales, la covarianza entre las dos pasa a ser positiva, incrementando la variabilidad.

³³ Puede darse el caso de financiamiento a través de la absorción de ahorros externos, sin afectar el nivel interno de ahorro, aunque esta situación puede dar lugar a los efectos descritos por Calvo (1998) en caso de súbitas salidas de capital de la economía, que se exponen en el punto 7.2.

³⁴ Un punto no desarrollado en el trabajo, pero no por eso menor esta relacionado con la variabilidad del tipo real de cambio, en directa consonancia con los movimientos de créditos con el exterior. La variabilidad que he desarrollado esta relacionada con la incertidumbre en la tasa real de crecimiento de la economía, pero al incorporar sector externo, surge el efecto de la variabilidad en el tipo real de cambio, que puede introducir una fuente adicional de incertidumbre, potenciando los efectos descritos en cuanto a valores de put options asociados a incumplimiento en el repago de deuda.

³⁵ Si consideramos a Sg absorbiendo recursos ($Sg < 0$, $\Delta D_G > 0$) y lo colocamos en el sector izquierdo de absorción de recursos, y procedemos de similar manera con SCK en el sentido que el crédito del exterior es menor al crédito hacia el exterior, observamos:

$$I + \Delta D_G - SCK \equiv Sp + \Delta R \quad (8)$$

que expone en el lado izquierdo como aplicaciones de recursos el flujo de inversión doméstica, el incremento en la deuda pública y la salida de capitales, mientras que financiando esta aplicación en el lado derecho como origen de recursos observamos al ahorro privado doméstico, el cambio en la tenencia de reservas. Como la relación actúa como una identidad, debe ser satisfecha en todo momento, lo que significa que el movimiento en una variable debe ser compensado con un movimiento equivalente en otra, que en la mayor parte de los casos es el monto de inversión, y por ende la capacidad de la economía de financiar capital K .

³⁶ Varianza (V) = Varianza (Sp) + Varianza (Sg) + Varianza (Se) + 2 covarianza (Se, Sp) + 2 covarianza (Se, Sg) + 2 covarianza (Sg, Sp).

7.3 Existencia de burbujas en precios de activos y su implicancia en el financiamiento a través de deuda

La literatura respecto de burbujas³⁷ en precios de activos es bastante extensa, y no es el objetivo del presente trabajo hacer un desarrollo de la misma. Garber (1990) realiza un estudio interesante sobre casos históricos de burbujas de precios. Sin embargo, los conceptos desarrollados permiten evaluar con un enfoque diferente los eventuales motivos de las mismas y sus potenciales riesgos. A los efectos de definir el ámbito de aplicación, mencionaré tres tipos de burbujas de precios: precios de acciones, precio de inmuebles, y precio del tipo de cambio; los tres son activos reales.

En el análisis, puede ser de utilidad la ecuación (8) que se repite a continuación,

$$V_t = q_t * K_{t-1} = SP + SG + SE \quad (45)$$

Conforme fuese desarrollado en el capítulo II, la variable q puede asociarse al precio real del capital, y es consistente con la tasa de crecimiento del output que produce dicho capital (ver ecuaciones II.10-15). Conforme dicho desarrollo, los cambios en la tasa de crecimiento esperada impactan en la variable q guiando el proceso de inversión y formación de capital K , atrayendo eventualmente financiamiento a través de la promesa de mayor crecimiento. Sin embargo, se observa también que un desequilibrio en dicha condición (8) puede eventualmente venir originado desde el lado derecho; por ejemplo, frente a un exceso de SE en el contexto internacional (bajo por ejemplo el hecho de bajas tasas de interés a nivel internacional que originan excedentes de crédito) la variable q debe subir para mantener en equilibrio dicha condición (por ejemplo a q^* lo que reestablece el equilibrio), lo que efectivamente sucede. En consecuencia un exceso exógeno de crédito o financiamiento del lado derecho de (45) implica un desequilibrio con respecto al lado izquierdo, ajusta la variable q para incrementar el precio del stock de capital instalado. Sin embargo el q bajo el esquema original contenía implícita tasa esperada de crecimiento g , por lo que el ajuste de q no se da a través de un incremento en la tasa de crecimiento futura de la economía, sino por exceso de crédito. Esto puede producir un desequilibrio entre el valor fundamental de q (asociado a la tasa de crecimiento esperada) y el valor observado q^* que es alimentado por el crédito. Cuando

³⁷ De acuerdo a Garber (1990), el diccionario Palgrave asocia el concepto de burbuja a "un movimiento de precios ascendente sin un sólido fundamento comercial o económico, acompañado de un alto grado de especulación" (traducción propia).

por algún detonante las expectativas son alineadas nuevamente con el valor fundamental q , el precio se ajusta desde q^* desinflando el precio de los activos de respaldo V^{38} . El proceso descrito se asemeja a situaciones de burbujas en precios de activos reales, en los cuales se hace difícil anticipar el momento adecuado en el que las expectativas son ajustadas a su valor fundamental. Lo que no surge de dicha secuencia es intuición acerca del tipo de instrumento de crédito que se está utilizando para financiar el incremento de q a q^* . En la medida que el instrumento que canalice dicho crédito y que alimenta la burbuja sea a través de un contrato de deuda, la posterior caída en el precio de los activos dará lugar a la existencia de incumplimientos en dichos contratos, que permitieron alimentar la burbuja³⁹. Si el sector involucrado es el financiero, puede crear una situación bastante delicada en cuanto a la economía en su conjunto⁴⁰, eventualmente rompiendo la cadena de crédito y generando efectos reales sobre el nivel de producción de la economía. Si por el contrario la burbuja fuese alimentada con crédito contratado a través de instrumentos de participación, el posterior ajuste se produce a través de la variable precio, sin afectar contratos y sin generar incumplimientos ni quebrantos. Es cierto que la caída en q posterior a que se desinflen la burbuja es similar en ambos casos independientemente del tipo de contrato que se utilice, pero en el caso de instrumentos de deuda, los efectos que puede tener por el encadenamiento en los créditos y deudas de la economía, efectos sobre el sistema financiero y pérdidas relacionadas con costos de transacción asociadas a procesos de quiebras hacen potencialmente mas amplio el efecto riqueza negativo, con efectos potenciales adicionales sobre las expectativas y la liquidez del sistema⁴¹. Similares cuestiones son de aplicación con economías con tipo de cambio fijo cuyo crecimiento es alimentado por ahorro externo, apreciando el tipo real de cambio; si una potencial recesión afecta negativamente la entrada de crédito externo, y la mayor parte de los contratos son de deuda por un exceso en su uso, genera una situación de vulnerabilidad bastante significativa.

³⁸ Ver Obstfeld y Rogoff (1996) pags. 109-113 para un modelo dinámico que elimina la existencia de burbujas en precios de activos como condición de transversalidad para el equilibrio dinámico en el largo plazo, pero admite su dinámica en el corto plazo.

³⁹ Este efecto se observa claramente en el gráfico 3.

⁴⁰ En el sentido de los riesgos agregados desarrollados por Gray, Merton et al (2003)

⁴¹ Ver Bebczuk (2000).

8 Evidencia descriptiva sobre el grado de desarrollo en el mercado de capitales de Argentina de la utilización de instrumentos de participación⁴²

Es interesante que el modelo desarrollado previamente lleva a que en función de una mayor variabilidad en el valor del stock de capital en nuestra economía producto de un mayor volatilidad en la tasa esperada de crecimiento de la economía, los instrumentos de participación en el capital debieran tener una mayor difusión a los efectos de otorgarle flexibilidad a la economía frente a shocks. En el presente punto expondré evidencia descriptiva sobre esta situación para una mejor comprensión del enfoque. La estructura de inversión de los activos del sistema financiero representa un aspecto a desarrollar respecto de la exposición de los ahorros agregados.

8.1 Uso internacional de instrumentos de participación en el capital (equities)

El siguiente cuadro expone una comparativa de la distribución de la riqueza (ahorro acumulado) en diferentes países europeos.

Cuadro 1 Distribución de la riqueza financiera de las familias en países europeos

	Reino Unido		Alemania		Francia		Italia	
	1990	2000	1990	2000	1990	2000	1990	2000
Depósitos y disponibilidades	32.0%	23.0%	52.0%	36.0%	40.0%	26.0%	37.0%	25.0%
Inversores Institucionales	48.0%	58.0%	27.0%	36.0%	29.0%	33.0%	23.0%	31.0%
Bonos - Tenencias Individuales	2.0%	1.0%	15.0%	11.0%	4.0%	2.0%	19.0%	18.0%
Acciones - Tenencias individuales	18.0%	18.0%	6.0%	17.0%	27.0%	38.0%	21.0%	26.0%

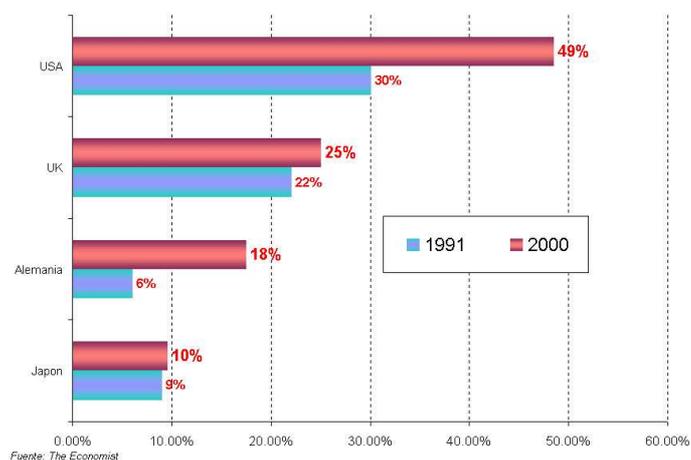
Fuente: GESF Mecon en base a Byrne y Davis (2002)

En el mismo se observa la alta participación de los activos en equities (participación en el capital de empresas públicas que cotizan) con respecto al total, y también se observa que la misma ha ido en crecimiento en el tiempo, sustituyendo ahorros originalmente destinados a depósitos en entidades del sistema bancario y efectivo. Se desprende un mayor grado de incorporación de instrumentos de equities dentro de la estructura de asignación de ahorros.

⁴² La fecha de análisis es hasta fines de 2001. La elección de la fecha para los datos descriptivos no es casual. Con esta exposición de datos se busca poner en evidencia el grado de vulnerabilidad que poseía el sistema de intermediación financiera al momento de la crisis de fines de 2001, y el grado de subutilización de instrumentos de participación en el capital.

Asimismo, el siguiente gráfico permite observar una comparación para diferentes países con economías desarrolladas sobre el grado de evolución del porcentaje de la población adulta que posee acciones de empresas cotizantes en mercados:

Gráfico 5 % de población adulta que posee acciones



La misma es significativamente alta, y con tendencia al crecimiento en el tiempo. Ambos cuadros expuestos nos evidencian una mayor aceptación en una muestra de economías desarrolladas de la utilización de acciones de empresas que cotizan en el mercado de capitales, como destino de ahorros.

Esta evidencia es consistente con la estructura global de existencias de activos financieros conforme surge del siguiente cuadro:

Cuadro 2 Activos Financieros Mundiales 1998 (en trillones de U\$S)

	Montos	En %
Bonos Corporativos	10.0	12.5%
Bonos de Gobiernos	17.1	21.4%
Equities	28.6	35.7%
Depositos Bancarios y Monedas	24.3	30.4%
Total	80.0	

Fuente: The Economist s/ IFC, SSB, MSCI, FMI, etc.

donde se observa que la participación de instrumentos de equity en el stock de activos financieros mundiales representa mas de una tercera parte (1/3) del mismo⁴³.

Esta descripción evidencia que la inversión en acciones a nivel internacional es parte significativa de la estructura de ahorros acumulados, y que mas aún, ha ido creciendo en los ' 90 como instrumento de financiamiento.

8.2 Uso doméstico de instrumentos de participación a través de mercados de capitales

En el caso de la economía doméstica argentina, la evidencia de participación expuesta para el contexto internacional no se replica, ya que el portafolio de riqueza en nuestro país se ha encontrado mas sesgado hacia depósitos en el sistema financiero (en gran medida depósitos a plazo fijo) y mas recientemente hacia ahorro en el exterior. Weitz y Bebczuk (2002), encuentran que el total de ahorros en activos financieros en Argentina a Junio de 2001 se distribuía 52.1% en el sistema financiero e inversores institucionales (de los cuales el primero captura 31.4% y el segundo 20.7%), 10.5% en tenencias individuales de activos financieros (5.8% en circulante y 4.7% en valores negociables de los que acciones captura el 1.3%) y 37.4% en activos en el exterior. Del cómputo de dichos porcentuales se observa que hacia fines de 2001 a través del sistema local de intermediación financiera por bancos se canalizaba la mitad de los ahorros en activos financieros totales: a través de depósitos (instrumento de deuda de corto plazo) y de inversores institucionales, mientras que poco mas de un tercio se encontraba en activos extranjeros. Tomando como base estos datos, y conforme la estructura de inversiones de los inversores institucionales que se describe en el punto 9.2, Dapena (2003) estima que el nivel de ahorros aplicados a tenencias de instrumentos de participación en empresas cotizantes (equity) en nuestra economía a fines de 2001 era de aproximadamente:

⁴³ Conjuntamente al ahorro en activos financieros, las familias ahorran también en activos no financieros los cuales representan una gran proporción del stock de ahorros acumulados de las familias (principalmente bienes inmuebles) pero que no son categorizados como financieros.

Tabla 2 Porcentual de activos financieros invertidos en acciones 2001 en Argentina

Como % de los ahorros totales

Propiedad directa de activos financieros de participación	1.32%
<u>Propiedad Indirecta de activos financieros de participación</u>	<u>3.77%</u>
<u>Propiedad de activos financieros de participación</u>	<u>5.09%</u>

Fuente: Elaboración propia en base a datos de SAFJP's, SSN, BCRA y GESF

lo que evidencia que la tenencia de ahorros en activos financieros de participación en el capital por parte de los ahorristas a través de mercado de capitales local, tanto de manera directa como indirecta, no era muy significativa en relación a los parámetros internacionales considerados en el punto 8.1.

Otro elemento de evidencia es el que surge de comparar el valor de mercado de todas las empresas cotizantes respecto del tamaño de la economía, medido por la relación valor de mercado/PBI. La siguiente tabla permite exponer dicha comparación entre el valor de mercado de las empresas que cotizan públicamente en el mercado de capitales, y el tamaño de las economías a través de su PBI (medidos ambos en U\$S⁴⁴) medido a Diciembre de 2002:

Tabla 3 Comparación de Ratios de Capitalización de Mercado a PBI (Año 2002)

(En U\$S)	Nivel de PBI	Capitalización de Mercado	Relación Market Cap/ PBI		Nivel de PBI	Capitalización de Mercado	Relación Market Cap/ PBI	
PAISES INDUSTRIALIZADOS (G-7)					EUROPA			
Reino Unido	1,671.60	1,856.20	111.04%	Suiza	298.7	547	183.13%	
Estados Unidos	10,480.80	11,055.50	105.48%	Luxemburgo	23.3	24.6	105.58%	
Canada	737.6	570.2	77.30%	Finlandia	145.5	138.8	95.40%	
Euronext	2,452.80	1,538.70	62.73%	Suecia	268.5	179.1	66.70%	
Italia	1,310.80	477.1	36.40%	España	725.2	461.6	63.65%	
<u>Alemania</u>	<u>2,198.30</u>	<u>686</u>	<u>31.21%</u>	Grecia	147.2	66	44.84%	
Promedio			85.85%	Irlanda	134.7	59.9	44.47%	
				Dinamarca	190.8	76.7	40.20%	
ASIA - PACIFICO					Malta	4.2	1.4	33.33%
Hong Kong	161.5	463.1	286.75%	Noruega	218.6	68.1	31.15%	
Malasia	94.9	122.9	129.50%	Eslovenia	23.9	5.6	23.43%	
Singapur	89.3	101.5	113.66%	Turquía	167.5	34.2	20.42%	
Taiwan	280.1	261.3	93.29%	Hungría	75	13	17.33%	
Australia	414.4	380.1	91.72%	Austria	227.4	33.6	14.78%	
Japón	4,178.70	3,561.20	85.22%	<u>Polonia</u>	<u>201.2</u>	<u>28.8</u>	<u>14.31%</u>	
India	478.5	242.8	50.74%	Promedio			60.96%	
Corea	498.3	216.1	43.37%					
China	1,237.20	463.1	37.43%	AMERICA - LATINA				
Tailandia	126.3	45.4	35.95%	Chile	64.2	49.8	77.57%	
Nueva Zelanda	67	21.7	32.39%	Brasil	389.3	121.6	31.24%	
Filipinas	75.2	18.2	24.20%	Peru	56.8	11.4	20.07%	
Indonesia	180.3	30.1	16.69%	<u>Argentina</u>	<u>93.6</u>	<u>16.5</u>	<u>17.63%</u>	
<u>Sri Lanka</u>	<u>16.2</u>	<u>1.7</u>	<u>10.49%</u>	Mexico	592.6	103.9	17.53%	
Promedio			75.07%	Promedio			25.34%	

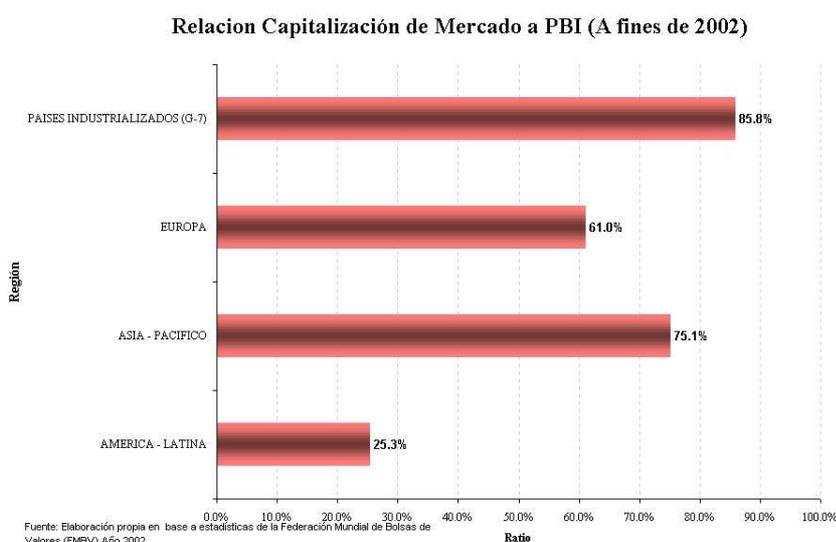
Fuente: Elaboración propia en base a estadísticas de la Federación Mundial de Bolsas de Valores (FMBV)

⁴⁴ Al ser una medida relativa, es difícil que se encuentre influenciada por consideraciones respecto a sobrevaluaciones o subvaluaciones del tipo de cambio.

donde se puede observar que (salvo el mercado chileno) el mercado latinoamericano de acciones de empresas públicas, y en especial el mercado argentino, se encuentran muy por debajo de las medias internacionales, revelando a través de este comparativo un cierto grado de subdesarrollo.

Si se grafican los promedios por regiones:

Gráfico 6 Relación Capitalización de Mercado a PBI - fines de 2002



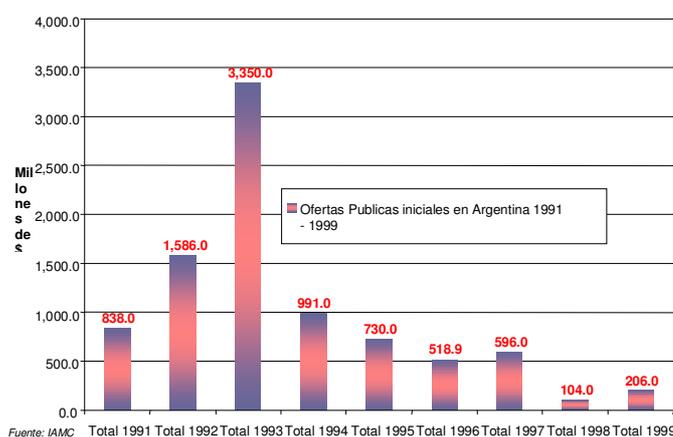
se refuerza esa sensación. Considerando este ratio, el mercado de capitales en equities de Argentina no se encuentra muy desarrollado (tampoco lo es en el conjunto de las economías latinoamericanas), siendo indicativa la diferencia con el valor de mercado de las que cotizan en Argentina en relación al producto de cada economía⁴⁵. El indicador de capitalización de mercado con respecto a tamaño de la economía es bastante utilizado en mediciones de este tipo, aunque es solamente indicativo de grado de desarrollo.

Otra serie descriptiva que proporciona comprensión de este fenómeno viene dada por los volúmenes ofrecidos de acciones de empresas al mercado (Ofertas Públicas

⁴⁵ La incorporación en la cotización de las empresas Repsol-YPF, Telefónica, Santander entre otras incrementa artificialmente la relación de valor de mercado a PBI, ya que son empresas cuyas acciones se pueden comprar localmente pero que el grueso de su valor y comercialización se realiza en otros mercados de valores. En tabla 3 y gráfico 8 se consideran solamente empresas domésticas siguiendo la metodología de la FIBV.

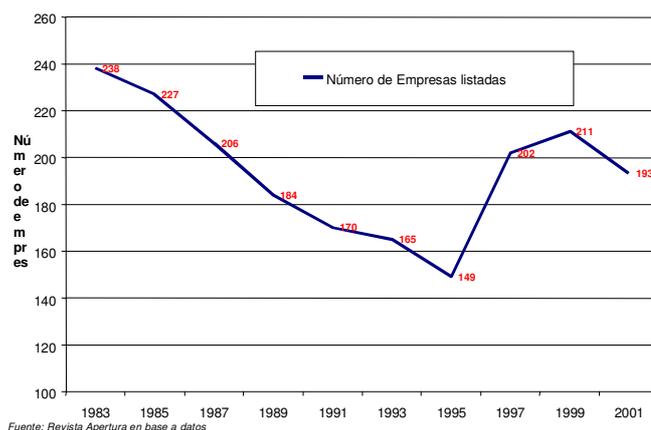
Iniciales). Como se observa en el siguiente gráfico dicha oferta decae en el tiempo, ya que en un mercado poco desarrollado no representaría una fuente de financiamiento y de ahorros significativa y atractiva.

Gráfico 7 Ofertas públicas iniciales en el mercado argentino 1991-1999



Esto debiera repercutir también en el número de empresas listadas en el mercado, que sigue dicha tendencia, como se observa en el siguiente gráfico:

Gráfico 8 Número de Empresas Cotizantes (1983-2001)



Esta descripción de diferentes indicadores evidencian un bajo grado del desarrollo del mercado público de compraventa de instrumentos de participación en el capital, lo cual apunta en sentido contrario a las consideraciones expuestas en los puntos anteriores respecto a economías que enfrentan tasas de crecimiento mas volátiles.

9 Posibles razones para el uso de instrumentos de deuda en contraposición a instrumentos de participación en el capital

En vista de los resultados que se debieran presentar conforme lo expuesto en el desarrollo teórico de este capítulo, y los datos que proporciona la realidad, es interesante proporcionar a modo de ensayo algunas potenciales explicaciones que permitan entender los motivos por los cuales una economía con alta volatilidad para la cual el modelo desarrollado anteriormente prevé un uso intensivo de instrumentos de participación, no refleja dicha prescripción⁴⁶.

9.1 Razones de asimetrías de información, problemas de agencia y gobierno corporativo

El desarrollo del presente capítulo no ha profundizado en consideraciones respecto de asimetrías de información. Como ya ha sido expuesto en la introducción, la abundante literatura que trata el tema permite afirmar que el uso de contratos de deuda es más popular en contextos donde los sets de información de los participantes son diferentes respecto de la verdadera naturaleza de los riesgos y retornos de las oportunidades de inversión y crédito. Estos sets de información pueden ser diferentes en lo relativo a la verdadera naturaleza de los proyectos de inversión de quienes solicitan financiamiento, que hace difícil en el sentido de Akerloff (1970) separar buenos proyectos de malos proyectos, repercutiendo en el costo de financiamiento y en la necesidad de costos de monitoreo (los cuales impactan en el valor de mercado del capital). Frente a dicha situación, Myers (1984) propone la teoría del "pecking order" en cuanto a la selección de instrumentos de financiamiento, donde el contrato de deuda se ubica en segundo lugar (después de la reinversión de ganancias) como instrumento elegido para formalizar el financiamiento⁴⁷. Este resultado se produce porque el contrato de deuda evita incurrir en costos de monitoreo del verdadero valor V en entornos de asimetría de información, donde el contrato actúa de manera eficiente y simple: cuando no se

⁴⁶ Como nota de precaución se debe señalar que en la economía argentina se hace uso intensivo de financiamiento a través de la reinversión de ganancias propias (ver Dapena y Dapena 2003), lo que en sí representa uso intensivo de instrumentos de participación, consistente con la teoría de "pecking order" de Myers (1984) pero esto puede deberse tanto a problemas de asimetría de información (que explica autofinanciamiento) como de protección frente a volatilidad (reinversión a través de patrimonio propio).

repagan los montos comprometidos, se gatillan acciones legales, por lo que no es necesario monitorear al deudor en todos los estados de la naturaleza⁴⁸, sino solo en aquellos en el que el deudor reclama no cuenta con los recursos suficientes para honrar sus obligaciones; la literatura es abundante en el tratamiento del tema⁴⁹. Bajo este enfoque, mercados de capitales donde existen asimetrías informativas respecto de la verdadera naturaleza de sus participantes, harán más eficiente la utilización de instrumentos de deuda. Estas asimetrías informativas pueden surgir como consecuencia del poco desarrollo de los mismos, existiendo factores de tipo estructural institucional que hagan difícil que la información sea distribuida entre todos los participantes, que los contratos sean debidamente respetados y que por ende los precios reflejen la información existente.

Otra explicación propone Jensen y Meckling (1976) que plantea pueden existir problemas de agencia entre accionistas mayoritarios y accionistas minoritarios, o entre accionistas y el la administración o "management" de las firmas, siendo estos problemas de principal-agente objeto de intenso estudio en finanzas. Bajo este enfoque, un accionista minoritario puede pensar que un accionista mayoritario busca quedarse con parte de sus ganancias, o hacer negocios con la firma en beneficio propio y en perjuicio de los accionistas minoritarios. Si se considera lo expuesto anteriormente con respecto a la asimetría de información, y que la economía evidencia dicho fenómeno al verdadero valor de V , un contrato de participación requeriría que se incurran en costos de monitoreo por parte de algunos accionistas minoritarios para evitar que al momento de la distribución de ganancias, ese valor sea informado de menos por parte de otros accionistas controlantes que poseen información más precisa⁵⁰ (oportunidades de expropiación de valor desde los accionistas involucrados en el manejo hacia los accionistas minoritarios, donde se extraen rentas en beneficio propio). Esto requiere que los perjudicados incurran en costos para verificar si el valor que se declara es el adecuado. En dicho sentido actúa también los problemas de principal agente entre el management, que puede utilizar el capital de la empresa en su propio beneficio, y los

⁴⁷ Rajan y Zingales (1998) elaboran una metodología ingeniosa para medir el desarrollo del sistema de intermediación financiera, haciendo distinción para las empresas entre mercado interno de capitales (reinversión de ganancias) y mercado externo de capitales.

⁴⁸ Como eventualmente sería en el caso de tener participación en las ganancias, donde frente a asimetrías de información en la verdadera realización de las mismas, se hace necesario incurrir en costos para monitorear todos los valores de V .

⁴⁹ Ver Bebczuk (2001).

⁵⁰ Como la participación de los accionistas está definida de antemano, un grupo de accionistas controlante puede verse tentados a declarar valores inferiores al real.

accionistas, que reciben los resultados de las acciones del management. En ambos casos (de problemas de agencia) el contrato de deuda haría mas eficiente la gestión, alineando los incentivos de las diferentes partes involucradas⁵¹. Este tipo de situaciones de conflicto de intereses que hagan eficiente la utilización de instrumentos de deuda están directamente relacionados a un potencial marco legal débil respecto a cuestiones de gobierno corporativo y protección de accionistas minoritarios, y aún cuando dicho marco fuese fuerte en su contenido, a que su aplicación por parte de la justicia sea ineficiente⁵². La existencia entonces de un marco legal y de aplicación de mecanismos de gobierno corporativo y de protección a accionistas minoritarios puede citarse como un factor condicionante en el desarrollo de mercados para instrumentos de participación en el capital (equities).

9.2 La relevancia de los inversores institucionales

Otro factor que puede contribuir a proporcionar potenciales explicaciones respecto al subdesarrollo del mercado de instrumentos de participación en nuestra economía está dado por el desarrollo de la figura del inversor institucional, y el tipo de inversiones que el mismo realizan⁵³. Internacionalmente las economías han evolucionado hacia una mayor participación de inversores institucionales en los mercados de capitales. El cuadro 1 ya expuesto nos refleja dicha tendencia:

Cuadro 3 Distribución de la riqueza financiera de las familias en países europeos

	Reino Unido		Alemania		Francia		Italia	
	1990	2000	1990	2000	1990	2000	1990	2000
Depósitos y disponibilidades	32.0%	23.0%	52.0%	36.0%	40.0%	26.0%	37.0%	25.0%
Inversores Institucionales	48.0%	58.0%	27.0%	36.0%	29.0%	33.0%	23.0%	31.0%
Bonos - Tenencias Individuales	2.0%	1.0%	15.0%	11.0%	4.0%	2.0%	19.0%	18.0%
Acciones - Tenencias individuales	18.0%	18.0%	6.0%	17.0%	27.0%	38.0%	21.0%	26.0%

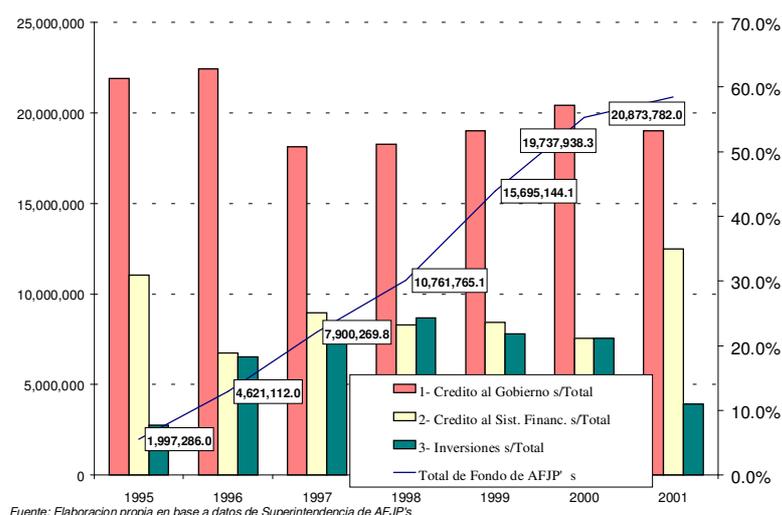
Fuente: GESF Mecon en base a Byrne y Davis (2002)

⁵¹ Como fuese mencionado en la introducción, existe literatura (Bernanke y Gertler 1990) que expone la utilización de instrumentos con repago contingente (tales como el equity) como alternativa a la deuda bajo ciertas condiciones, que a su vez hace mas eficiente la distribución del riesgo

⁵² Estos son temas de investigación en el área de estudio de Gobierno Corporativo, los cuales son relevantes para el desarrollo del mercado de acciones, ya que legisla la protección del inversor y accionista minoritario lo que le brinda seguridad. En Argentina la legislación aplicable surge del decreto 677/01 y su reglamentación. A los efectos de una investigación del marco de gobierno corporativo en Argentina, ver Apreda (1999).

La figura del inversor institucional es de relevante en el mercado de capitales, ya que permite canalizar de manera indirecta los ahorros de las familia, haciendo mas eficiente la ecuación de riesgo y rendimiento por la escala de sus operaciones y de su capacidad de recolección y análisis de información⁵⁴, donde la familia delega la tarea de encontrar perfiles de inversiones. En el presente punto describiré la cartera de inversiones de dichos participantes hasta fines de 2001, a los efectos de exponer a que tipos de riesgos se encontraban expuestos este ahorro en activos financieros dada la eventual volatilidad en la tasa de crecimiento de la economía. Con dicho propósito, es necesarios desagregar las inversiones de los inversores institucionales, y las inversiones de los bancos. El siguiente gráfico muestra la dinámica del portafolio de inversión de las administradores de fondos de jubilación y pensión (AFJP' s) en lo referente a las colocaciones que hacían de sus inversiones:

Gráfico 9 Cartera de Inversiones AFJP's Evolución 1995-2001 a octubre de cada año

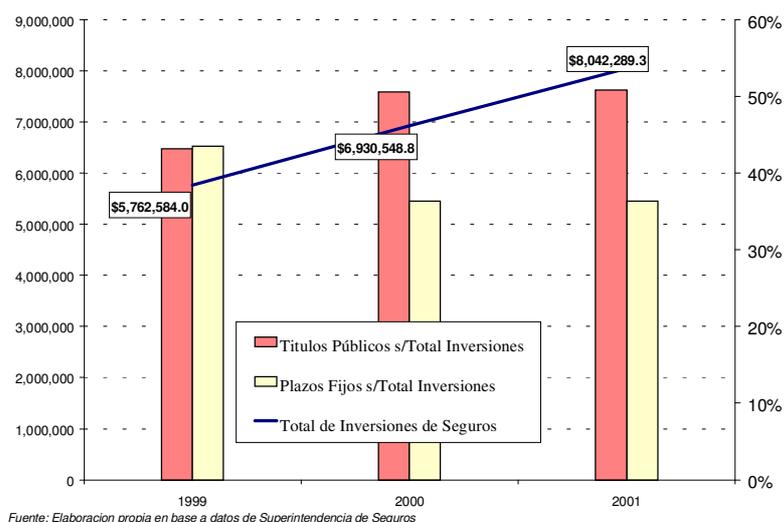


y de las inversiones de empresas de seguros:

⁵³ La figura de inversor institucional esta asociada a administradoras de fondos de jubilaciones y pensiones, fondos comunes de inversión y las compañías de seguros. Asimismo algunas clasificaciones incluyen a los bancos.

⁵⁴ Bajo el supuesto que la regulación es efectiva en cuanto a incentivar a que el inversor institucional trabaje en beneficio de sus ahorristas.

Gráfico 10 Cartera de Inversiones de Compañías de Seguros 1999-2001



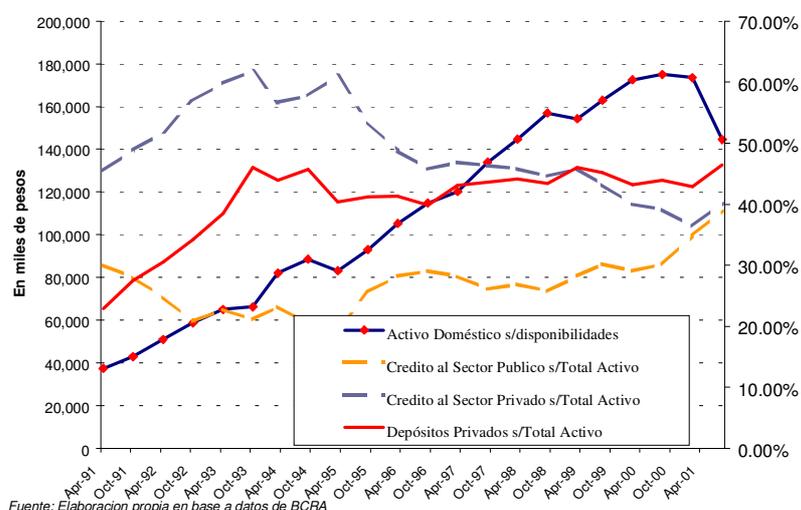
donde se observa que en ambas gran parte de los ahorros se canalizan hacia el financiamiento del sector Gobierno y en instrumentos de deuda, y hacia depósitos en el sistema financiero, instrumentados también en contratos de deuda. Por su parte los fondos comunes de inversión (FCI) capturaban ahorros y los colocaban principalmente en depósitos en bancos (68.2%) y en crédito al Gobierno (14.6%) a Junio de 2001⁵⁵.

De lo expuesto se observa que las inversiones de los inversores institucionales se encuentran altamente expuestas a instrumentos de deuda del Gobierno e instrumentos de deuda del sistema financiero. La inversión institucional en un instrumento flexibles tales como de participación en el capital es prácticamente nula. Finalmente queda exponer al sistema financiero de bancos en su conjunto como receptor de ahorros y canalizador de los mismos, atento que una parte significativa de la cartera de inversiones de los inversores institucionales estaba asignada en depósitos en el sistema financiero.

El siguiente gráfico muestra la evolución de los activos totales de los bancos, y el porcentaje de los mismos que financiaba al sector público, al sector privado (generalmente con instrumentos de deudas) y el porcentaje de los mismos que era financiado con depósitos.

⁵⁵ Datos según BCRA.

Gráfico 11 Activos domésticos (sin disponibilidades), créditos y depósitos privados de Bancos en Argentina (datos a abr y oct 1991-2001)



La serie permite observar que una proporción significativa del crédito (que respaldaba gran parte de los depósitos tomados) se dirigía a instrumentos de deuda del sector de Gobierno, siendo financiado en gran medida con depósitos privados y siendo creciente esta fuente de financiamiento en el tiempo, canalizando esos ahorros privados hacia crédito al sector público. Esta no es una sorpresa, ya que gran parte de la estrategia económica financiera del Gobierno apuntaba a capturar ahorros a través de emisión de deuda y es entendible desde el punto de vista de los rendimientos que obtenían el sistema bancario intermediando entre depósitos y créditos⁵⁶, de la necesidad del sector público de contar con crédito, de las normas prudenciales del Banco Central que privilegiaban los créditos al sector público en términos de inmovilización de capital por parte de los bancos, y de los costos de transacción que le ahorra al prestamista tener un solo cliente principal

Desde este punto de vista, el desarrollo del mercado de equities no habría sido ayudado porque los inversores institucionales no tenían dentro de sus destinos de inversión canalizaciones de fondos de ahorro significativo hacia dicho tipo de instrumentos que permitiesen contar con un mínimo de demanda, debido principalmente a la aplicación hacia crédito hacia el Gobierno, donde la conveniencia era mutua. Un involucramiento más activo de los inversores institucionales en el mercado de equities puede citarse como un elemento que podría ser significativo en el desarrollo del mismo.

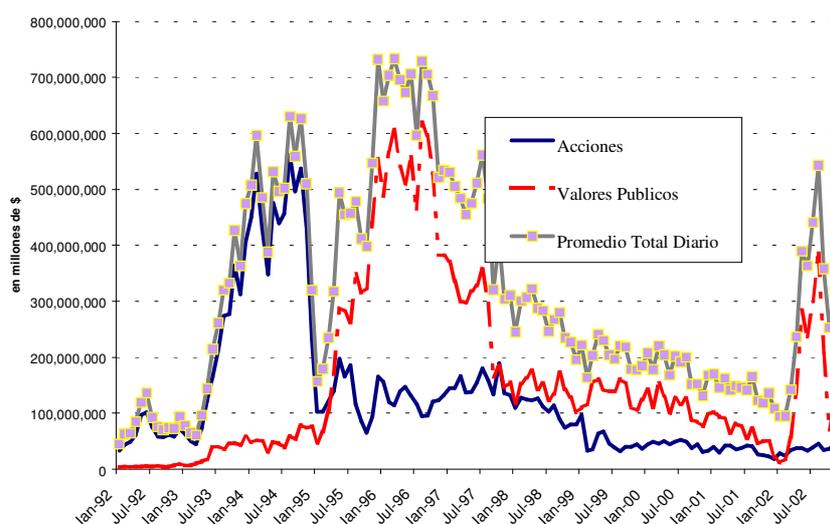
9.3 El impacto de la liquidez

Siguiendo con los puntos que permiten ensayar potenciales avenidas de explicación al subdesarrollo del mercado de instrumentos de participación en el capital, se puede proponer consideraciones relativas al nivel de liquidez del mercado. Liquidez es un concepto relacionado al volumen de transacciones que se realizan en un mercado. Mientras mas líquido es un activo (financiero o no), mas fácil es desprenderse de él, encontrando compradores y precios, lo que favorece su compra en primer lugar.

Los bonos argentinos eran bastante líquidos en el mercado internacional (según algunos cálculos movían un 25% del volumen de compraventa de bonos de mercados emergentes), lo que favorecía su demanda. No es menos interesante que esa liquidez para los bonos también tenía su correlato en el mercado local de capitales.

En el siguiente gráfico se observa series reveladoras al respecto:

Gráfico 12 Promedios diarios mensuales negociados Merval



Fuente: Elaboración propia en base a datos BCBA

El mismo mide el volumen promedio de comercialización diaria de activos financieros en el Mercado de Valores de Buenos Aires. Conforme lo sugerido por Dapena (2004), el volumen total podría moverse al ritmo de la liquidez internacional, que a su vez responde de manera significativa a la tasa de interés en Estados Unidos, y en menor medida, Europa. De dicho patrón surge que hasta 1994, el Mercado de Valores movía volúmenes promedio bastante significativos, que caen luego de la crisis de México, para

⁵⁶ El rendimiento promedio de bonos soberanos en U\$S era de 11% y la tasa promedio de los depósitos a plazo fijo en U\$S a 30 días de 7% (ver Dapena 2004).

incrementarse nuevamente, hasta la crisis rusa. Ese es el efecto de la liquidez internacional en el mercado local de capitales. Sin embargo el aspecto mas revelador esta dado por el tipo de activos financieros que se comercializaban. Conforme el gráfico, hasta 1994 el mayor volumen de comercialización total del mercado era originado en compraventa de acciones de empresas (consistente con la oferta publica de acciones de empresas privatizadas y el "capitalismo popular"); el volumen total cae y luego resurge nuevamente, siendo interesante observar que en esta segunda etapa viene liderado por la compraventa en el mercado de bonos. Analizando hechos contemporáneos de este fenómeno, surge que en 1994 se crea el sistema de AFJP' s, que con el calce previsto en sus inversiones sobre bonos (ante la necesidad de financiar el déficit del Estado por el traspaso) instituye un inversor institucional que se convierte en un actor principal del mercado de capitales y con un impacto significativo en la liquidez del mercado de bonos⁵⁷. El resto de los inversores institucionales (cíás. de seguros y fondos comunes de inversión, a los que se sumaron los bancos, por las ventajas comparativas en cuanto a requisitos de capital mínimos) tenía una alta exposición a bonos públicos, guiados quizá por la liquidez de este instrumento y por los aspectos ensayados en el punto anterior. Es válido arriesgar que este fenómeno de liquidez puede haber guiado también a inversores particulares, que encontraron en bonos públicos una alternativa de inversión fácil de vender en caso de ser necesario contar con efectivo, en detrimento de otras inversiones que hubiesen significado una diversificación de portafolio y un exposición al riesgo mas eficiente, tanto a nivel individual como institucional, lo que contribuye a complementar lo expuesto en el punto anterior respecto de los inversores institucionales. Mercados líquidos para un activo financiero estimulan su uso ya que se hacen atractivos para la demanda, y facilita las colocaciones por parte de los oferentes. Frente a este fenómeno, la liquidez en bonos desplaza a la de acciones (que al igual que los bonos corporativos, es dirigida al financiamiento de inversiones en activos reales por parte de las empresas), aspecto que se encuentra íntimamente ligado a lo expuesto en el punto anterior respecto de la asignación de las inversiones en los inversores institucionales.

⁵⁷ Se debe mencionar asimismo que la mayor parte de la compraventa de títulos públicos se hacía a través de un mercado extrabursátil denominado MAE (mercado abierto electrónico) y que el movimiento de bonos a través del Mercado de Valores era muy poco significativo, lo que da una idea adicional de la dimensión de liquidez de dicho instrumento con respecto a las acciones, que solo comercializaban en el Mercado de Valores.

9.4 Otras potenciales explicaciones

Entre otras explicaciones mas generales, no se pueden dejar de ensayar aspectos relacionados a:

- el gran tamaño de la economía informal en nuestro país (que hace que muchas firmas no puedan entrar al mercado por tener operaciones informales tanto desde el punto de vista impositivo como previsional que no soportarían el escrutinio de inversores);
- las sucesivas crisis con coletazos de expropiaciones de ahorros, que motivan la colocación de ahorros en el exterior;
- los aspectos de desarrollo en general de los mercados, que debieran formarse bajo instituciones sólidas, creíbles y perdurables en el tiempo;

y en lo específico a la estructura del propio mercado de capitales a:

- la inexistencia de una red de distribución abarcativa de los productos y servicios financieros que permita alcanzar de manera extensiva un gran número de ahorristas privados⁵⁸,
- la inexistencia de una cultura de inversión en este tipo de instrumentos de participación en el capital y la poca sofisticación en cuanto a educación de un gran número de ahorristas privados,
- la falta de una estructura eficiente en cuanto a conexión electrónica de mercados regionales intra y extra país que permita hacer que los costos de estructura sean mínimos y disminuya la dispersión en cuanto a instituciones⁵⁹.

En la presente exposición se están omitiendo consideraciones de tipo impositivo que pueden ser relevantes, entre otro tipo de consideraciones de otro tipo susceptibles ser mencionados. Respecto a estas potenciales omisiones, cabe el descargo que la enumeración bajo ningún aspecto pretende ser exhaustiva o totalmente abarcativa de todos los problemas, solamente busca ensayar en base a alguna evidencia los motivos por los cuales las prescripciones que surgen del modelo derivado no encuentran eco en

⁵⁸ Este elemento de explicación fue sugerido por Dagnino Pastore.

⁵⁹ En el único lugar del mundo donde la Bolsa de Comercio es una entidad independiente del Mercado de Valores es en Argentina; adicionalmente existe el Mercado Abierto Electrónico (extrabursátil).

la realidad; y que a la vez permitan ser apreciadas como avenidas para futuras exploraciones intelectuales relacionadas a este tópico.

10 Conclusiones

El presente capítulo considera que la observación de la variabilidad en la tasa de crecimiento del producto de una economía y su impacto sobre la volatilidad del precio del stock de capital conforme lo desarrollado en el capítulo anterior tiene connotaciones respecto de la arquitectura de los tipos de instrumentos que se utilizan en sistema financiero y de mercado de capitales de una economía. A los efectos de analizar dichas connotaciones se elabora un modelo a partir de identidades macroeconómicas de financiamiento agregado, complementándolo con herramientas de finanzas corporativas y de derivados financieros (opciones reales). De dicho proceso de análisis se obtiene que una economía con un nivel de producción con tasas de crecimiento volátiles debiera descansar mas en instrumentos de financiamiento de tipo contingente en los estados de la naturaleza (como los instrumentos de participación), que permite una distribución mas eficiente del riesgo, reduce el valor agregado de la opción de incumplimiento asociada a la deuda con riesgo y por ende la tasa efectiva de interés de la economía y que permite frente a variaciones significativas en el precio de los activos (burbujas de tipo de cambio, de precio de acciones o de precio de activos inmobiliarios) que otorgan respaldo, que el valor de la participación se acomode al nuevo escenario ajustando a través de precio del contrato sin gatillar incumplimientos, en contraposición a contratos de deuda que no permiten que su valor nominal se ajuste naturalmente, dando lugar a quebrantos e incumplimientos en los contratos establecidos, con potenciales efectos de costos de transacción relacionados a procesos de quiebra y renegociación. Los contratos de participación ajustan a través de la variable de precio de la participación, mientras que los contratos de deuda no permiten este ajuste de manera inmediata y limpia. Esta opción de incurrir en incumplimiento puede ser modelada como una opción de venta ("put option"), que a los efectos de mantener constante en relación al valor nominal de deuda (para que no repercuta en la tasa efectiva de costo de capital de la economía), frente a una mayor volatilidad requiere de una mayor participación de instrumentos de

participación en el total⁶⁰. El sector Gobierno de una economía no cuenta en principio con esta alternativa, ya que sus necesidades de crédito en general son satisfechas con instrumentos de renta fija del tipo de deuda⁶¹, por ello su participación en el mercado de capitales debiera ser muy acotada, o en su caso proveyendo de ahorros a la economía en lugar de demandándolos. La experiencia argentina muestra que una arquitectura financiera que incentiva y privilegia el ahorro privado en deuda del Gobierno puede tener efectos altamente indeseados en la cartera de inversiones de bancos y de inversores institucionales y por ende en el proceso de formación de capital.

Sin embargo, la evidencia muestra que el uso de instrumentos de deuda está altamente difundido, por lo que se exponen potenciales explicaciones a ese respecto. En ese sentido es indudable que cuando a la variabilidad en la tasa de la economía se le suma la existencia de asimetría de información, existe una relación compensada (costo-beneficio) entre usar instrumentos de participación en el capital (que se adaptan mejor a la alta variabilidad) y de utilizar instrumentos de deuda (que se adaptan mejor a entornos de asimetría de información con marcos legales y reales de gobierno corporativo débil).

La propuesta del presente capítulo no es reemplazar un instrumento de financiamiento por otro, pero si de generar los incentivos para que la arquitectura del sistema financiero refleje adecuadamente la importancia del ahorro privado en la economía doméstica y genera incentivos para incorporar activamente instrumento de participación en capital en la estructura de ahorros, haciendo mas flexible la economía dada la volatilidad que evidencia.

⁶⁰ De acuerdo a nota 23 de pie de página, si se interpreta el corte de la cadena de crédito atribuible al incumplimiento de un deudor que gatilla incumplimientos secuenciales (el activo de un acreedor es el pasivo de otro deudor) en el resto de la cadena, se puede hacer mas vulnerable la economía, sobretodo cuando la misma es volátil y es proclive a comportamientos de manada (como se expondrá en el capítulo siguiente) en virtud de problemas de agregación eficiente de información. Cada tenedor considera óptimo ejercer su derecho, y de darse un efecto en cadena, puede reforzar los aspectos negativos de la caída inicial del valor del colateral en un ejercicio secuencial de las opciones de incumplimiento, máxime aún si los instrumentos de deuda son de corto plazo, y sus colaterales de largo plazo (a diferencias de contratos de participación que limitaría el ejercicio de puts). Este punto es desarrollado a nivel macroeconómico por Gray, Merton et al (2003).

⁶¹ Aunque podrían explorar la emisión de instrumentos sintéticos de tipo contingente que le permitiesen ajustarse a los distintos estados de la naturaleza.

Referencias

Allen F. y Gale D. (1988), "Optimal Security Design". *The Review of Financial Studies* 1 (3): 229-263.

Altman E. (1984), "A Further Empirical Investigation of the Bankruptcy Question", *Journal of Finance* (September): 1067-1089.

Bebczuk R.. (1999), *Essays in Corporate Saving, Financial Development and Growth* Tesis doctoral no publicada. University of Illinois at Urbana-Champaign.

Bebczuk R. (2000), *Información Asimétrica en Mercados Financieros*, Cambridge University Press, Cambridge U.K.

Bernanke B. y Gertle M. (1989), "Agency Costs, Net Worth and Business Fluctuations". *American Economic Review* Vol 79:1, 14-31.

Bernanke B. y Gertle M. (1990), "Financial Fragility and Economic Performance". *The Quarterly Journal of Economics* 87-114.

Black F., y Scholes M. (1973), ' ' The Pricing of Options and Corporate Liabilities' ' . *Journal of Political Economy* 81 (May-June): 637-659.

Caballero R. (2000a), "Aggregate Volatility in Modern LatinAmerica: Causes and Cures", NBER working paper.

Caballero R. (2000b), "Macroeconomic Volatility in Latinamerica: A View and Three Cases Studies ", NBER working paper.

Caballero R. y Krishnamurty A. (1998), "Emerging Market Crises: an Asset Market Perspective", NBER Working paper.

Caballero R. y Krishnamurty A. (2001), "International and Domestic Collateral Constraints in a Model of Emerging Market Crises", *Journal of Monetary Economics* 48 (3) 513-548.

Calvo G. (1996), "Varieties of Capital Market Crises", en *The Debt Burden and its Consequences for Monetary Policy*, International Economic Association, Macmillan.

Calvo G. (1998), "Capital Flows and Capital Market Crises", *Journal of Applied Economics* 1 (1) 35-54.

Calvo G. (1999), "Contagion in Emerging markets: when Wall Street is a carrier", mimeo, University of Maryland.

Cox J., Ross, S., y Rubinstein M. (1979), ' ' Option pricing: A simplified approach' ' . *Journal of Financial Economics* 7, no. 3:229-263

Dapena, J. (2003), "Absorción de shocks en economías volátiles: ahorro a través de acciones en el mercado de capitales - el caso argentino 1993 -2001" Documento de Trabajo 257 Universidad del CEMA. Procedencias de la XXXVIII Reunión Annual de la Asociación Argentina de Economía Política, Mendoza Noviembre de 2003.

Dapena, J. y Dapena J.L. (2003), "Sistemas de información en Pymes y acceso al crédito en contextos de asimetrías de información". Documento de Trabajo 252 Universidad del CEMA. Procedencias de la XXXVIII Reunión Annual de la Asociación Argentina de Economía Política, Mendoza Noviembre de 2003.

DeAngelo H. y Masulis R. (1980), "Optimal Capital Structure under Corporate and Personal Taxation". *Journal of Financial Economics*, March 1980, 3-30

Dixit A. y Pindyck R. S. (1994), *Investment under Uncertainty*, Princeton University Press, Princeton, N.J.

Gale D. y Hellwig M. (1985), "Incentive Compatible Contracts: the one period problem". *Review of Economic Studies* 11: 647-663.

Garber P. (1990), "Famous First Bubbles". *Journal of Economic Perspectives* vol 4 2: 35-54.

Gray D., Merton R. C. y Bodie Z., (2003), ' ' A New Framework for Analyzing and Managing Macroeconomic Risks of an Economy' ' . MF Risk Working Paper- 03.

Greenwald B. y Stiglitz J. (1993), "Financial Markets Imperfections and Business Cycles". *The Quarterly Journal of Economics* Feb 77-114.

Ingersoll J. (1987), *Theory of Financial Decision Making*, Studies in Financial Economics. Rowman & Littlefield Publishers inc.

Jensen M. y Meckling N. (1976), "Theory of the Firm: Managerial Behaviour, Agency Costs and Ownership Structure". *Journal of Financial Economics* 3 (4): 305-360.

Kiyotaki N. y Moore J. (1997), "Credit Cycles". *Journal of Political Economy* Vol 105 no 2: 211-248.

Leland H. y Pyle D. (1977), "Informational Asymmetries, Financial Structure and Financial Intermediation". *Journal of Finance* May 371-388.

Laporta R., Lopez de Silanes F., Shleifer A. Y Vishny R. (1997), "Legal Determinants of External Finance", *Journal of Finance* 52 (3): 1131-1150.

Levine R. (1997), "Financial Development and Economic Growth: Views and Agenda", *Journal of Economic Literature* 35 (2): 688-726.

Levine R. y Zerbos S. (1998), "Stock Markets and Economic Growth", *American Economic Growth* 88 (3): 537-558.

Levine R., Loayza N. y Beck T. (2000), "Financial Intermediation and Growth: Casuality and Causes", *Journal of Monetary Economics* 46 (August): 31-77.

Lewis K. (1999), "Trying to Explain Home Bias in Equities and Consumption", *Journal of Economic Literature* 37 (2): 571-608.

Merton R. C. (1973), ' ' Theory of Rational Option Pricing' *Bell. Journal of Economics and Management Science* 4, no. 1: 141-183.

Merton R. C. (1974), ' ' On the Pricing of Coporate Debt: the Risk Structure of Interest Rates' *Journal of Finance* 29: 449-470.

Merton R. C. (1977), ' ' On the Pricing of Contingent Claims and the Modigliani-Miller Theorem' *Journal of Financial Economics* 5: 241-250.

Merton R. C. (1992), *Continuous Time Finance*. Blackwell Publishers

Miller M. (1977), "Debt and Taxes". *Journal of Finance* May 1977 , 261-297.

Miller M. (1998), "Financial Markets and Economic Growth", *Journal of Applied Corporate Finance* 11 (3): 8-15.

Modigliani F. y Miller M. (1958), "The Cost of Capital, Corporation Finance and the Theory of Investment", *American Economic Review* 48: 261-297.

Myers S. (1977), ' ' Determinants of Corporate Borrowing'*Journal of Financial Economics* 5 147-176.

Myers S. (1984), ' ' The Capital Structure Puzzle'*Journal of Finance* 575-592.

Myers S. y Majluf N. (1984), ' ' Corporate Financing and Investment Decisions when Firms have Information that Investors do not have ". *Journal of Financial Economics* June 187-221.

Obstfeld M. y Rogoff K. (1996), *Foundations of International Macroeconomics*, The MIT Press

Rajan R. y Zingales L. (1998), "Financial Dependenc Growth", *American Economic Review* 88 (3):559-586.

Sachs J. y Larraín F. (1994) *Macroeconomía en la Economía Global*,. Prentice Hall Latinoamericana.

Stiglitz J. y Weiss A. (1981), "Credit Rationing in Markets with Imperfect Information", *American Economic Review* 71 (3): 393-410.

Stiglitz J. (1969), "A Re-examination of the Modigliani Miller Theorem". *American Economic Review* Dec, 784-793.

Tobin J. (1969), "A General Equilibrium Approach to Monetary Theory". *Journal of Money, Credit and Banking* 1 (Febrero): 15-29.

Weitz C. y Bebczuk R.. (2001), "*La Argentina obligada a buscar un camino financiero propio*" Artículo publicado en Diario la Nación del 15 de Diciembre de 2001 con datos en base a investigación del Grupo Estratégico de Servicios Financieros (GESF) del Ministerio de Economía de la Nación.

Artículos

Apertura (2003),. "De la Tiza a la Computadora". Edición 122 de Junio de 2003.

The Economist (2001), *A Survey of Global Equity Markets*. Edición del 5 de Mayo de 2001.

The Economist (1999), *School Brief - Finance: trick or treat?* Edición del 23 de Octubre de 1999.

Datos

Banco Central de la República Argentina (www.bcra.gov.ar)

Base de Datos IMF (CD)

Bolsa de Comercio de Buenos Aires (www.bolsar.com.ar)

Centro de Economía Aplicada de Universidad del CEMA (www.cema.edu.ar/cea/index.html)

Federación Internacional de Bolsas de Valores (www.fibv.com)

Instituto Argentino de Mercado de Capitales (www.merval.sba.com.ar)

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (www.indec.gov.ar)

Superintendencia de Seguros de la Nación (www.ssn.gov.ar)

Superintendencia de Administradoras de Fondos de Jubilación y Pensión (www.safjp.gov.ar).

Anexo A - El valor de una opción de venta perpetua

Conforme lo expuesto por Merton (1992), bajo ciertas condiciones se puede desarrollar una formula cerrada para el valor del put option asociado a la deuda riesgosa a través de valuar un put option perpetuo $P(V)$ sobre un activo subyacente V que sigue un proceso dinámico geométrico de la forma:

$$dV = \alpha V dt + \sigma V dz \quad (A.1)$$

donde el valor nominal de la deuda es de D y donde σ refleja la volatilidad instantánea de V y donde a los efectos de simplificación, se supone que el activo no paga dividendos ($\delta=0$). A los efectos de la valuación se sigue el proceso descrito en el Anexo B del capítulo II construyendo un portafolio de arbitraje ϕ con las siguientes características: - se mantiene el put option con valor $P(V)$ y se venden $n = P'(V)$ unidades del activo subyacente V (o equivalentemente de un activo cuyos retornos están perfectamente correlacionados con el mismo). El valor de este portafolio es $\phi = P - P'(V)V$. Se debe notar que el retorno de este portafolio es dinámico, mientras V cambia $P'(V)$ puede cambiar de un período corto de tiempo al siguiente, de manera que la composición del portafolio debe ser reajustada (lo que se denomina "hedging" dinámico). No obstante, se mantiene n fijo en un período de tiempo corto dt . El retorno total de poseer el portafolio ϕ por un período corto de tiempo dt es:

$$d\phi = dP - P'(V)dV \quad (A.2)$$

donde para obtener una expresión para dP , se hace uso del Lema de Ito:

$$dP = P'(V)dV + \frac{1}{2}P''(V)dt \quad (A.3)$$

de manera que el retorno total del portafolio es

$$d\phi = P'(V)dV + \frac{1}{2}P''(V)dt - P'(V)dV \quad (A.4)$$

simplificando el primer y tercer términos del lado derecho de (A.4) se obtiene que el retorno del portafolio es:

$$d\phi = \frac{1}{2}P''(V)dt \quad (A.5)$$

Nótese que a través de la elección de n se ha constituido una posición que es completamente libre de riesgo (al desaparecer el término asociado a la incertidumbre en A.5), por lo que el retorno del portafolio es libre de riesgo. En consecuencia, para eliminar oportunidades de arbitraje, debe ser igual a r $\phi dt = r(P - P'(V) \cdot V)dt$:

$$r \cdot \phi dt = r(P - P'(V) \cdot V) dt = \frac{1}{2} P''(V) \sigma^2 V^2 dt \quad (\text{A.6})$$

dividiendo por dt y reagrupando da la siguiente ecuación diferencial que $P(V)$ debe satisfacer:

$$\frac{1}{2} P''(V) \sigma^2 V^2 + r V P'(V) - r P = 0 \quad (\text{A.7})$$

donde para el caso especial del put option perpetuo se aplican la siguientes condiciones de límite para derivar la solución.

$$\lim_{V \rightarrow \infty} P = 0 \quad (\text{A.8a})$$

$$P(A) = D - A \quad (\text{A.8b})$$

donde el parámetro A refleja el valor V^* en el cual es óptimo ejercer el derecho de default según el valor nominal de deuda D .

La solución de prueba puede ser intentada con $P(V) = (D - A) (V/A)^{-\beta}$ donde

$$P'(V) = -\beta (D - A) (V/A)^{-\beta-1} (1/A) \quad (\text{A.9})$$

y

$$P''(V) = \beta(\beta+1) (D - A) (V/A)^{-\beta-2} (1/A^2) \quad (\text{A.10})$$

son utilizados en la ecuación de dinámica (A.7), obteniéndose la siguiente expresión luego de despejar los términos comunes:

$$\frac{1}{2} \beta(\beta+1) \sigma^2 - r\beta - r = 0 \quad (\text{A.11})$$

donde β es la raíz positiva que resuelve la ecuación

$$\beta = \frac{-(r - \sigma^2 / 2) + \sqrt{(r - \sigma^2 / 2)^2 + 2r\sigma^2}}{\sigma^2} > 1 \quad (\text{A.12})$$

y

$$\beta = 2r / \sigma^2 \quad (\text{A.13})$$

Sustituyendo y reagrupando, se obtiene que el valor optimo $A = V^*$ al cual es optimo ejercer el derecho de default es:

$$A = V^* = \beta / (1 + \beta) D < D \quad (\text{A.14})$$

La solución para $P(V)$ y V^* puede ser expresada entonces como:

$$P(V) = \begin{cases} (D / (1 + \beta))^{1 + \beta} \beta^\beta V^{-\beta} & \text{para } V \geq V^* \\ D - V & \text{para } V < V^* \end{cases} \quad (\text{A.15a})$$

$$(\text{A.15b})$$

Se observa entonces que dado que $\beta > 1$, $\beta / (1 + \beta) < 1$, el valor V^* al cual será optimo ejercer el default se encuentra por debajo del precio de ejercicio D , lo que significa que el hecho que $V < D$ no implica necesariamente que se caerá en incumplimiento; la incertidumbre y la irreversibilidad crean un valor de opción de espera, introduciendo un costo de oportunidad en la posibilidad de un default de deuda.

Esta exposición completa lo expuesto en el Anexo B del capítulo II, pero en este caso para procesos de desinversión o abandono, que no siempre serán gatillados con $V < D$.

IV. DECISIONES DE INVERSION Y ABANDONO DE INVERSIONES EN CONTEXTOS DE AGREGACIÓN IMPERFECTA DE INFORMACIÓN

1 Introducción

La regla tradicional marshalliana de inversión plantea invertir si el valor V generado por la inversión es mayor a su costo I . A los efectos de la determinación del valor V , en general se utiliza el método de valuación a través de descontar el flujo de fondos esperado a través de una tasa de interés que refleje apropiadamente la clase de riesgo del activo subyacente. Sin embargo, como ya fue expuesto en el capítulo II de esta tesis, se deben tener en cuenta las consideraciones expuestas por Dixit y Pyndick (1994) relativas a la existencia de incertidumbre en los valores V e irreversibilidad de las inversiones I conforme el desarrollo del anexo B de dicho capítulo. En el mismo, se asocia la decisión de inversión a un derecho de compra (call) y se expone como la incertidumbre y la irreversibilidad pueden afectar reglas de inversiones consideradas como garantizadas. Myers (1977) es el primero en notar en su análisis que toda firma está compuesta por dos tipos de activos o capital, capital instalado y opciones de crecimiento, que se asemejan a las últimas a opciones de compra (calls) sobre el valor de flujos de fondos futuros. Mc Donald y Siegel (1984, 1985 y 1986) desarrollan trabajos donde exponen similitudes entre las opciones financieras y las inversiones en activos reales (tales como opciones de crecimiento, opciones de espera y opciones de abandono, que se asemejan a derechos de compra los dos primeros, y a un derecho de venta en el último caso). Mas recientemente, esta corriente de la literatura ha sido alimentada con trabajos de por ejemplo Trigeorgis (1988, 1997), Kulatilaka (1992, 1995^a) entre otros, a los que se suman nuevas vías de investigación, tales como aplicaciones en teoría de juegos por Grenadier (2000) y en teoría organizacional por Kulatilaka (2001).

Desde otra línea de investigación, surge literatura acerca de "cascadas informacionales" y modelos de agregación de información y aprendizaje social asociados a conceptos tales como economía de conductas y "comportamientos de manada", donde los agentes poseen información asimétrica e imperfecta, y aprenden acerca de la verdadera naturaleza de los eventos cotejando su set de información con el set que surge del

comportamiento del resto de los agentes. Estos temas han sido tratados por Banerjee (1992), Ellison y Fudenberg (1993), Caplin y Leahy (1994) y Gale (1996) entre otros.

El objetivo del presente capítulo es de generar un aporte al estudio de los mecanismos bajo los cuales se toman decisiones de inversión, utilizando herramientas de opciones reales e introduciendo conceptos de observación imperfecta de precios originados en entornos de agregación de información privada.

Como fue mencionado, la metodología de opciones reales utiliza herramientas de la teoría de opciones financieras¹ aplicadas al análisis de inversiones de capital en el contexto de negocios de la economía real. Sin embargo, mientras que en el mundo de las opciones financieras el valor de los activos subyacentes a las opciones es observable en los mercados a través de cotización pública de precios en mercados, en el mundo de las opciones reales dicho valor puede ser objeto de estimaciones privadas y por ende estar sujeto a errores de estimación. En este contexto, un agente puede estimar su valor en base a información privada y en base también a las decisiones susceptibles de ser observadas que toman otros agentes, quienes a través de las mismas distribuyen su información privada. Este "ruido" dentro del análisis privado de las inversiones puede dar lugar a la existencia de desvíos respecto al "timing" óptimo en las decisiones de inversión o eventual abandono. Mas aún, complementado lo desarrollado en el capítulo anterior, mercados de capitales con subdesarrollo en instrumentos de participación en el capital (equity) pueden acentuar dicho problema debido a la falta de difusión de información con respecto a los valores de los activos financieros².

La línea de trabajo de este capítulo se basa en el modelo de Grenadier (1999) sobre externalidades informativas y liberación de información privada a través de las decisiones de inversión y de Caplin y Leahy (1994) respecto de comportamientos de manada en decisiones de inversión (incorporando como decisión las correspondientes a abandonos de inversiones). El objeto de estudio apunta a relajar el supuesto de conocimiento simétrico de valores de activos subyacentes, sobretodo en el contexto de mercados subdesarrollados (por ejemplo de capitales respecto de las decisiones de inversión) que dificultan la difusión de información entre sus participantes y por ende la agregación de la misma y el aprendizaje social.

¹ Black y Sholes (1973) y de Merton (1973) derivan una fórmula cerrada para valuar (bajo ciertas condiciones) activos con características de opciones financieras. Este trabajo es complementado con el aporte de Cox, Ross y Rubinstein (1979) sobre metodología de valuación en entornos neutrales al riesgo, originadores de una extensa literatura al respecto.

2 La propuesta a desarrollar

El proceso de valuación de un activo en pos de una decisión de inversión es en sí subjetivo y eventualmente sujeto a errores de percepción; el hecho que existan diferentes percepciones de precios no indica necesariamente que los mismos son erróneos, sino que la percepción de valor puede ser diferente en cada caso. En el proceso de valuación, no existe un único valor, porque aún cuando existiese, las condiciones cambiantes y el arribo de nueva información lo haría cambiar inmediatamente, por lo que es un proceso de estimación continua. La tarea de valuación de activos se puede asimilar entonces a un proceso de inferencia estadística de estimación del verdadero nivel de un parámetro desconocido (el verdadero valor V) a través de la utilización de técnicas y herramientas de valuación, obteniendo una estimación $V_i = \theta_i V$ del parámetro, donde θ_i refleja la percepción privada para el inversor i ³. El hecho que ese estimador $\theta_i V$ sea en sí mismo una variable sujeta a percepción privada permite pensar que el inversor i asociará a dicho estimador un intervalo donde el estima se encontrará ubicado con grandes probabilidades el verdadero valor V . Así, se podrá decir por ejemplo que el valor estimado de un activo para el agente i es de V_i , fluctuando en un intervalo que va desde V_{\min} hasta V_{\max} (lo que se puede asociar a precios de reserva en el mercado, máximos a pagar en caso de compras o mínimos a recibir en casos de ventas), pero que definitivamente deja afuera con grandes probabilidades otros valores. Se sabe que es muy probable que el inversor i se equivoque al valuar, entonces la pregunta a hacerse es cuan equivocado puede estar y en que dirección. El concepto de intervalo y de precios máximos y mínimos es de vital importancia frente a esta situación. Asimismo, ese estimador de valor es una variable subjetiva, dado que está atado a las percepciones de valor del agente que está estimando. De esta manera, la percepción de valor de unos puede ser diferente de la percepción que tiene otro agente, lo que da lugar a que las estimaciones sean subjetivas y no exista un potencial “verdadero” valor.

² De hecho el desarrollo de mercados conlleva a que los precios reflejen adecuadamente la información prevaleciente y las expectativas.

³ Esta tarea de valuación adopta mucha intuición de elementos de estadística ya que valuar implica estimar el valor de un parámetro desconocido (el valor que se está buscando) a partir de información parcial sin la posibilidad de contar con toda la información posible (por ser muy costoso o por ser imposible). Es una tarea de inferencia, donde a partir de ciertos datos y técnicas, se busca llegar al mejor estimador de valor.

Respecto de las decisiones de inversión que motiva esta estimación de valor, ya se ha expuesto como la misma puede asociarse a una opción de compra. En modelos estándar de opciones se asume que el ejercicio de las mismas es simultáneo y no informativo. Se asume que los agentes se encuentran en perfecto conocimiento de los parámetros de la opción, y en consecuencia pueden decidir sobre su correcto ejercicio o no⁴. Sin embargo, existen muchas situaciones en opciones reales donde los agentes se encuentran con conocimiento imperfecto y/o privado de cierta información relevante, es decir que la estimación del valor que hacen del activo subyacente está sujeta a algún tipo de error en el sentido expresado previamente. Esto se puede originar en el hecho que los enfoques de valuación trabajan sobre ciertos supuesto de liquidez de mercado, posibilidad de replicar retornos de activos y portafolios de inversión, inexistencia de costos de transacción, divisibilidad de la inversión y posibilidad de vender en "corto" algún activo. Estos supuestos son mas difíciles de sostener en el contexto de inversiones en activos reales, lo que puede dar lugar a que los valores que resultan de la aplicación de los métodos usuales de valuación puedan tener una mayor dispersión o grado de volatilidad asociada (son menos "exactos"). Inversiones tales como innovación tecnológica, desarrollo de marca, sistemas de distribución, inversiones inmobiliarias, no siempre tienen un mercado líquido donde puedan ser comercializados bajo los supuesto mencionados.

En ese contexto de información imperfecta, los inversores pueden reaccionar calibrando sus expectativas en función del tipo de decisiones que adoptan otros agentes operando en similar mercado. De hecho, existirán agentes que se encuentren mejor informados, y agentes que se encuentren una situación relativa desventajosa. Esto sucede en general en todos los ámbitos donde se deben tomar decisiones de inversión o asignación de recursos: cuando la confianza en la información privada es escasa, los agentes recurren a la observación del comportamiento de otros agentes. Este tipo de situaciones es perfectamente entendible en el ámbito de corridas bancarias (donde el conocimiento de la verdadera solvencia de un banco es imperfecto, y se sigue una conducta de imitación de agentes supuestamente "mejor informados", (o quizá impulsivos); en el ámbito de corridas cambiarias, donde pueden surgir dudas sobre el valor fundamental del tipo de cambio, y en consecuencia se copia la estrategia de otros agentes. Las decisiones de los

⁴ En opciones financieras el valor del activo subyacente es perfectamente observable si el mismo tiene cotización de mercado de capitales, no dejando dudas acerca de si la opción se encuentra "in the money" o "out of the money".

agentes actúan como señales al mercado sobre el carácter de la información privada con la que cuentan (o carecen de). Esta conducta puede ser asociada en algunas situaciones a comportamientos de manada ("herd behaviour") y cascadas de información, donde un agente ignora su información privada y copia en sus decisiones a otros agentes. En el contexto de opciones reales se asocia estas conductas cuando los agentes tenedores de opciones reales ejercen las mismas independientemente del valor subjetivo que le asignan a los parámetros siendo este es un punto bastante relevante en el contexto de opciones reales. A diferencia de las opciones financieras, donde el valor de los parámetros tiene elementos de estimación más precisos (hasta el punto que los parámetros de precio de ejercicio y precio actual del activo subyacente son perfectamente observados a través del mercado, quedando dudas principalmente con respecto a la volatilidad del mismo), las opciones reales se mueven en escenarios de inversión real donde el cálculo de las estimaciones del valor de los parámetros se hace más complicada y las conductas asimilables a cascadas informacionales son más probables. Este tipo de conductas puede explicar de manera más eficaz situaciones de sobreinversión o de subinversión.

3 Modelo de análisis

Como ya fue mencionado, los aspectos iniciales del modelo a desarrollar están basados en los trabajos de Gale (1996) y Grenadier (1999). Expandiendo sobre estos modelos, se presentará un agente representativo poseyendo un derecho de inversión (equivalente a una opción de compra), quien debe decidir si invierte o no, y en que momento. Este agente tiene dos fuentes de información, su información privada que reconoce como parcial e incompleta, y la información de mercado que agrega la información que surge de las decisiones del resto de los agentes, quienes vuelcan su información privada al mercado a través de sus actos. El problema con el uso de las opciones reales es que usualmente no existe (a diferencia con las opciones financieras) un mercado transparente para el valor del activo subyacente, y en consecuencia su verdadero valor puede estar sujeto a error de estimación. En consecuencia el ejercicio privado de la decisión de inversión (o eventualmente abandono) puede dar lugar a desvíos con respecto al óptimo en el agregado, introduciendo conductas tales como

"excesiva espera" o "conducta apresurada"; los agentes pueden tener la voluntad de esperar a observar las decisiones de los otros antes de tomar sus propias decisiones, considerando que las decisiones liberan información privada al mercado.

Inicialmente se tiene un modelo de n agentes neutrales al riesgo⁵ indexados a través de la variable i , con $n \geq 2$ donde dicho número de participantes es de común conocimiento por todos. Cada agente posee una opción de compra idéntica sobre cierto activo, estando los mismos en condiciones de ejercer la opción en cualquier momento (la opción es de tipo americana y perpetua, y las decisiones se toman en tiempo continuo). Sin embargo, el repago exacto como consecuencia del ejercicio de la opción no es completamente conocido para los agentes, ya que el mismo depende de la información privada que posee cada uno. La estrategia de ejercicio óptima de cada agente será entonces contingente no solo en el signo privado, sino también en base a la observación de las acciones de los otros agentes y en el nivel de una variable estado.

En situaciones estándar de opciones, el ejercicio de las mismas retorna la diferencia entre el precio del activo subyacente y el precio de ejercicio. Denotando el precio del activo subyacente por V_t y el precio de ejercicio por I , el repago es típicamente $V_t - I$. El presente modelo difiere de esta situación estándar en el sentido que el repago incluye también una variable aleatoria no observada denotada por θ , cuya realización impacta de manera plena en el repago de la opción real de inversión. El nivel de esta variable aleatoria no es conocido con el ejercicio, es decir que permanece relativamente no observable hasta que todos los agentes involucrados han ejercido su opción de inversión⁶. En particular, el repago del ejercicio de la opción será:

$$\text{Max } (\theta V_t - I, 0) \tag{1}$$

A los efectos intuitivos, se puede asociar V_t al valor "promedio" de los activos sobre los cuales se poseen opciones reales de inversión⁷, siendo ese valor promedio aplicado en cada caso en función de situaciones particulares que atañen a cada activo del mercado.

⁵ El supuesto de neutralidad al riesgo puede ser fácilmente relajado sin alterar los resultados.

⁶ Este supuesto es más apropiado para mercados más privados y menos desarrollados, donde los costos de transacción, las fricciones y "ruidos" en general perturban el adecuado funcionamiento del mercado como transportador y difusor de información.

⁷ Por ejemplo, el precio "promedio" del metro cuadrado de edificación en el mercado inmobiliario, puede ser el ratio de mercado de precios de activos respecto de las ganancias ("price earning"), etc.. Si el mercado utilizase comparables o valuación relativa en su evaluación de valor, podríamos decir que la variable V_t refleja el valor medio del comparable.

Esta variable de "promedio" V_t se supone (de manera consistente con los dos capítulos anteriores), que sigue un proceso estocástico de dinámica browniana, de la forma:

$$dV = \alpha V dt + \sigma V dz \quad (2)$$

donde α es la tasa de apreciación condicional instantánea de V por unidad de tiempo (puede ser descompuesta en el retorno esperado del activo V y su tasa de dividendos δ), σ es la desviación estándar instantánea por unidad de tiempo, y dz es el incremento de un proceso estándar de Wiener. En el momento $t=0$, el valor de agregación de señales θ es desconocido para los agentes. La variable θ se asume conformada por una constante mas una suma de n señales independientes de la forma:

$$\theta = \mu + S_1 + S_2 + \dots + S_n \quad (3)$$

donde μ es el valor esperado de θ y S_i son variables independientes con media cero y varianza $V(S_i) > 0$ y la información poseída por todos se agrega creando la variable θ . Inicialmente cada agente posee información privada sobre θ a través de su señal S_i y conoce la distribución de señales; cada agente tiene una expectativa del verdadero valor de θ en base a su señal privada y en base a su conocimiento de la distribución de señales, y va modificando dicha expectativa en base a las decisiones del resto de los agentes. Se asume que la información disponible para el agente está dada por su propia señal mas las inferencias que hace sobre las señales del resto de los participantes a partir de observaciones sobre las acciones realizadas por los mismos, mas el valor de la variable estado o promedio de mercado en cada momento del tiempo. El potencial de un cascada está dado por el carácter imperfecto de la señal observada a través de las acciones. Si cada agente revelase la naturaleza de su signo, el problema sería de agregación y una cascada nunca surgiría. Esto es atractivo desde el punto de vista conceptual y teórico (una situación donde todos los agentes colaboran revelando su señal), pero no se verifica en muchas situaciones de mercados. En general en los mercados los agentes tienen incentivos a mantener de manera privada su información a la vez que tratan de inferir la de sus competidores⁸.

⁸ El supuesto que la transmisión de información se produce por acciones y no por palabras es bastante común en la literatura. Si los agentes fuesen creídos por sus palabras podrían darse situaciones donde

El contexto donde debe tomar las decisiones el agentes es de conocimiento únicamente de tres variables:

- su propia señal,
- el conocimiento de la decisión de invertir o no tomada por los otros participantes y la inferencia que se hace de ello,
- el valor del activo subyacente (definido como variable estado) en cada momento del tiempo.

-

En esta primera instancia, la señal S_i que posee cada participante i es de conocimiento privado, y es revelada parcialmente a través de su decisión. Se asumen un valor mínimo para $S_i = S_{\min} < 0$ y un valor máximo $S_i = S_{\max} > 0$ común para todos los participantes. Cada agente conoce el valor de su propia señal, pero no el de los demás⁹; los agentes desconocen aún el valor absoluto de la señal del resto de los agentes, e infieren el valor de las señales de los demás agentes a través de su observación de las decisiones de los mismos, sin tener conocimiento acerca de cual es el agente con la señal mas alta¹⁰. La diferencia con los modelos tratados en la literatura radica entonces en que el agente observa la decisión de inversión, pero esto no le permite cuantificar perfectamente la señal del agente que ya ha ejercido; solamente le permite inferir que la misma se encuentra en cierto rango de valores. El proceso estocástico de la variable V definido en (2) asegura (conforme la exposición del anexo B del capítulo II) que existirá un momento T en el que para un agente será optimo invertir en su proyecto de inversión, revelando su información al mercado, teniendo el resto del mercado información parcial sobre el valor. El hecho que los agentes no sepan quien tiene el valor S_i absoluto mas grande no es un supuesto restrictivo; fácilmente se puede pensar que existen agentes mas optimistas (con mayores valores absolutos de S_i) y menos optimistas. El aspecto saliente radica que el resto de los agentes puede saber que un agente es el mas optimista

hubiesen incentivos para dar pronunciamientos erróneos. Este supuesto conlleva que solamente las acciones son creíbles y que mecanismos de comunicación tales como despachos de prensa y revelación de información no son creíbles. En bastante situaciones, los inversores tienen fuertes incentivos a confundir a sus pares, provocando que la revelación de información no sea creíble. Este comportamiento puede originarse por varias causas; los inversores pueden ser compensados por su performance relativa al resto de inversores, pueden querer dañar a sus competidores para que no representen una amenaza, o pueden querer apropiarse de beneficios obtenidos por externalidades de aglomeración.

⁹ Esta característica del modelo a desarrollar constituye una innovación con respecto a Grenadier (1999); en dicho trabajo, cada agente conoce su señal, que puede adoptar dos valores ϵ_i positivo o negativo con iguales probabilidades, a su vez cada agente conoce el valor absoluto de la señal de los otros agentes, pero desconoce solamente si su realización es positiva o negativa).

¹⁰ En el modelo de Grenadier esto es conocido.

a través de observar que ha ejercido su opción de inversión, pero no sabe el valor absoluto de su signo, por lo que lo en su proceso de revisión del valor esperado de θ infiere la señal del otro participante en un intervalo entre el valor mínimo S_{\min} y el propio (en el caso que sea el siguiente mejor informado) si el agente mas optimista no ejerce, o entre el valor máximo S_{\max} y el propio si el agente mas optimista ejerce su oportunidad de inversión.

El proceso de decisión de inversión se convierte entonces en una relación costo-beneficio entre la decisión de esperar para que la información se vuelque al mercado (e.g. esperar que otros inviertan) e invertir; el proceso estocástico previsto en (2) y la característica establecida en (3) permite que aún cuando todos los agentes tengan señales negativas, eventualmente V_t alcanzará un punto tal que convendrá invertir. El modelo implica que los agentes no saben el valor absoluto de los signos del resto, pero lo infieren con valores estimados en cierto intervalo; el valor informativo de la decisión de inversión (o de no invertir en el caso de alcanzarse valores críticos de V_t) esta dado porque reduce el rango de posibles signos que un agente infiere sobre el valor de los otros.

3.1 Ejercicio de decisiones de inversión con información perfecta

Es útil a los efectos de evaluar el impacto de la agregación de información exponer el desarrollo del óptimo de inversión bajo condiciones de común conocimiento de los signos. Si cada agente hiciese publico sus signo, todos los agentes podrían agregar la información antes de tomar ninguna decisión, sacar conclusiones y ejercer de manera simultánea sus derechos sobre sus proyectos de inversión en el momento que V_t igualase un valor óptimo $V^*(\theta)$. Denotando $W_i(V;\theta)$ al valor de la opción de inversión poseída por cada agente en un mundo donde θ es de público conocimiento (a partir de una agregación de información coordinada por los propios agentes antes de realizar sus inversiones), $W(V;\theta)$ debe resolver la siguiente ecuación diferencial de equilibrio¹¹:

$$\frac{1}{2} W''(V) \sigma^2 V^2 + (r - \delta) VW'(V) - rW = 0 \quad (4)$$

¹¹ Ver Grenadier (1999).

donde haciendo uso que el inversor es neutral al riesgo se tiene que $r = \alpha + \delta$, entonces:

$$\frac{1}{2} W''(V) \sigma^2 V^2 + \alpha V W'(V) - r W = 0 \quad (5)$$

Esta ecuación debe resolverse sujeta a condiciones de límite apropiadas. Estas condiciones de límite sirven para asegurar que la estrategia óptima es elegida:

$$W(V^*) = \theta V^*(\theta) - I \quad (6a)$$

$$W'(V^*) = \theta \quad (6b)$$

La primera condición es de "value matching", estableciendo que al momento del ejercicio de la opción, el repago es $\theta V - I$. La segunda es de "smooth pasting" o "high contact", asegura que el valor de ejercicio V^* se elige para maximizar el valor de la opción¹². La solución para el valor de la opción $W(V)$ y el valor límite de inversión V^* puede ser expresada entonces como:

$$W(V; \theta) = \begin{cases} (I/(\beta-1))^{1-\beta} (\theta/\beta)^\beta V^\beta & \text{para } V < V^*(\theta) \\ \theta V - I & \text{para } V \geq V^*(\theta) \end{cases} \quad (7a)$$

$$(7b)$$

donde

$$V^*(\theta) = \frac{\beta}{\beta-1} \frac{I}{\theta} > I \quad (8)$$

y

$$\beta = \frac{-(\alpha - \sigma^2 / 2) + \sqrt{(\alpha - \sigma^2 / 2)^2 + 2r\sigma^2}}{\sigma^2} > 1 \quad (9)$$

¹² La forma funcional de $W(V; \theta)$ se obtiene fácilmente (ver anexo B capítulo II)

¹³ Vemos que V debe superar bastante a I para que se invierta, debido al valor de la opción de espera, consistente con los resultados expuestos en el anexo B del capítulo II.

y donde $\alpha < r$ para asegurar convergencia. La ecuación (8) representa el valor de ejercicio $V^*(\theta)$ consistente con información plena. De esta manera todos los agentes invierten en el momento de tiempo $T^*(\theta) = \inf(t \geq 0: V(t) \geq V^*(\theta))$.

4 Ejercicio de decisiones de inversión con información parcial

En el punto anterior se obtiene que dada la dinámica (2) de la variable V_t , eventualmente en virtud de (7) y (8) se alcanza un valor definido por V^* que gatilla la decisión de inversión cuando la agregación de la información es perfecta, siendo dicho valor alcanzado en un momento de tiempo T^* . A continuación, se desarrollará un modelo en el que los inversores tendrán información imperfecta acerca del verdadero valor de θ . En cada momento del tiempo, su set de información contiene no solamente el valor de su propio signo, sino también la información contenida en el ejercicio (o falta de ejercicio) de los otros inversores y el valor observable por todos alcanzado por la variable "promedio" o estado V_t . Los inversores actualizarán su expectativa condicional de θ_i en el tiempo a través de la observación de las acciones de los otros inversores en un esfuerzo por estimar los valores de los signos de los mismos. Este intento de aprender de las acciones de otros determinará en gran manera el tipo de estrategias óptimas de inversión en equilibrio. En el modelo estándar de información plena expuesto en la sección anterior, la estrategia óptima de inversión surge de igualar el beneficio inmediato derivado del ejercicio (valor capturado menos costo de inversión) con el valor marginal de esperar. Sin embargo, un elemento a tener en cuenta es que con información parcial, los inversores tendrán en cuenta también el beneficio derivado de esperar el ejercicio (inversión) o no de los otros inversores al decidir su estrategia de inversión óptima. En la siguiente sección estas relaciones de costo beneficio se calculan explícitamente.

4.1 Equilibrio con revelación de información

En esta sección se deriva el equilibrio para un juego de $n \geq 2$ personas. En este equilibrio los inversores tendrán en cuenta tanto su propio signo como la estimación

condicional que hacen del signo del resto de los inversores a través de la revelación de información como consecuencia de sus decisiones, y del valor alcanzado en cada momento t por la variable estado V . Dada las estrategias del resto de los inversores, la estrategia de inversión de equilibrio de cada inversor será óptima. Antes de derivar el conjunto de estrategias de equilibrio, es útil proponer un poco de intuición.

Los agentes conocen el valor de su señal, pero no los valores de las señales del resto de inversores; cada inversor se encuentra en posesión de información privada (su señal S_i), y del conocimiento de nivel en cada momento del tiempo de la variable estado V_t . En algún momento del tiempo la variable estado alcanza un valor crítico V^*_i para el inversor i conforme (7) y (8) y consistentes con S_i , lo cual le plantea al inversor la necesidad de tomar una decisión:

- sigue esperando ver lo que realizan el resto de los inversores,
- liquida la opción de espera e invierte.

Cada inversor tendrá un valor óptimo V^*_i asociado conforme (8), que indica al nivel en el cual liquidaría la opción e invertiría en base a su estimación de θ , en el caso de tener que decidir únicamente en base a su propia señal privada, lo cual sucede en el momento T^*_i . Dada la distribución de S_i entre sus valores máximos y mínimos, esta decisión se presentará primero para aquel agente (ahora denominado 1) que posee el nivel de señal mas alta (aún cuando no sabe que su señal es la mas alta) lo que es consistente con un nivel de V mas bajo (V^*_1) de acuerdo a (8), ya que $S_1 > S$ promedio. Sin embargo, por los aspectos de agregación de información y las dificultades de coordinación, cada inversor encuentra que el repago asociado a su inversión conforme (1) es incierto al momento de tomar la decisión, dado que desconoce el valor del resto de las señales, y evalúa esperar a observar las acciones del resto de los inversores, conforme el supuesto expuesto previamente que la transmisión de información se realiza únicamente a través de las acciones de los participantes, y no a través de sus palabras.

4.2 Equilibrio con dos agentes

Dado que la variable V sigue el proceso detallado en la ecuación (2) y dadas las señales S_i privadas de los agentes; la estrategia de inversión de cada inversor $i = 1, 2$ será contingente en:

- el valor corriente de V_t observado
- su señal S_i
- la política de ejercicio revelada por el otro agente.

El repago al momento de ejercer es $\theta * V_t - I$. Se asume que las señales siguen una distribución uniforme¹⁴ en el espacio (S_{\min}, S_{\max}) e indexadas de la siguiente manera

$$S_i \in (S_{\min}, S_{\max}), i = 1, 2, \text{ con } S_{\min} < 0, S_{\max} > 0 \quad (10)$$

dando lugar al coeficiente de agregación de información

$$\theta = \mu + S_1 + S_2 \quad (11)$$

donde

$$\mu > S_1 + S_2 \quad (12)$$

lo que garantiza el ejercicio de las opciones en algún momento de tiempo T finito¹⁵.

Se denota la acción de inversión a través de la variable binaria

$$x_i = 0 \text{ si el inversor } i \text{ decide no invertir} \quad (13a)$$

$$x_i = 1 \text{ si el inversor } i \text{ decide invertir} \quad (13b)$$

Cada inversor i tiene su expectativa inicial sobre la señal del otro inversor j condicional en ninguna decisión tomada, lo que es equivalente a $x_j=0$

$$E_i \left[\frac{S_j}{x_j = 0} \right] = 0 \quad (14)$$

lo que significa que el valor esperado de θ para el inversor i es

¹⁴ El supuesto de utilizar una distribución uniforme es para facilitar la utilización del herramental analítico, aunque se puede trabajar con otras funciones de densidad, donde los resultados serán condicionales en la función utilizada.

$$E_i \left[\frac{\theta}{x_j} \middle| x_j = 0 \right] = S_i \quad (15)$$

es decir el valor de su propia señal, atento que el otro inversor no ha ejercido su opción y la variable V_t no ha alcanzado ningún valor crítico.

Conforme lo ya expuesto, se indexan los inversores de acuerdo al nivel de su señal; así el inversor 1 es aquel que tiene el mayor valor S_1 (aún cuando no sabe que su signo es el mayor) y sucesivamente para el 2. La dinámica de V_t conforme (2) hará que exista un momento T^*_1 tal que V alcanza el valor óptimo V^*_1 para el inversor 1 de acuerdo a (8) y condicional en lo que sabe sobre el inversor 2, donde hasta dicho momento el valor esperado de θ es S_1 conforme a (15). En dicho momento se produce el primer evento relevante que implica decisión: el inversor 1 se da cuenta que de ser el único en el mercado, ese sería el momento T^*_1 óptimo para invertir condicional en su estimación de θ de (15). Sin embargo, no se encuentra solo en el mercado, lo que le hace reflexionar sobre el posible valor de la señal S_2 del inversor 2. Esto le cambia su expectativa condicional del valor de θ dado que ahora interpreta que el valor de la señal S_2 se encuentra en algún lugar entre S_{\min} y S_1 (por debajo de su propia señal y por encima del mínimo) dado que observa que el otro inversor no ha invertido y le hace pensar que su nivel de señal es mas baja, siendo el nuevo valor condicional de θ para 1 igual a:

$$E_1 \left[\frac{\theta}{x_2} \middle| x_2 = 0 \right] = S_1 + \left(\frac{S_1 + S_{\min}}{2} \right) < S_1 \quad (16)$$

esto provoca que al revisar sus expectativas sobre el valor de θ , el inversor 1 entienda que conforme a (8) debe esperar que V_t crezca aún mas para que sea óptimo invertir (la falta de inversión por parte del inversor 2 cambia su expectativa condicional). Es decir que el inversor 1 no invierte, y no revela información al mercado, debido a que la revisión de expectativas incrementa el valor crítico V^*_1 hacia el nuevo límite V^{**}_1 consistente con (16).

De la misma manera, aún cuando el signo del inversor 2 sea menor al del inversor 1, y si el este último no ha invertido aún (ya se verá bajo que condiciones se produce esto), el valor esperado inicial de θ para el inversor 2 es similar al caso anterior según (15)

¹⁵ De aquí en adelante y a los efectos únicamente de exposición, se normaliza θ en (11) de μ .

$$E_2 \left[\frac{\theta}{x_1} = 0 \right] = S_2 \quad (17)$$

donde, de no mediar decisión de inversión por parte del inversor 1 eventualmente llega un momento T^*_2 en el que V_t alcance un valor V^*_2 donde se revele lógico para el inversor 2 invertir conforme el nivel de su señal privada S_2 , y tomando como dado que el inversor 1 no ha invertido aún (si ya ha invertido, se verán las condiciones para que esto suceda). En dicho momento, el inversor 2 (que no sabe que el inversor 1 tiene una señal mas alta), piensa que SU señal es la mas alta, y de manera análoga al proceso de revisión de expectativas de 1, revisa su expectativa condicional sobre θ , donde al observar falta de ejercicio por parte del inversor 1 asume que el nivel de su señal S_2 es en realidad el mas alto y en consecuencia reacciona revisando su nivel óptimo V_2^* al alza hacia V^{**}_2 de manera análoga al caso del inversor 1:

$$E_2 \left[\frac{\theta}{x_1} = 0 \right] = S_2 + \left(\frac{S_2 + S_{\min}}{2} \right) < S_2 \quad (18)$$

donde

$$E_1 \left[\frac{\theta}{x_2} = 0 \right] > E_2 \left[\frac{\theta}{x_1} = 0 \right] \quad (19)$$

dado que la señal de 1 es mayor que la de 2.

La dinámica de V_t lleva a que en algún momento T^{**}_1 para determinado valor de $V=V^{**}_1$ conforme (8) sea óptimo para el inversor 1 invertir conforme la expectativa condicional revisada que tiene sobre el valor de θ según (16), tomando como dado que el inversor 2 no ha ejercido su decisión de inversión.

Dado que según (19) el valor esperado condicional de θ es mayor para el inversor 1 que para el 2, se sigue que $V^{**}_1 < V^{**}_2$ de acuerdo a (8), por lo que el primero deberá decidir nuevamente en T^{**}_1 si invierte. Cuando $V_t=V^{**}_1$, donde θ_1 conforme (16), el mismo encuentra óptimo invertir y liberar información al mercado, en base a su información privada y su expectativa condicional sobre el valor de la señal del otro inversor.

Con respecto al inversor 2, y frente a la decisión de inversión de 1, pueden darse dos situaciones:

- que el inversor 2 haya revisado su expectativa condicional (en la no inversión de 1),
- o que no lo haya hecho todavía.

Si V_t no hubiese alcanzado el nivel crítico V^*_2 necesario para la primera revisión para 2 de expectativas condicional (en la no inversión de 1), e.g. de:

$$E_2(\theta) = S_2 \tag{20}$$

a

$$E_2\left[\frac{\theta}{x_1} = 0\right] = S_2 + \left(\frac{S_2 + S_{\min}}{2}\right) \tag{21}$$

significaría que el inversor 2 no alcanza el nivel crítico de V^*_2 y no alcanza a revisar su expectativa a la baja dado que la decisión de inversión por parte de 1 lo sorprende y le provee de información, llevándolo a revisar su expectativa condicional inicial según (20) al alta, de forma:

$$E_2\left[\frac{\theta}{x_1} = 1\right] = S_2 + \left(\frac{S_2 + S_{\max}}{2}\right) \tag{22}$$

dado que observa la acción de inversión por parte del inversor 1 entonces estima que la señal del inversor 1 se encuentra entre la propia y el máximo.

La situación alternativa (ver gráfico 1) es una en la cual el inversor 2 tiene el tiempo suficiente para revisar su expectativa a la baja, dado que V_t alcanza su valor crítico V^*_2 , antes que el inversor 1 invierta, y el inversor 2 observa que el inversor 1 no ha invertido aún, lo que le hace pensar que eventualmente posee el nivel de señal S_i mas alto. Esto lo hace mas pesimista respecto al verdadero valor de θ , revisando inicialmente su expectativa condicional de S_1 a la baja, que luego es revisada hacia arriba cuando se produce el evento de ver al inversor 1 ejercer su opción de inversión:

$$E_2 \left[\frac{S_1}{x_1 = 1} \right] = \frac{S_2 + S_{\max}}{2} \quad (23)$$

cuando observa la inversión por parte de 1, donde el valor esperado condicional de θ para el inversor 2 será:

$$E_2 \left[\frac{\theta}{x_1 = 1} \right] = S_2 + \left(\frac{S_2 + S_{\max}}{2} \right) \quad (24)$$

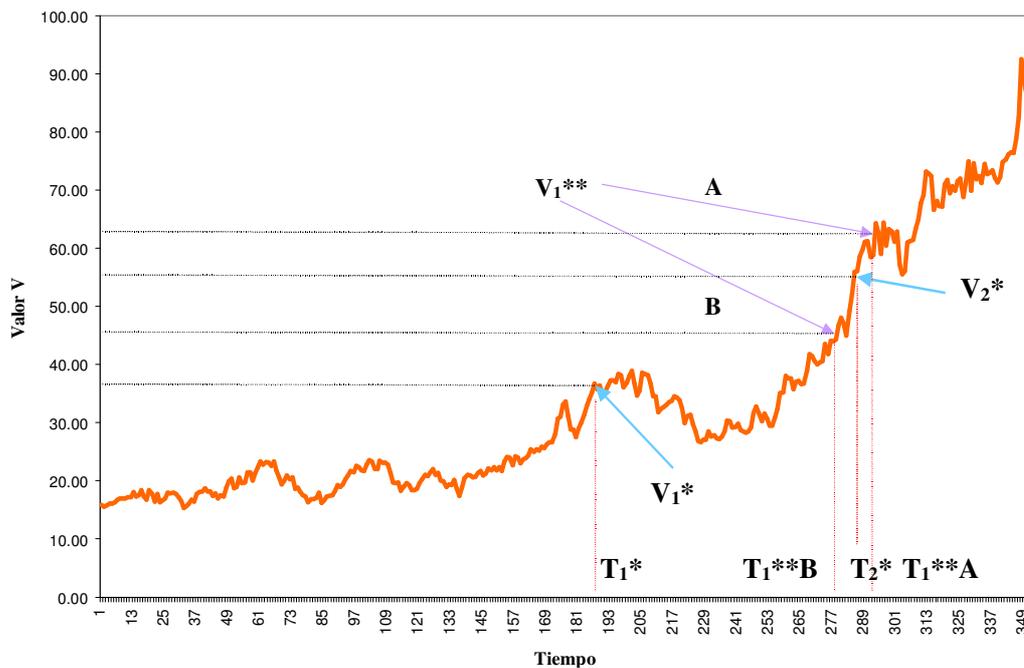
que es superior a la expectativa condicional de θ dada la no inversión de 1:

$$E_2 \left[\frac{\theta}{x_1 = 0} \right] = S_2 + \left(\frac{S_2 + S_{\min}}{2} \right) \quad (25)$$

El inversor 2 se replantea su estrategia de inversión óptima conforme la revelación de información por el ejercicio de la opción de inversión por parte del inversor 1.

El siguiente gráfico permite exponer mejor la dinámica de decisiones entre los agentes inversores.

Gráfico 1 Evolución dinámica de la variable V y valores límites para decisión



Se observa del mismo que el valor límite V^*_1 es alcanzado primero por el inversor 1 en el límite V^*_1 dado que su señal es la mas alta, pero su decisión de inversión solo la ejerce cuando V alcanza el valor límite V^{**}_1 consistente con su expectativa de θ replanteada según (16); respecto al inversor, las situaciones ya expuestas se encuentran rotuladas en el gráfico como A y B, donde en A el inversor 2 acomoda su expectativa a la baja según (21) para luego frente a la decisión de inversión del inversor 1 la reacomode nuevamente conforme la ecuación (22) cuando observa que el inversor 1 ejerce su opción de inversión; y en B el inversor 1 ejerce su opción de inversión antes que el inversor tenga oportunidad de acomodar su expectativa a la baja, por lo que el inversor 2 acomoda su expectativa inicial hacia la expuesta en (22) sin reformular (21) en el interín. Previo a continuar vale la pena derivar estimar bajo que condiciones el inversor 2 (el menos optimista) tiene tiempo de revisar sus expectativa incondicional $E_2(\theta)$ a la expectativa condicional a la baja y luego (tras observar la inversión de 1) revisar esta expectativa condicional al alza; o directamente no tiene tiempo de revisar su expectativa a la baja, ya que en un momento $t < T^*_2$ observa al inversor 1 invirtiendo lo que le permite revisar su expectativa condicional hacia arriba:

Para el inversor 2 revisar su expectativa a la baja significa cambiar en T^*_2 su estimación de θ conforme (20) y (21) ante la inexistencia de acciones de inversión por parte del otro inversor. Tomando los determinantes de la decisión por parte del inversor 1, éste invierte cuando el valor V_t alcanza un valor V^{**}_1 consistente con su nueva estimación de θ según (16).

El inversor 2 no tendrá tiempo de revisar su expectativa a la baja si el inversor 1 invierte antes que 2 llegue a su valor crítico V^*_2 , lo que sucederá cuando:

$$S_2 < S_1 + \left(\frac{S_1 + S_{\min}}{2} \right) \quad (26)$$

lo que lleva al inversor 2 a revisar su expectativa al alza conforme las ecuaciones (20) y (24). De verificarse que el nivel de la señal S_2 (expectativa incondicional de θ para el inversor 2) de acuerdo a (26), el inversor 2 tiene tiempo de revisar su expectativa a la baja, y luego al observar la inversión de 1 la revisa al alza.

Existen dos puntos que merecen ser desarrollados a partir del modelo de dos inversores propuesto. El primer punto es relacionado al "timing" de la inversión, en el sentido de

evaluar bajo que condiciones el primer inversor entrará antes del momento T^* óptimo bajo información perfecta, y bajo que condiciones entra "después", provocando un efecto de "excesiva espera".

El segundo aspecto a desarrollar es bajo que condiciones se produce una "cascada de información" donde el ejercicio de la opción de inversión por parte del primer inversor gatilla el automático seguimiento y ejercicio de la opción de inversión por parte del segundo inversor, y bajo que condiciones el segundo inversor espera. A continuación se trata cada efecto por separado.

4.2.1 Timing de la inversión

Si no existiesen problemas de agregación de la información, en el sentido que las señales son de común conocimiento (e.g. $\theta = S_1 + S_2$, donde ambas señales son conocidas), habría un momento T^* consistente con θ donde todos los inversores deciden ejercer su opción de inversión consistente con las ecuaciones (7) y (8). El carácter privado de la señal hace que el inversor con la señal mas alta entre en el mercado primero. Esta entrada no necesariamente debe coincidir con el momento T^* óptimo. Como ya fue desarrollado, inicialmente, cuando el valor V_t alcanza cierto nivel V^*_1 en T^*_1 , el inversor 1 se da cuenta que debiera invertir si considera solamente su propia señal. El hecho que el otro inversor no haya invertido le hace revisar su expectativa sobre S_2 , de $E_1(S_2) = 0$ a $E_1(S_2/x_2=0) = (S_1 + S_{\min})/2$, donde $E_1(S_2) > E_1(S_2/x_2=0)$ conforme el mecanismo ya descrito en el apartado anterior. Esto ya provoca el primer efecto: el inversor 1 ejerce su opción de inversión con en T^{**}_1 , con posterioridad al momento T^*_1 donde debiera invertir de no ejercer inferencia sobre las decisiones de inversión efectuada por el otro agente, dada la revisión de expectativas¹⁶. El inversor 1 no ignora la información que surge del mercado y decide esperar con respecto a una situación donde tuviese que tomar una decisión basado únicamente en su propia señal S_1 . Si ignorase al resto de los inversores, invertiría en dicho momento, pero esto se revela óptimo. Como fue mencionado, el inversor 2 conoce S_2 , mientras que el inversor 1 lo estima condicionalmente a partir de su conocimiento de la información de mercado y de los valores máximos y mínimos de S . El inversor 1 estaría invirtiendo en

¹⁶ Plantea la diferencia entre la decisión de inversión basándose solo en la información propia, o incorporando información de mercado.

el momento óptimo $T^* = T^{**}_1$ si y solo si su estimación condicional de la señal del inversor 2 es igual al verdadero valor de la misma,

$$E_1\left[\frac{S_2}{x_2} = 0\right] = S_2 \quad (27)$$

de donde se sigue

$$\frac{S_1 + S_{\min}}{2} = S_2 \quad (28)$$

y

$$S_1 = 2S_2 - S_{\min} \quad (29)$$

Toda vez que el primer término sea mayor que el segundo, el inversor 1 estará sobreestimando el verdadero valor de la señal de 2, provocando que la inversión sea efectuada en un momento T anterior al óptimo, $T^{**}_1 < T^*$, donde el inversor 1 se apura a invertir. Si por el contrario el primer término es menor al segundo, el inversor 1 estará subestimando el verdadero valor de la señal S_2 , y en ese caso esperará para ejercer su opción de inversión. Este será un caso de excesiva espera, donde $T^{**}_1 > T^*$.

4.2.2 Decisiones consecutivas de inversión

Se ha derivado el momento T^{**}_1 donde el inversor 1 decide ejercer su opción. El segundo punto está dado por las condiciones bajo las cuales el inversor 2, al observar la acción de inversión por parte del inversor 1 decide seguirlo y ejercer inmediatamente su opción real de inversión (caso especial de la situación A descrita en el gráfico 1). Al igual que el inversor 1, el inversor 2 no sabe en que medida su señal es la mas alta o no, pero tiene conocimiento del nivel de su propia señal privada S_2 . Su expectativa inicial de la señal del otro inversor es $E_2(S_1) = 0$ conforme (20). Dada la evolución de V_t , existirá un momento T^*_2 donde sea óptimo para el inversor 2 ejercer su opción de inversión. Este momento T^*_2 puede ser menor o mayor a T^{**}_1 : si $T^*_2 < T^{**}_1$, el inversor 2 tiene tiempo de revisar su expectativa condicional sobre S_1 a la baja (conforme las

condiciones derivadas previamente respecto de la no inversión de 1 en (26)), dado que V_1 alcanzará el valor óptimo V^*_2 , y el inversor 2 se dará cuenta (al igual que lo hizo el inversor 1 en su oportunidad) que es el momento óptimo para invertir basado únicamente en el conocimiento de su propia señal S_2 . Dado eventualmente observa que el inversor 1 no ha invertido, esta realidad lo obliga a revisar su expectativa sobre S_1 , de igual manera que en su oportunidad el inversor 1 revisase su expectativa sobre la señal del inversor 2, S_2 . De esta manera, esta revisión de expectativas mueve la expectativa $E_2(S_1) = 0$ a la condicional $E_2(S_1/x_1=0) = (S_2 + S_{\min})/2$, donde $E_2(S_1) > E_2(S_1/x_1=0)$ conforme (20) y (21). Para que este suceda, se debe cumplir que

$$S_2 > S_1 + \left(\frac{S_1 + S_{\min}}{2} \right) \quad (30)$$

es decir que los niveles de las señales deben encontrarse lo suficientemente próximos.

Como ya fuese expuesto, de darse la desigualdad inversa en (30), implica que el inversor 2 no tiene tiempo de revisar su expectativa sobre θ a la baja, sino que observa la decisión de inversión por parte del inversor 1 lo que le hace revisar su expectativa sobre θ al alza condicional en la información que surge de la decisión tomada por el otro inversor (alternativa A del gráfico 1). Formulando este punto, desarrollo la condición que debe cumplirse para que el inversor 2 reaccione de manera inmediata a la decisión de inversión del inversor 1 e invierta. El inversor 2 seguirá la decisión de ejercer su opción de inversión imitando al inversor 1 si el valor esperado condicional de θ para el inversor 2 dado que el inversor 1 invierte de acuerdo a (25) es mayor a valor esperado condicional de θ para el inversor 1 de acuerdo a (16):

$$E_2 \left[\frac{\theta}{x_1} = 0 \right] = S_2 + \frac{S_2 + S_{\min}}{2} > E_1 \left[\frac{\theta}{x_2} = 0 \right] = S_1 + \left(\frac{S_1 + S_{\min}}{2} \right) < S_1 \quad (31)$$

o lo que es lo mismo:

$$S_2 > S_1 - \frac{1}{3} [S_{\max} - S_{\min}] \quad (32)$$

Es decir que para que haya comportamiento de seguimiento automático en las decisiones de inversión, los signos deben encontrarse lo suficientemente cerca, aún cuando eso implique estimaciones de valor diferentes para los activos en cuestión; de hecho los dos inversores invierten con distintas estimaciones del valor de θV_t (en cada caso $\theta_i V_t$) o mejor expresado, de la opción de inversión.

El nivel óptimo de inversión V_t óptimo disminuye para el inversor 2, de V^*_2 a V^{**}_2 , dado que el nuevo valor condicional de θ es mayor que el previo por el ajuste de expectativas hacia arriba en base a la decisión de inversión por parte del inversor 1. Esta situación motiva que el inversor 2 decida eventualmente invertir inmediatamente, siguiendo la acción del inversor 1. Se puede observar que el inversor 1, que posee la señal más alta (aún sin saber él que se encuentra con la mejor información), está comandando las acciones, mientras que el inversor 2 está siguiendo las acciones del inversor 1. Cuando el inversor 1 decide invertir, el inversor 2 decide (bajo ciertos parámetros) seguirlo o no inmediatamente porque reajusta sus expectativas.

Los efectos que se observa son los siguientes:

- por un lado puede existir un efecto de "inversión apresurada", o eventualmente de "excesiva espera" como consecuencia de la falta de coordinación de los inversores de su información. Este efecto difiere de aquel observado por Grenadier (1999).
- otro efecto observado es cuando se produce una cascada informativa, la inversión se realiza casi en simultáneo como consecuencia de la misma: cuando el agente más optimista decide invertir, revela al mercado la naturaleza de su signo (aunque no su valor) y el agente menos informado revisa instantáneamente sus expectativas, lo que en algunos casos lo lleva a seguirlo de manera inmediata y ejercer su opción de inversión.
- un efecto que difiere de aquellos observados por Grenadier (1999) es que ninguno de los inversores sabe quien posee la señal más alta (quien es el más optimista) hasta tanto la variable estado no llega al valor óptimo en base a la expectativa condicional de θ y se libera información; asimismo la secuencia de inversiones difiere en que el primer inversor que ejerce su opción y muestra información al mercado es aquel con la señal más alta, y no como en el trabajo citado aquel con la señal más alta en *valor absoluto o "mejor informado"*.

En el presente modelo, como consecuencia de la incertidumbre con respecto a la señal del otro inversor y el proceso de formación de expectativas, el primer inversor que entra en el mercado es aquel con la señal mas alta.

4.3 El caso de n inversores

Se ha desarrollado en la sección previa un caso de inversión apresurada o excesiva espera y eventuales comportamientos de manada en el ejercicio de las opciones de inversión para dos inversores propietarios de opciones de inversión, siendo ambos efectos perfectamente racionales en un contexto de existencia de información imperfecta y dificultades de agregación y coordinación de la información. En la presente sección se extiende el modelo a $n > 2$ inversores, con las mismas reglas de decisión, formación y revisión de expectativas. Mucha de la intuición desarrollada se mantiene.

Cada inversor es propietario de una opción de inversión en activos reales, cuyo payoff al momento de ejercer es $\theta V_t - I$. Se asume nuevamente¹⁷ una distribución uniforme para las señales pertenecen al espacio:

$$S_i \in (S_{\min}, S_{\max}), i = 1, \dots, n, \text{ con } S_{\min} < 0, S_{\max} > 0 \quad (33)$$

donde los agentes se encuentran indexados de 1 a n en función del valor de su señal privada, $S_1 > S_2 > S_3 > \dots > S_n$, y en el agregado dan lugar al coeficiente de agregación de información:

$$\theta = \mu + S_1 + S_2 + \dots + S_n \quad (34)$$

donde

$$\mu > \Sigma (S_i)^{18}, \text{ para } i= 1..n \quad (35)$$

¹⁷ Ver nota de pié de página 14.

¹⁸ Nuevamente se hace válida la simplificación de exposición hecha en la nota 14.

lo que nuevamente garantiza el ejercicio de las opciones en algún momento de tiempo T finito al igual que con (12). Nuevamente se denota la acción de inversión a través de la variable binaria expuesta en (13a) y (13b) para cada inversor i .

Inicialmente, al igual que en el modelo de dos inversores, cada inversor desconoce la posición relativa de su señal con respecto al resto, con lo cual forma su expectativa incondicional con su señal S_i , y cada inversor i tiene su expectativa sobre la señal del otro inversor j ($j \neq i$) condicional en ninguna decisión tomada, lo que es equivalente a $x_j=0$

$$E_i \left[\frac{S_j}{x_j = 0} \right] = 0 \forall \dots j \neq i \quad (36)$$

lo que significa que el valor esperado de θ para el inversor i es

$$E_i \left[\frac{\theta}{x_j = 0} \right] = S_i \quad (37)$$

en base al hecho que el resto de los inversores no ha ejercido su opción y la variable estado V_t no ha alcanzado ningún valor crítico. Este proceso inicial de formulación de expectativas es similar para todos los inversores en el mercado y al tratado en el punto anterior. Se ordenan los inversores de mayor a menor de acuerdo al nivel de su señal, definiendo al inversor 1 como aquel que tiene el mayor valor S_i (el mas optimista) y así sucesivamente. Por la natural evolución de V_t conforme la dinámica (2), habrá un momento $T^*_1 < \infty$ tal que V_t alcanza el valor óptimo V^*_1 para el inversor 1 conforme (8), sabiendo que hasta ese momento nadie ha ejercido su opción de inversión, donde $E_1(\theta) = S_1$ conforme la ecuación derivada en (37). De similar manera al caso donde $n=2$, en ese momento y conforme la ecuación de pricing de la opción de inversión real, se revela óptimo invertir para el inversor 1, en base a la información contenida en su señal únicamente. Sin embargo el inversor 1 entiende que no se encuentra solo, y procesa el hecho que el resto de los inversores han decidido no invertir aún. En base a esto, revisa su expectativa condicional del valor de θ dado que ahora infiere que el nivel de las señales S_j ($j \neq i$) se encuentra en algún lugar entre S_{\min} y S_1 para cada inversor j ($j \neq 1$), siendo el nuevo valor condicional de θ para 1 igual:

$$E_1 \left[\frac{\theta}{x_j} = 0, \forall j \neq 1 \right] = S_1 + (n-1) * \left(\frac{S_1 + S_{\min}}{2} \right) < S_1 \quad (38)$$

y dado que θ refleja el agregado de señales, y $x_j = 0$ (para $j \neq 1$) revela que ningún inversor ha ejercido su opción de inversión, el inversor 1 coloca su expectativa condicional de S_j entre la suya (S_1) y S_{\min} . Esta revisión de expectativas sobre θ provoca que el inversor 1 entienda que debe esperar que V_t crezca aún mas consistente con un proceso de revisión de expectativas de la forma:

$$E_i \left[\frac{\theta}{x_j} = 0, \forall j \neq i \right] = S_i + (n-1) * \left(\frac{S_i + S_{\min}}{2} \right) < S_i = E_i[\theta] \quad (39)$$

que implica según (8) un valor óptimo reformulado mayor $V^{**}_1 > V^*_1$ de similar manera al proceso expuesto en el punto anterior, pero observando aquí que el hecho de haber mayor cantidad de participantes en el mercado amplifica la estimación condicional sobre los niveles de las señales del resto de los inversores, al estar escalado por la cantidad remanente de inversores en el mercado¹⁹. Esto incrementa aún mas el valor V^{**}_1 óptimo de inversión con respecto al caso de $n = 2$. Es decir que el inversor 1 no invierte, y no revela información al mercado, siendo su nivel de V_t óptimo (V^{**}_1) mas alto que con respecto al caso donde $n=2$. De la misma manera actúa cada inversor j ($j \neq 1$), donde el valor esperado inicial de θ es similar al caso anterior

$$E_j \left[\frac{\theta}{x_i} = 0 \right] = S_j \text{ para todo } i \neq j \quad (40)$$

donde habrá un momento T^*_j para cada inversor $j \neq i$ donde, al igual que en el caso de dos inversores:

- se revele lógico invertir conforme únicamente al nivel de su señal S_j , siguiendo el mismo proceso de inferencia y revisión de expectativas que el inversor 1, con lo que

¹⁹ El valor estimado de la señal promedio (condicional) multiplicado por los participantes en el mercado, exceptuando al inversor i .

el inversor j revisa su expectativa sobre θ a la baja condicional en la observación que nadie ha invertido.

- se observe que el inversor 1 invierte, lo que provoca que el resto de los inversores revisen sus expectativas condicionales sobre θ hacia arriba en lugar de hacia abajo (dado que existe información revelada al mercado).

La condición para que suceda uno u otro ha sido objeto de tratamiento en la sección previa, por lo que no hace falta repetirla. Si es menester mencionar que una de las dos situaciones se produce: el inversor 2 (y todos los que le siguen) revisa sus expectativas a la luz de la inversión o la falta de la misma por parte de otros inversores. En este último caso, el inversor 2 (que no sabe que el inversor 1 tiene una señal mas alta), revisa su expectativa condicional sobre θ de la misma manera que el inversor 1 la revisó en su oportunidad, donde al observar falta de ejercicio por parte del inversor 1 asume que el nivel de su señal S_2 es en realidad el mas alto y en consecuencia reacciona revisando su nivel óptimo $V^{**}_2 > V^*_2$ de manera análoga al caso del inversor 1:

$$E_2 \left[\frac{\theta}{x_i} = 0, \forall i \neq 2 \right] = S_2 + (n-1) * \left(\frac{S_2 + S_{\min}}{2} \right) \quad (41)$$

donde

$$E_1 \left[\frac{\theta}{x_i} = 0, \forall i \neq 1 \right] > E_2 \left[\frac{\theta}{x_i} = 0, \forall i \neq 2 \right] \quad (42)$$

El resto de los inversores (3 a n) actúan de similar manera.

La dinámica de V_t lleva a que en algún momento T^{**}_1 para determinado valor de $V=V^{**}_1$ sea óptimo para el inversor 1 invertir, conforme su expectativa sobre el valor de θ condicional en la no inversión por parte del resto de los inversores y de acuerdo a la condición (39). Según dicha condición, el valor esperado condicional de θ es mayor para el inversor 1 que para el resto, por lo que éste es el primero que deberá tomar la decisión de invertir cuando $V_t = V^{**}_1$, entonces el inversor 1 invierte y revela con su decisión parte de su información al mercado y al resto de inversores. Esta situación provoca que el inversor 2 (y el resto de los inversores) revise automáticamente su expectativa condicional del nivel de la señal del inversor i:

$$E_2 \left[\frac{S_1}{x_1 = 1, x_i = 0, \forall i \neq 1, 2} \right] = \frac{S_2 + S_{\max}}{2} \quad (43)$$

donde el valor esperado condicional de θ para el inversor 2 será:

$$E_2 \left(\frac{\theta}{x_1 = 1, x_i = 0, \forall i \neq 1, 2} \right) = S_2 + \left(\frac{S_2 + S_{\max}}{2} \right) + (n - 2) * \left(\frac{S_2 + S_{\min}}{2} \right) \quad (44)$$

luego de la revisión de expectativas a la luz de las decisiones de inversión o no inversión de cada participante. En (44) se evidencia el hecho que en la revisión de expectativas sobre θ que el inversor 2 realiza (el segundo mas optimista, o el que posee el nivel de señal S mas alta después de la de 1, dado el ordenamiento hecho) incorpora la decisión de inversión del inversor 1, e incorpora la no inversión por parte del resto de los inversores.

Cada inversor i (aparte de 1 y 2) lleva adelante el mismo proceso de revisión de expectativas, internalizando la decisión de inversión por parte de los mas optimistas y la decisión de no inversión por parte del resto. Así, el inversor 3, (el tercero con la señal mas alta) incorpora la decisión de inversión por parte de 1, y la inversión o no por parte de 2, y la no inversión por parte del resto. De esta manera, si 3 observa que 1 invierte y 2 no, revisa su expectativa sobre θ hacia

$$E_3 \left(\frac{\theta}{x_1 = 1, x_i = 0, \forall i \neq 1, 3} \right) = S_3 + \left(\frac{S_3 + S_{\max}}{2} \right) + (n - 2) * \left(\frac{S_3 + S_{\min}}{2} \right) \quad (45)$$

mientras que si observa que ambos invierten, el inversor 3 revisa su expectativa sobre θ hacia:

$$E_3 \left(\frac{\theta}{x_{1,2} = 1, x_i = 0, \forall i \neq 1, 2, 3} \right) = S_3 + 2 * \left(\frac{S_3 + S_{\max}}{2} \right) + (n - 3) * \left(\frac{S_3 + S_{\min}}{2} \right) \quad (46)$$

Similarmente procede el resto de los inversores en su revisión de expectativas frente a la revelación de información a través de la inversión o falta de ella.

Al igual que en el caso analizado de dos inversores, existen dos situaciones que vale la pena desarrollar:

- la inversión por parte de 1 en un momento T diferente al óptimo bajo información perfecta;
- el comportamiento de manada en el que un inversor observa la inversión por parte de otro, y decide imitarlo. Se desarrolla ambos a continuación.

4.3.1 Timing de la inversión

La primera situación de análisis corresponde a las condiciones bajo las cuales el inversor más optimista (indexado por el número 1) invierte en un momento $T^{**} < T$ óptimo bajo información perfecta (inversión apresurada) o en un momento $T^{**} > T$ óptimo (excesiva espera). Al igual que en el caso de $n=2$ descrito en el punto 4.2.1, ambas situaciones de desvío estarán condicionadas por las expectativas que se forma el inversor 1. Como se ha desarrollado, el inversor 1 tiene inicialmente una expectativa de θ igual a S_1 , que luego revisa cuando observa que llega el momento óptimo para invertir conforme su propia señal (el momento T^*_1), y nadie ha invertido aún; esto le hace pensar que su señal es la más alta, y a partir de esa inferencia se forma una expectativa de las señales del resto de los inversores, de la forma:

$$E_1 \left[\frac{\theta}{x_i} \middle| x_i = 0, \forall i \neq 1 \right] = S_1 + (n-1) * \left(\frac{S_1 + S_{\min}}{2} \right) \quad (47)$$

Cuando V_t alcanza el nuevo valor crítico V^{**}_1 de acuerdo a la ecuación (8) conforme el nuevo valor esperado condicional de θ según (47), el inversor 1 decide ejercer su opción de inversión siendo el primero en hacerlo, ya que su expectativa condicional de θ según (47) es la más alta, dado que él posee la señal más alta. Bajo información perfecta, el inversor 1 al igual que el resto de los inversores debieran ejercer sus opciones cuando V_t alcanza un valor V^* según (8) consistente con $\theta = \sum S_i^{20}$, $i=1..n$; esto significa que el inversor 1 invertirá apresuradamente si

$$S_1 + (n-1) * \frac{S_1 + S_{\min}}{2} > S_1 + \sum_{i \neq 1}^n S_i \quad (48)$$

²⁰ $\theta = \mu + \sum S_i$ si se restablece la condición a su formato original.

de donde, reagrupando, se obtiene que:

$$S_1 > 2 * \frac{\sum_{i \neq 1}^n S_i}{n-1} - S_{\min} \quad (49)$$

de donde

$$S_i > 2 * \overline{S_{i \neq 1}} - S_{\min} \quad (50)$$

que es una condición muy similar a la obtenida para el caso de $n=2$ inversores en (28) y (29), donde S_2 es reemplazado en este caso por el valor promedio de las señales del resto de los participantes (exceptuada la señal del inversor 1).

De darse este sentido en la desigualdad, al decidir ejercer su opción de inversión el inversor 1 estará sobreestimando el verdadero nivel de las señales privadas del resto de los inversores, lo que lo hace excesivamente optimista respecto a θ y lo lleva a apurar su inversión. De similar manera, se observará excesiva espera si

$$S_1 < 2 * \overline{S_{i \neq 1}} - S_{\min} \quad (51)$$

dado que el inversor subestima el verdadero nivel de las señales del resto de los inversores, lo que lo lleva a esperar en demasía.

En ambos casos, el "leading investor" (rotulado por $i=1$) se desvía en su decisión del momento T^* óptimo de inversión bajo información perfecta, debido al ruido respecto de la agregación de información y la falta de coordinación en las decisiones de inversión.

4.3.2 Decisiones consecutivas de inversión

La segunda situación que es meritorio analizar esta relacionada al comportamiento de manada que puede llegar a surgir como consecuencia de una cascada informativa frente a la decisión de inversión por parte de alguno de los inversores. Como se ha expuesto, existe un momento T^{**}_1 en el cual el inversor 1 (mas optimista de acuerdo a su señal privada) decide invertir. Esto revela información al resto de los inversores (como así

también cuando V alcanza los valores críticos iniciales V^*_i para cada inversor i , y los mismos observan la falta de inversión o no del resto), los cuales revisan sus expectativas a partir de esta acción. Como ya fuese expuesto, los inversores se encuentran indexados de 1 a n de acuerdo al nivel de su señal privada de la forma $S_1 > S_2 > S_3 > \dots > S_n$. El inversor 1 decide ejercer su opción de inversión, y revela información al resto de los inversores, los cuales revisan sus expectativas a la luz de dicho evento. Cada inversor restante observa las decisiones de inversión o no inversión, ubica su expectativa condicional de θ en base a dicha información, y tiene la alternativa de invertir (siguiendo la conducta del "leading investor" y de los que han decidido invertir) o esperar. El inversor que debe decidir a continuación es el que posee la segunda señal mas alta, quien se encuentra indexado con el número $i=2$. Para que el inversor 2 decida emular la conducta del inversor 1 e invertir inmediatamente, se debe dar en el proceso de revisión de expectativas que el valor esperado condicional de θ para el inversor 2 dado que observa que el inversor 1 invierte y el resto de inversores no lo hace, expuesto en la siguiente ecuación:

$$E_2 \left[\theta / x_1 = 1, x_i = 0, \forall i \neq 1, 2 \right] = S_2 + \left(\frac{S_2 + S_{\max}}{2} \right) + (n-2) * \left(\frac{S_2 + S_{\min}}{2} \right) \quad (52)$$

es mayor a valor esperado condicional de θ para el inversor 1,

$$E_1 \left[\theta / x_i = 0, \forall i \neq 1 \right] = S_1 + (n-1) * \left(\frac{S_1 + S_{\min}}{2} \right) \quad (53)$$

o reagrupando términos en (52) y (53):

$$S_2 < S_1 - \frac{1}{n+1} * [S_{\max} - S_{\min}] \quad (54)$$

que es la condición general para n inversores de la condición particular expuesta en (32). Es decir que para que el inversor 2 se decida a seguir al inversor 1 en su decisión de inversión, su señal debe encontrarse lo suficientemente cercana (e.g., no debe superar una distancia crítica dada por

$$d = \left[\frac{S_{\max} - S_{\min}}{n + 1} \right] \quad (55)$$

A continuación decide el inversor 3 (que posee el tercer nivel de señal). En este caso se plantean dos situaciones:

- que el inversor 2 haya decidido no invertir, porque su señal se encuentra a una distancia mayor a la crítica
- que el inversor 2 haya decidido invertir.

Si el inversor 2 decidió no seguir por el momento al inversor 1 en el ejercicio de su opción de inversión, el inversor 3 observa que 1 invierte y 2 no. En consecuencia el no invierte dado que no es mas optimista que el inversor 2, lo cual corta la cadena de ejercicio de opciones de inversiones reales en dicho momento.

Por otro lado, si el inversor 2 decidió invertir, el inversor 3 debe decidir entre invertir o no dado que observa que dos inversores han invertido. De similar manera al caso del inversor 2 descrito a través de las ecuaciones (52), (53), y (54), el inversor 3 decide invertir e imitar la conducta de sus antecesores si al revisar su expectativa condicional dada la información revelada al mercado:

$$E_3 \left[\frac{\theta}{x_{1,2}} = 1, x_i = 0, \forall i \neq 1,2,3 \right] = S_3 + 2 * \left(\frac{S_3 + S_{\max}}{2} \right) + (n - 3) * \left(\frac{S_3 + S_{\min}}{2} \right) \quad (56)$$

es mayor a valor esperado condicional de θ para el inversor 1, expresado por la ecuación (53), lo que reagrupando términos nos permite exponer la condición límite:

$$S_3 < S_1 - \frac{2}{n + 1} * [S_{\max} - S_{\min}] \quad (57)$$

Es decir que para que el inversor 3 decida seguir al inversor 1 e invertir inmediatamente (dado que el inversor 2 ha decidido invertir), su señal debe encontrarse lo suficientemente cercana (e.g., la distancia entre las dos no supera dos veces la distancia crítica d expresada en (55):

$$S_3 < S_1 - 2 * d \quad (58)$$

De hecho, dado que el inversor 2 ha invertido, la señal de dicho inversor se encuentra a una distancia no mayor a la crítica según (54) y (55), por lo que es suficiente para que el inversor 3 decida invertir inmediatamente que su señal se encuentra a una distancia menor a la crítica con respecto a la señal del inversor 2:

$$S_3 < S_2 - \frac{1}{n+1} * [S_{\max} - S_{\min}] \quad (59)$$

De similar manera y mas generalmente, el inversor indexado por j decide ejercer inmediatamente dado que observa ejercicio de opciones de inversión por parte de sus antecesores, si

$$E_j \left[\frac{\theta}{x_j} = 1, \forall i < j, x_i = 0, \forall i > j \right] = S_j + (j-1) * \left(\frac{S_j + S_{\max}}{2} \right) + (n-j) * \left(\frac{S_j + S_{\min}}{2} \right) \quad (60)$$

es mayor a valor esperado condicional de θ para i,

$$E_i \left[\frac{\theta}{x_i} = 0, \forall i \neq 1 \right] = S_i + (n-1) * \left(\frac{S_i + S_{\min}}{2} \right) \quad (61)$$

o reagrupando términos:

$$S_j < S_i - \frac{(j-1)}{n+1} * [S_{\max} - S_{\min}] \quad (62)$$

lo que es similar a lo expuesto en (57) y (58) respecto que las decisiones de ejercicio inmediato de opciones de inversión ocurrirán para todo agente j y j-1 cuyas señales se encuentren a una distancia inferior a la distancia crítica d:

$$S_j - S_{j-1} < d \quad (63)$$

dado que todos los agentes i con señales menores a la del agente j han ejercido sus opciones de inversión y revelado información al mercado de manera previa.

En caso que la desigualdad en (63) se verificase en sentido contrario, el inversor j no copia instantáneamente la decisión de inversión del agente $j-1$, sino que espera a que el valor de la variable estado V_t alcance su valor crítico V^{**}_j .

Se puede observar entonces que el espacio entre señales debe ser suficiente amplio (mayor a la distancia crítica d) para que un inversor decida no invertir inmediatamente (y viceversa). Mas aún, si un inversor z decide no invertir y esperar hasta que el valor V_t alcance el valor crítico V^{**}_z conforme a su revisión de expectativas, el resto de los inversores no invertirá, ya que no son mas optimistas en su revisión de expectativas, lo que corta la cascada informativa hasta que el inversor z encuentre óptimo invertir, donde frente a dicho ejercicio de la opción de inversión se aplica la misma condición de distancia crítica d , revisando el resto de inversores sus expectativas (dadas las inversiones iniciales y esta nueva inversión) incorporando la información revelada al mercado, y decidiendo si invierten inmediatamente o no.

En todos los casos, la cascada informativa y la inversión automática luego de la revisión de expectativas dado el ejercicio de opciones de inversión por parte de otros inversores, se dará para aquellos inversores cuya señal se encuentra a una distancia menor a la distancia crítica d conforme a (55) de la señal del inversor inmediatamente anterior que ha ejercido su opción de inversión. Esto implica que señales privadas que se encuentren próximas en sus niveles motivarán conductas de ejercicio instantáneo de opciones de inversión reales ante la información revelada al mercado por parte de un inversor. El elemento que introduce la imperfección en la información es que para señales lo suficientemente cercanas, la decisión de inversión por parte de un inversor puede hacer que otro lo siga automáticamente aún cuando las señales no sean iguales. Esto podría dar lugar a conductas mucho mas volátiles de las valuaciones efectuadas de las oportunidades de inversión, y en un patrón de inversiones mas volátil también, motivados por los bruscos cambios de expectativas frente a la información revelada al mercado de inversiones.

4.4 Sensitividad del comportamiento de inversores frente a cambios en los parámetros.

En esta sección desarrollo sobre la sensitividad de la variable d de distancia frente a cambios en dos parámetros relevantes:

- el grado de dispersión de las expectativas (medido por el rango $S_{\max} - S_{\min}$)
- el número n de participantes en la decisión de inversión.

Esta variable d determina en que medida las decisiones de ejercicios de opciones de inversión son gatilladas de manera automática o no, por lo que su nivel es de relevancia en dicho sentido. Expresando nuevamente la condición de distancia crítica según (55),

$$d = \left[\frac{S_{\max} - S_{\min}}{n + 1} \right] \quad (55\text{bis})$$

se observa que un incremento en el rango de dispersión $S_{\max} - S_{\min}$ afecta en sentido positivo la distancia crítica d y por ende la posibilidad de la existencia de comportamiento de ejercicio automático de decisiones de inversión, de la forma :

$$\frac{\partial d}{\partial [S_{\max} - S_{\min}]} = \frac{1}{1 + n} > 0 \quad (64)$$

siempre que $S_{\max} - S_{\min}$ sea mayor que cero (lo que se da en el presente caso ya que S_{\max} es mayor a S_{\min}). La intuición viene dada por el hecho que el incremento en el rango hace mas difícil la estimación de los valores de las señales del resto de los participantes. A los efectos intuitivos, vale la pena analizar el caso contrario; al achicarse el rango $S_{\max} - S_{\min}$ hasta un único valor S , todos los inversores tendrían plena conocimiento y seguridad en cuanto al nivel individual y agregado de la señales, despejando cualquier tipo de incertidumbre y problema en la agregación de información y coordinación de las decisiones, dando lugar a un ejercicio automático y eficiente de las opciones de inversión en el momento adecuado. Este resultado implica que mientras mas subjetivas y mas separadas se encuentren la señales individuales de los inversores participantes, mas proclive serán a seguimientos automáticos en las decisiones de inversión.

El otro aspecto que es interesante analizar es el impacto que tiene sobre la distancia crítica el incremento en el número de inversores n poseedores de opciones reales de inversión en el mercado. En este caso se observa que el valor de la derivada parcial es negativo:

$$\frac{\partial d}{\partial n} = [S_{\max} - S_{\min}] * \left(\frac{-1}{(1+n)^2} \right) < 0 \quad (65)$$

que nos indica que a medida que se incrementa el número de participantes en el mercado, el valor de la distancia crítica disminuye, y con ello disminuye la posibilidad de un comportamiento de manada por parte de los inversores frente al ejercicio de sus opciones reales de inversión. Este efecto ya lo había sido intuido cuando se pasó de un modelo de $n=2$ inversores a un modelo de $n>2$ inversores.

En resumen, lo que evidencia la estática comparativa es que mientras menos inversores haya en el mercado, y mientras mayor sea la dispersión en los posibles valores de las señales privadas S_i , mayor será la probabilidad que en un mercado en particular surja una cascada informativa dando lugar al ejercicio automático de opciones de inversión real y provocando bruscos momentos de inversión seguidos de una relativa calma. Mercados poco desarrollados conllevan este tipo de riesgos, que cuando se trata de mercado de capitales, afectan a la economía en su conjunto.

5 Modelo para decisiones de abandono de inversiones

El modelo expuesto en los puntos 2, 3 y 4 es desarrollado para un conjunto de inversores que poseen opciones de inversión sobre un activo V_t donde la información es agregada dando lugar a un parámetro θ que afecta la función de repago de la opción de inversión, conforme la ecuación (1).

De manera análoga, se puede generar el mismo modelo donde los inversores en lugar de poseer opciones de inversión, posean opciones de abandono, similares a un put option, y que se pueden asociar a los conceptos y modelo expuesto en el capítulo anterior, considerando un activo cuyo valor subyacente sigue un proceso de la forma descrita en (2) y un coeficiente de agregación de signos privados como el expuesto en (3).

En este caso, el inversor posee sin límite de tiempo la alternativa de salirse de una inversión, recibiendo como contrapartida un valor definido como D^{21} , de donde la función de repago para el inversor será de manera análoga a 1:

$$\text{Max} (D - \theta V_t, 0) \quad (66)$$

La solución para el valor de dicha opción $P(V)$ es similar a la expuesta en el punto 3, en base al modelo de replicación de portafolio conforme las ecuaciones (4) y (5), el modelo básico para opciones put perpetuas expuesto en el anexo A del capítulo III²², y se aplican la siguientes condiciones de límite para derivar la solución:

$$\text{Lim } P_{V \rightarrow \infty} = 0 \quad (67a)$$

$$P(V^*) = D - \theta V^*(\theta) \quad (67b)$$

donde el V^* refleja el valor V_t en el cual es óptimo ejercer el derecho de abandono según el valor de recupero D del activo. La forma funcional de $P(V;\theta)$ se obtiene fácilmente (ver anexo A de capítulo III). La solución para el valor de la opción $P(V)$ y el valor límite de abandono V^* puede ser expresada entonces como:

$$P(V;\theta) = \begin{cases} (D / (1+\beta))^{1+\beta} \beta^\beta (\theta V)^{-\beta} & \text{para } V > V^*(\theta) \\ D - \theta V & \text{para } V \leq V^*(\theta) \end{cases} \quad (68a)$$

$$(68b)$$

donde

$$V^*(\theta) = \frac{\beta}{1+\beta} \frac{D}{\theta} < D \quad (69)$$

y

$$\beta = \frac{-(\alpha - \sigma^2 / 2) + \sqrt{(\alpha - \sigma^2 / 2)^2 + 2r\sigma^2}}{\sigma^2} > 1 \quad (70)$$

²¹ Que se puede asociar a un valor de "recupero" de un activo o de manera consistente con el capítulo anterior, el valor nominal de deuda cuando se utiliza este instrumento de financiamiento.

²² Los modelos de este capítulo y del anterior son consistentes con $\alpha = r$.

La ecuación (69) representa el valor de ejercicio $V^*(\theta)$ consistente con información plena. De esta manera todos los agentes abandonan su inversión en el momento de tiempo $T^*(\theta) = \inf(t \geq 0: V(t) \leq V^*(\theta))$.

Habiendo derivado la solución, el resto del análisis es similar a lo desarrollado en el punto 4 del presente trabajo, haciendo la siguiente salvedad: dado que en este caso la opción de abandono tiene valor cuando la variable estado V_t se mueve hacia valores inferiores, la formación de expectativas y el proceso de revisión de expectativas estará liderado por aquel inversor con la señal S_i mas baja, es decir la del extremo inferior. En este caso se puede ordenar los agentes de menor a mayor de acuerdo a sus señales S_i , y las ecuaciones, cálculos y resultados del punto 4 son válidos en su totalidad. En el punto 4, el inversor S_1 (mas optimista, o con la señal S mas alta) lideraba el proceso de inversión a través del ejercicio de su opción; en el caso de opciones de abandono, quien lidera el proceso es el inversor con la señal S_i mas baja, y los resultados de abandono prematuro o tardío (equivalente a la inversión temprana o tardía expuesta en 4.2.1 y 4.3.1) y de ejercicio automático de opción de abandono (equivalente a lo expuesto en los puntos 4.2.2 y 4.3.2) obtenidos previamente son válidos. Mas aún, existirá una distancia crítica d conforme (55) que actúa de manera similar con respecto a la secuencia automática de abandono, estando dicha distancia influenciada por los parámetros expuestos en el punto 4.4. Estos resultados complementan la exposición del capítulo III en cuanto a consideraciones relativas a estructura de financiamiento en entornos volátiles con problemas de agregación de información y de coordinación, consistentes eventualmente con mercados de capitales poco desarrollados.

6 Conclusiones

Las decisiones de entrada en inversiones y de abandono de las mismas puede ser analizadas utilizando la metodología de opciones reales (herramientas de la teoría de opciones financieras aplicadas al análisis de inversiones de capital en el contexto de negocios de la economía real). Sin embargo, la información concerniente a los parámetros de estas opciones reales puede estar sujeta a algún tipo de error de estimación. Estos errores de estimación pueden dar lugar a la existencia de comportamientos de inversión o abandono prematuro, y viceversa. De similar manera,

esta información imperfecta puede dar lugar a la existencia de cascadas informacionales y comportamientos de manada respecto a oportunidades de inversión y decisiones de abandono, donde la conducta de un inversor es copiada por otros, aún cuando poseen información privada ligeramente diferente. En el trabajo he desarrollado las condiciones bajo las cuales esta conducta se ve exacerbada; esto sucede cuando hay pocos inversores en el mercado, y cuando el rango de posibles valores para las señales privadas de los inversores es demasiado amplio. Ambos elementos pueden ser asociados a mercados poco desarrollados, donde no existe un número significativo de jugadores dentro del mercado, y donde gran parte de la estimación es realizada de manera privada en lugar de verse reflejada a través de los precios de mercado, dando lugar a una dispersión quizá significativa de estos valores privados. Justamente podría ensayarse que gran parte de la tarea de los mercados (en este caso relativo a inversiones de capital y abandono de dicho capital) es la de reflejar la información a través de los precios reduciendo su asimetría y dispersión. Mercado de capitales poco desarrollados pueden dar lugar a la existencia de inversión y abandono temprano o tardío, y más aún, conductas de seguimiento automático en cuanto a decisiones de inversión y abandono, motivadas por las consideraciones descritas anteriormente, que pueden dar lugar a una excesiva amplificación de los valores de los activos objetos de inversión o de abandono. Es dable esperar que la volatilidad asociada al precio de los activos sea más significativa en mercados que reúnen características proclives a los efectos aquí considerados, lo que se encuentra en línea con los aspectos desarrollados en los capítulos anteriores de este trabajo. Como tarea pendiente se puede considerar el testeo empírico de los modelos que puede ser una avenida interesante de futura investigación.

Referencias

Arrow, K. (1962). "The Economics Implications of Learning by Doing". *Review of Economics Studies* 29, 155-173.

Banerjee A. (1992), "A Simple Model of Herd Behaviour". *Quarterly Journal of Economics* 107, 797-817

Black F., y Scholes M. (1973), ' ' The Pricing Options and Corporate Liabilities' ' . *Journal of Political Economy* 81 (May-June): 637-659.

Caplin A. y Leahy J. (1994), "Business as Usual, Market Crashes and Wisdom after the Fact". *American Economic Review* Vol 84 Nro. 3.

Cox J., Ross, S., y Rubinstein M. (1979), ' ' Option pricing: A simplified approach' ' . *Journal of Financial Economics* 7, no. 3:229-263

Dixit A. y Pindyck R. S. (1994), *Investment under Uncertainty*, Princeton University Press, Princeton, N.J.

Ellison G. y Fudenberg D. (1993), "Rules of Thumb of Social Learning". *Journal of Political Economy* 101, 612-643.

Gale D. (1996), "What have we learned from Social Learning?". *European Economic Review* 40, 617-628.

Grenadier S. (1999), "Information Revelation through Option Exercise". *The Review of Financial Studies* Vol 12 Nro 1 95-129.

Grenadier S. (2000), *Game Choices: The Intersection of Real Options and Game Theory*. Risk Publications

Ingersoll J. (1987), *Theory of Financial Decision Making*, Studies in Financial Economics. Rowman & Littlefield Publishers inc.

Kogut B. y Kulatilaka N., (2001), "Capabilities as Real Options". *Organization Science* Vol 12 Issue 6.

Kulatilaka N. y Marcus A. (1992), ' ' Project valuation under Uncertainty: when does DCF fail?' *Journal of Applied Corporate Finance* 5, no. 3: 92-100

Kulatilaka N. (1995^a), ' ' The Value of Flexibility: A Model of Real Options *Real Options in Capital Investment*. Ed. L. Trigeorgis. Praeger.

Mc Donald R. y Siegel D. (1984), ' ' Option Pricing When the Underlying Asset Earns a Below-Equilibrium Rate of Return: A Note' *Journal of Finance* (March), 261-265

Mc Donald R. y Siegel D. (1985), ' ' Investment and the Valuation of Firms When there is an Option to Shut Dow' *International Economic Review* 26 (June), 331-349

Mc Donald R. y Siegel D. (1986), ' ' The Value of Waiting to Invest' *Quarterly Journal of Economics* (November) 101, 707-728

Merton R. C. (1973), ' ' Theory of Rational Option Pricing' *Bell Journal of Economics and Management Science* 4, no. 1: 141-183.

Myers S. (1977), ' ' Determinants of Corporate Borrowing' *Journal of Financial Economics* 5.

Stiglitz J. y Weiss A. (1981), "Credit Rationing in Markets with Imperfect Information", *American Economic Review* 71 (3): 393-410.

Trigeorgis L. (1988), ' ' A Conceptual Option Framework for Capital Budgeting' *Advances in Futures and Options Research* 3:145-167.

Trigeorgis L. (1997), *Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation*. The MIT Press, Cambridge Massachussets.

V. CONCLUSIONES

En la introducción de esta tesis quedaba planteado como objetivo la posibilidad de desarrollar a través de la exposición de tres capítulos un enfoque que permitiese apreciar desde el punto de vista macroeconómico las consecuencias que tiene la volatilidad del producto de una economía sobre las decisiones de inversión y abandono en el agregado, sobre la estructura de financiamiento de la economía y sobre las decisiones de inversión y abandono en contextos de agregación de información, en especial para el caso de una economía como la argentina.

De primer capítulo surge evidencia concreta de diferentes parámetros de volatilidad de las tasas de crecimiento de un conjunto de economías medidos por un lapso significativo de tiempo. La volatilidad de la tasa de crecimiento para la economía argentina se encuentra entre las más altas de manera persistente en el tiempo. A través de un modelo estilizado se vincula la tasa de crecimiento de la economía (como estimador de la tasa esperada de crecimiento) a la tasa de cambio en el precio del stock de capital, obteniendo que la volatilidad del precio del stock de capital se encuentra vinculada de manera positiva a la volatilidad en la tasa de crecimiento. Este resultado es comprobado corriendo una regresión para un conjunto de países entre el grado de dispersión en la tasa de crecimiento realizada, y el grado de dispersión en las tasas de retornos de un índice de acciones (aproximación del valor del stock de capital). Los resultados obtenidos confirman esta hipótesis. Dado este fenómeno, e incorporando el hecho que en contextos de incertidumbre e irreversibilidad las inversiones y el abandono de inversiones no siguen estrictamente las reglas marshalliana siendo útil en esos casos proceder con el análisis a través del uso de herramientas de opciones reales, el patrón de inversión agregada se puede ver afectado de manera negativa por dicho fenómeno, ya que el incremento de la volatilidad incrementa conforme los resultados de dicho capítulo el valor de la opción de espera asociada a los procesos de inversión en el agregado. Este efecto provoca que el proceso de formación de capital no responda de manera rápida a los estímulos de su precio real, aún cuando el mismo venga asociado a mejores expectativas de crecimiento del producto agregado.

Asimismo la existencia de este efecto originado en la volatilidad tiene connotaciones de relevancia respecto de la arquitectura y diseño de los instrumentos de financiamiento utilizados en la economía. En el segundo capítulo se elabora un modelo a partir de

identidades macroeconómicas de financiamiento agregado, complementándolo con herramientas de finanzas corporativas y de derechos contingentes y opciones reales. De dicho proceso, y con base a los resultados obtenidos en el primer capítulo, se obtiene que una economía con un nivel de producción con tasas de crecimiento volátiles debiera descansar más en el financiamiento de su stock de capital en instrumentos de tipo contingente en los estados de la naturaleza (como los instrumentos de participación), que permiten que frente a variaciones significativas en el precio de los activos que actúan como respaldo de la economía (y en especial burbujas de tipo de cambio, de precio de acciones o de precio de activos inmobiliarios) motivados por la alta volatilidad, que el valor de la participación se acomode a los estados de la naturaleza ajustando a través de precio del contrato sin generar incumplimientos contractuales, en contraposición a contratos de deuda cuyo valor nominal no ajusta y da lugar a quebrantos e incumplimientos en los contratos establecidos, con potenciales efectos de costos de transacción relacionados a procesos de quiebra y renegociación. Los contratos de participación ajustan a través de la variable de precio de la participación, mientras que los contratos de deuda no permiten este ajuste de manera inmediata y limpia. Esta opción de incurrir en incumplimiento al caer el valor del capital de respaldo por debajo del valor nominal de la deuda puede ser modelado como una opción de venta. A los efectos de mantener constante en relación al valor nominal de deuda (para que no repercuta en la tasa efectiva de costo de capital de la economía), una mayor volatilidad en la tasa de crecimiento del producto y por ende en el precio de mercado del capital requiere de una mayor participación de instrumentos de participación en el total¹. El sector Gobierno de economías con alta tasa de volatilidad no cuenta en principio con esta alternativa, ya que sus necesidades de crédito en general son satisfechas con instrumentos de renta fija del tipo de deuda², por ello su participación en el mercado de capitales debiera ser muy acotada, o en su caso proveyendo de ahorros a la economía en lugar de demandándolos. La experiencia argentina nos muestra que una arquitectura financiera que incentiva y privilegia el ahorro privado a través del uso de instrumentos de deuda (y en especial de deuda del Gobierno) puede tener efectos altamente

¹ Si se considera la cadena de crédito, en los cuales cada tenedor considera óptimo ejercer su derecho, y de darse un efecto en cadena, puede reforzar los aspectos negativos de la caída inicial del valor del colateral en un ejercicio secuencial de puts, máxime aún si los instrumentos de deuda son de corto plazo, y sus colaterales de largo plazo (a diferencias de contratos de participación que limitaría el ejercicio de puts), en el sentido de Gray, Merton et al (2003).

² Aunque podrían explorar la emisión de instrumentos sintéticos de tipo contingente que le permitiesen ajustarse a los distintos estados de la naturaleza.

indeseados en la cartera de inversiones de bancos, de inversores institucionales y de inversores privados. Sin embargo el uso de instrumentos de deuda está altamente difundido, por lo que es indudable que cuando a la variabilidad en la tasa de la economía se le suma la existencia de asimetría de información, existe una relación de costo- beneficio entre usar instrumentos de participación en el capital (que se adaptan mejor a la alta variabilidad) y de utilizar instrumentos de deuda (que se adaptan mejor a entornos de asimetría de información con marcos legales y reales de gobierno corporativo débil). En el capítulo se expone como necesaria la generación de incentivos para que la arquitectura del sistema financiero refleje adecuadamente la importancia del ahorro privado en la economía doméstica y la utilización de manera activa de instrumento de participación en capital en la estructura de ahorros, haciendo mas flexible a la economía.

Finalmente, en el tercer capítulo se continúa con el desarrollo de herramientas de opciones reales aplicadas a procesos de decisiones de entrada en inversiones y de abandono de las mismas. Este proceso puede encontrarse sujeto a problemas de coordinación entre los participantes y a problemas de agregación de información originando cascadas informacionales y comportamientos de manada respecto a oportunidades de inversión y decisiones de abandono, donde la conducta de un inversor es copiada por otros, aún cuando poseen información privada ligeramente diferente. Conforme los resultados del capítulo, esta conducta es exacerbada cuando hay pocos inversores en el mercado, y cuando el rango de posibles valores para las señales privadas de los inversores es demasiado amplio. Ambos elementos pueden ser asociados a mercados poco desarrollados, donde no existe un número significativo de participantes dentro del mercado, y donde gran parte de la estimación es realizada de manera privada en lugar de verse reflejada a través de los precios de mercado, dando lugar a una dispersión significativa de estos valores privados. Justamente podría ensayarse que gran parte de la tarea de los mercados (en este caso relativo a inversiones de capital y abandono de dicho capital) es la de reflejar la información a través de los precios reduciendo su asimetría y dispersión. Mercado de capitales poco desarrollados pueden dar lugar a la existencia de inversión y abandono temprano o tardío, y mas aún, conductas de seguimiento automático en cuanto a decisiones de inversión y abandono, motivadas por las consideraciones descriptas anteriormente, que pueden contribuir a amplificar la volatilidad o dispersión del precio del stock de capital, con las

consideraciones al respecto que surgen de las conclusiones de los dos capítulos iniciales.

Es de esperar que las conclusiones asociadas a la volatilidad en el precio del stock de capital sean mas significativa en economías que reúnan características proclives a los efectos aquí considerados, lo que se encuentra en línea respecto al caso argentino.